



Acerca de este libro

Esta es una copia digital de un libro que, durante generaciones, se ha conservado en las estanterías de una biblioteca, hasta que Google ha decidido escanearlo como parte de un proyecto que pretende que sea posible descubrir en línea libros de todo el mundo.

Ha sobrevivido tantos años como para que los derechos de autor hayan expirado y el libro pase a ser de dominio público. El que un libro sea de dominio público significa que nunca ha estado protegido por derechos de autor, o bien que el período legal de estos derechos ya ha expirado. Es posible que una misma obra sea de dominio público en unos países y, sin embargo, no lo sea en otros. Los libros de dominio público son nuestras puertas hacia el pasado, suponen un patrimonio histórico, cultural y de conocimientos que, a menudo, resulta difícil de descubrir.

Todas las anotaciones, marcas y otras señales en los márgenes que estén presentes en el volumen original aparecerán también en este archivo como testimonio del largo viaje que el libro ha recorrido desde el editor hasta la biblioteca y, finalmente, hasta usted.

Normas de uso

Google se enorgullece de poder colaborar con distintas bibliotecas para digitalizar los materiales de dominio público a fin de hacerlos accesibles a todo el mundo. Los libros de dominio público son patrimonio de todos, nosotros somos sus humildes guardianes. No obstante, se trata de un trabajo caro. Por este motivo, y para poder ofrecer este recurso, hemos tomado medidas para evitar que se produzca un abuso por parte de terceros con fines comerciales, y hemos incluido restricciones técnicas sobre las solicitudes automatizadas.

Asimismo, le pedimos que:

- + *Haga un uso exclusivamente no comercial de estos archivos* Hemos diseñado la Búsqueda de libros de Google para el uso de particulares; como tal, le pedimos que utilice estos archivos con fines personales, y no comerciales.
- + *No envíe solicitudes automatizadas* Por favor, no envíe solicitudes automatizadas de ningún tipo al sistema de Google. Si está llevando a cabo una investigación sobre traducción automática, reconocimiento óptico de caracteres u otros campos para los que resulte útil disfrutar de acceso a una gran cantidad de texto, por favor, envíenos un mensaje. Fomentamos el uso de materiales de dominio público con estos propósitos y seguro que podremos ayudarle.
- + *Conserve la atribución* La filigrana de Google que verá en todos los archivos es fundamental para informar a los usuarios sobre este proyecto y ayudarles a encontrar materiales adicionales en la Búsqueda de libros de Google. Por favor, no la elimine.
- + *Manténgase siempre dentro de la legalidad* Sea cual sea el uso que haga de estos materiales, recuerde que es responsable de asegurarse de que todo lo que hace es legal. No dé por sentado que, por el hecho de que una obra se considere de dominio público para los usuarios de los Estados Unidos, lo será también para los usuarios de otros países. La legislación sobre derechos de autor varía de un país a otro, y no podemos facilitar información sobre si está permitido un uso específico de algún libro. Por favor, no suponga que la aparición de un libro en nuestro programa significa que se puede utilizar de igual manera en todo el mundo. La responsabilidad ante la infracción de los derechos de autor puede ser muy grave.

Acerca de la Búsqueda de libros de Google

El objetivo de Google consiste en organizar información procedente de todo el mundo y hacerla accesible y útil de forma universal. El programa de Búsqueda de libros de Google ayuda a los lectores a descubrir los libros de todo el mundo a la vez que ayuda a autores y editores a llegar a nuevas audiencias. Podrá realizar búsquedas en el texto completo de este libro en la web, en la página <http://books.google.com>



Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guida per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

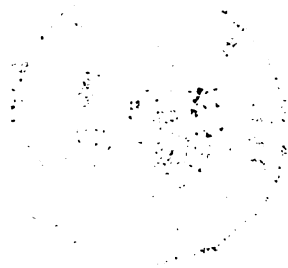
Inoltre ti chiediamo di:

- + *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.
- + *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.
- + *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.
- + *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertarti di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da <http://books.google.com>

Scott. G



89B-1

Scaff. 5





L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

VOLUME DECIMO

XXVII DEGLI ATTI



REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE

MILANO — Via S. Paolo, 10

1923

PROPRIETÀ LETTERARIA

È vietato ripodurre articoli della presente Rivista senza citarne la fonte.

INDICE DEGLI AUTORI

I nomi degli Autori in maiuscolo si riferiscono a scritti originali, quelli in corsivo a recensioni.
(A) comunicazione; (D) discussione; (L) lettere alla Redazione; (R) riassunti; (r) recensione di libri.

Albertazzi. — L'impianto idroelettrico di Belesa (Eritrea) ed una sua prima utilizzazione	412	CIVITA D. — <i>L'energia elettrica nella risoluzione dei problemi colturali agricoli</i>	477
ALBERTAZZI A. — Regolazioni «correttive» e regolazioni «preventive» di velocità nelle macchine accoppiate	694	Clark A. B. Martin W. — Uso dei sistemi telefonici per grandi assemblee in relazione con le linee telefoniche ordinarie	495
— Regolazione preventiva o correttiva? (L)	830	CLEMENTI I. — <i>Frodi e rimedi nei contatori per motori trifasi</i> (A)	626
AMORETTI P. — Nuove fonti di energia naturale (L)	460	CLERICI C. — <i>Problemi di illuminazione</i> (L)	458
Antoine A. — L'Istituto di ricerche di Karlsruhe per l'organizzazione razionale del lavoro	121	— <i>Sul problema d'illuminazione secondo la tecnica moderna</i> (A)	647
Armstrong E. H. — Alcuni recenti progressi sull'uso dei circuiti a rigenerazione	165	Chubbuch L. B. — Apparecchiatura elettrica della centrale di Queenston	37
Arnold H. D. - Elmen G. W. — La lega «perm»: una lega di notevoli proprietà magnetiche	622	Cohen L. — Oscillazioni elettriche sulle linee	782
Austin E. — Comunicazioni con onde convogliate su linee ad alta tensione	809	Coleridge Farr e Philpott H. E. R. — Prove e ricerche sugli isolatori per altissime tensioni	77
Baghenoff V. — Progressi della radiotecnica in Russia dal 1918 al 1921	285	Collis H. Holliday. — Un metodo grafico per il calcolo esatto di linee di trasmissione	335
Bajon A. e De La Gorge P. — Taratura dei wattmetri per correnti alternate	140	Cozza L. — <i>L'opera del servizio idrografico</i> (L)	437
BARATTINI A. — Applicazioni di galvanoplastica alla metallurgia (A)	222	CRICCA P. F. — <i>Sostituzione dell'energia elettrica alla termica negli stabilimenti idrovori</i> (A)	351
Barns e Bowness. — I generatori da 45 000 kVA dell'impianto di Queenston	39	DALLA VERDE A. — <i>Sulla fune di guardia</i> (L)	459
Baumgarten H. W. — Relazione fra la temperatura atmosferica e l'energia consumata nelle vetture elettriche	782	Dantin Ch. — La centrale elettrica di Gennevilliers	42
Beetz W. — Le proprietà dei variatori ed il loro impiego in laboratorio	38	Dawson Ph. — Aspetti economici della elettrificazione ferroviaria	583
Bellini E. — Aerei a telaio ed errori di rilevamento	461	DE COLLE G. — <i>Sulle misure del grado del vuoto dei triodi</i> (A)	627
BELLONI E. — <i>L'autostrada elettrica. Autostrade e ferrovie</i> (L)	281	De la George P. e Bajon A. — Taratura dei wattmetri per correnti alternate	140
— <i>Autostrade e ferrovie</i> (L)	354	DELLA SALDA C. — <i>Circuito elettrico equivalente del motore ad induzione con avvolgimento di regolazione sul rotore</i>	770
— <i>Eccitazione in serie o in derivazione dei motori d'automobile</i> (L)	621	DEL VALLE G. — <i>Regolazione dei bacini montani e loro rapporti colle bonifiche ed irrigazioni</i> (A)	744
BIFFI E. — <i>Il doppio ponte con corrente alternata</i>	508	DE MARCHI A. — <i>Un abbaco relativo all'induttanza delle linee elettriche aeree</i>	135
BOGGIA C. — <i>Su una nuova sorgente d'energia</i> (L)	159	DE STEFANI S. — <i>Le grandi arterie di trasmissione elettrica in Italia</i> (L)	362
BORGATTI P. — <i>Telefonia e telegrafia ad alta frequenza su fili</i> (A)	531	Doherty R. E. — Instabilità delle eccitatrici	78
Böhm M. — Per le norme contro le correnti vaganti	96	DONATI L. — <i>La teoria del magnetismo di Ampère secondo le viste moderne</i> (A)	325
Bouasse H. — <i>La questione preliminare contro la teoria di Einstein</i>	235	Dumnore F. W. e Kolster F. A. — Il radiogoniometro e la sua applicazione alla navigazione	96
Burstyn W. — <i>Telegrafia senza fili nello spazio</i>	363	DURANDO G. — <i>L'accumulazione elettrotermica e le tariffe inerenti</i>	225
Boucherot P. — L'aspetto fisico della propagazione delle correnti alternate sulle lunghe linee e la trasmissione di energia senza onda di ritorno	877	Dushman S. e Ewald J. W. — Diagrammi per il calcolo della emissione elettronica di filamenti di tungsteno, tungsteno al torio, molibdeno e tantalio	438
BURZIO E. — <i>Per la elettrificazione dell'agricoltura</i> (L)	580	Eckersley T. L. — Ricerche sulla resistenza degli aerei di trasmissione	337
BRUNETTI R. — <i>Spettro di emissione dei raggi X</i>	25	Elmen G. W. - Arnold H. D. — La lega «perm»: una lega di notevoli proprietà magnetiche	622
Cady W. G. — Il risonatore piezo elettrico	412	— The Poulsen Arc Generator (r)	835
Cahen E. — <i>L'otofono</i>	160	Eisenmenger H. E. — Equazioni semplici per le proprietà delle lampade	41
CALABI G. — <i>Servitù di elettrodotto</i>	339	Elwell C. F. — Ipotesi sulla pressione del vento per il progetto di piloni r. t.	214
— <i>Derivazione di acque pubbliche</i>	497	Entwisle E. B. — Giunti di rotaie saldate elettricamente	857
— <i>Servitù di elettrodotto - Acque pubbliche</i>	763	Ewing J. A. — Modelli per la spiegazione del fenomeno della induzione ferromagnetica	439
Calwell J. — Equipaggiamento per saldatura all'arco elettrico	284	FANO G. — <i>Di alcune particolarità dei nuovi impianti idroelettrici sui fiumi Tanagro ed Aventino</i> (A)	106-126-153
Calven C. - Julien C. — Studio economico comparativo dei diversi sistemi di trasmissione r. t.	337	Feldmann C. — Sul riscaldamento dei cavi multipli cordati con conduttori metallizzati	492
CALZONI A. — <i>Regolazione preventiva o correttiva?</i> (L)	830	Ferrato V. — Forno ad alta frequenza (L)	256
CAMPOS G. — <i>I trasformatori di misura in rapporto alla continuità di esercizio negli impianti elettrici</i> (A)	306	Fynn A. — Il metodo stroboscopico per la misura delle velocità	80
CAMPOS G. - USIGLI B. — <i>Trasmettitore di registrazioni di comandi a distanza</i> (A)	638	FOCACIA B. — <i>Circa un nuovo metodo per determinare la bobina di Petersen ed il campo di applicazione di essa</i> (A)	401
CANCIA G. D. — <i>Palificazioni standard per grandi trasporti di energia elettrica</i>	837	Foerster M. — L'impiego di sostegni in cemento armato centrifugato nella linea Trollhättan-Västerås	161
Cantone M. — Sulla resistenza elastica dei metalli alla trazione	140	FORCELLA P. — <i>Le rotture accidentali dei materiali metallici in opera ed il modo di prevenirle</i> (A)	672
CARNEVALI F. — <i>Tre anni di esercizio della «An. per elettro agricoltura» (A.P.E.) di Bologna</i> (A)	355	FORTI A. — <i>La distribuzione dell'energia elettrica e le crisi di magra ordinarie ed eccezionali dei corsi d'acqua del Veneto</i> (A)	575
Carson R. — Note sulla teoria della modulazione	119	FRACANZANI G. — <i>Tariffe in base al fattore di potenza</i> (L)	556
Carson J. R. e Gilbert J. J. — Caratteristiche di trasmissione del cavo sottomarino	185		
Carter F. W. — Locomotori elettrici di manovra	44		
CASTELLANI C. - MELINOSSI G. — <i>Sul comportamento di più linee di trasmissione di energia funzionanti in parallelo</i> (A)	823		
CIANCI C. — <i>Sulle frodi nei contatori</i> (L)	733		
CIVITA D. — <i>L'elettrificazione agricola</i> (A)	91		
— <i>La situazione attuale dell'industria elettrica</i> (A)	197		
— <i>Sul problema finanziario dell'industria elettrica</i> (L)	436		

GALLO G. — Sullo scoppio di un serbatoio ad aria compressa in una vettura tramviaria	871	MEZZADRI C. — Sul massimo rendimento di una linea di trasmissione (A)	873
GAMBARDELLA G. — Criteri per l'impiego delle turbine nelle centrali idroelettriche (A)	669	Michaut I. — I mezzi geofisici per lo studio del sottosuolo	141
GIANDOTTI M. — Parallelo idrologico fra bacini produttori e bacini utilizzanti energia idroelettrica (A)	349	MONTEFINALE G. — Lo sviluppo e l'opera dell'officina radiotelegrafica della R. Marina (A)	565
Gilbert J. J. e Carson I. R. — Caratteristiche di trasmissione del cavo sottomarino	185	— Valvole ioniche (r)	740
GIOVANNONI E. — Disposizioni legislative a favore degli impianti elettro agricoli (A)	628	— Lo sviluppo e l'opera dell'officina radiotelegrafica della R. Marina (L)	808
Green J. W. - Maxfield J. G. — Sistemi telefonici per grandi assemblee	495	MONTÙ C. — Applicazioni dell'energia elettrica alla risicoltura (A)	730
Gumlich E. — Sopra alcune formule empiriche relative al ferromagnetismo	285	Morecroft J. H. — Resistenze e capacità a frequenze r. t. di diversi tipi di bobine	557
Gutierrez M. — Sul deterioramento delle condotte metalliche sotterranee	168	MUSCHKA. — Un interessante caso di fulminazione (L)	579
Gutton. — Sul modo di mantenere contemporaneamente in oscillazione più circuiti per mezzo di un solo triodo	209	Muschwitz W. — La elettrificazione della zona I delle ferrovie dello Stato Cilene	193
GRASSI G. — Sull'avviamento di motori asincroni (L)	207	Nannei B. — Variazione della capacità calorifica di alcune sostanze in un campo magnetico	809
— Resistività dell'alluminio a diverse temperature	235	Nickman C. N. - Jves J. E. — Studio delle oscillazioni prodotte dai triodi generatori	441
Hamilton J. L. — Il motore polifase ad induzione ad avviamento automatico	82	NORSA R. — Il calcolo meccanico delle condutture (Nota sulle fondazioni)	302-327
Hayden J. L. R. e Steinmetz C. P. — La scarica disruptiva negli isolanti come effetto piroelettrico	79	Ossanna G. — Sulla possibilità del trasporto a distanza di grandi quantità di energia	59
Hayet H. — Le applicazioni della elettricità all'agricoltura	580	— Della generazione di correnti alternate asimmetriche nelle macchine elettriche (R)	385
Hendricks Jr. — Un complesso di trasformatori per prove a un milione di volt	682	PALESTRINO C. — Alcune considerazioni sugli interruttori in olio per grandi potenze ed altissime tensioni (A)	173
Higgit H. V. — Impiego del ponte per la determinazione della resistenza effettiva di una bobina di induttanza o di un condensatore	164	— Sulla continuità del servizio negli impianti (L)	436
Höpp W. — Prove di ossidazione su fusibili per 60 ampere	211	PALM A. — I tubi a vuoto e la misura del valore massimo di tensioni alternate	831
Kapp G. — Il miglioramento del fattore di potenza	513	PANBIANCO G. — Applicazioni dell'elettricità alla medicina e chirurgia (A)	766
KERBAKER E. — Prodotti azotati ed energie idroelettriche (A.)	572	PERI G. — Le correnti vaganti tramviarie. La necessità di una legislazione in materia	50
Klein M. — La stanchezza dei cavi d'alta tensione	621	— Problemi di illuminazione (L)	185
Knauer F. - Schulze E. — Nuovo metodo per la misura del momento d'inerzia nelle macchine elettriche	440	— Dettagli di impianti e primi risultati di esercizio della illuminazione di Torino	501
Kolster F. A. e Dumnore F. W. — Il radiogoniometro e la sua applicazione alla navigazione	96	Pérot M. — Un procedimento rapido per la determinazione degli elementi del magnetismo terrestre	191
Korshenewsky N. V. e Wien M. — Disaccoppiamento di sistemi elettrici	310	PEROTTO L. — Nuovo tipo di isolatore per linee ad alta tensione (A)	333
INCONTRI A. — Sulla legislazione per le condutture elettriche (L.)	160	PERSICO E. — Principi della teoria dei « quanti »	432
— Sovratensioni, sovracorrenti e condizioni di risonanze effettive nell'uso pratico del « dispositivo Petersen »	381	PESSION G. — Taratura di un cymometro a mezzo dei fili di Lecher	93
Julien C. e Calvel C. — Studio economico comparativo dei diversi sistemi di trasmissione r. t.	337	— Lezioni di radiotelegrafia (r)	587
Jullien I. — Il nuovo impianto radiotelefonico della Torre Eiffel	832	— Funzionamento dell'arco Poulsen su circuiti accoppiati	800
Jves J. E. Nickman C. N. — Studio delle oscillazioni prodotte dai triodi generatori	441	PESSION G. VALLAURI G. — Considerazioni tecnico-economiche sui servizi radiotelegrafici commerciali	651
Lapp G. W. — Un metodo di prova a sovratensione per gli isolatori	309	PICENA G. — Telefonia, telegrafia, ecc. (L)	207
Langmuir I. — L'uso dei tubi elettronici di potenza elevata	214	Perry A. Borden. — I metodi di opposizione nelle misure con corrente alternata	236
Leblanc M. — Delle lampade a 3 elettrodi (anodo, catodo e griglie intermedie) nelle quali la corrente è convogliata a mezzo di ioni, e delle loro applicazioni. Dell'elettrificazione delle ferrovie per mezzo di corrente alternata ad alta frequenza	414	PERSICO E. e TIERI L. — L'effetto Hall nel bismuto solidificato nel campo magnetico	206
LEBLANC M. — L'arc électrique (r.)	418	Pierucci M. — Alcuni effetti del campo magnetico sui liquidi	162
L'EPLATTENIER O. — Studio sulla convenienza d'impiego di camere di compressione negli interruttori automatici in olio (disgiunt.)	113	— Sui telegrafi autografici	702
— Sugli scaricatori a getto liquido (L.)	732	Philpott H. E. R. e Coleridge Farr. — Prove e ricerche sugli isolatori per altissime tensioni	77
— Sulla costruzione degli isolatori passanti (L.)	256	Polvani G. — Se l'effetto fotoelettrico nel ferro sia influenzato dalla magnetizzazione	187
LEVI-CIVITA T. — Sulla teoria della relatività (A.)	73	Portevin A. — Il magnesio e le leghe ultra-leggere	557
LE VERRIER P. — Le grandi reti elettriche per la trasmissione di energia ad alta tensione in Francia	117	PROSCIUTTO A. — Fondamenti di una nuova teoria idrodinamica delle turbine idrauliche (A)	245-270
LOMBARDI L. — Principi scientifici di elettrotecnica (R)	87	PRINETTI J. — Relais differenziali e continuità di servizio (L)	459
— Su la riforma dei Politecnici e delle Scuole di applicazione per gli Ingegneri (R)	359	PUCCIONI C. — Registrazione della portata nei canali degli impianti idroelettrici (A)	866
— Fenomeni di restrizione interpretati in base alle leggi fondamentali della elettrodinamica	665	Pungs L. — La regolazione di correnti ad alta frequenza mediante reattanze contenenti ferro variamente saturato	334
LO PRESTI M. — Le turbine idrauliche (r)	87	PUPPINI U. — Sulle norme per condotte metalliche ad alta pressione (L)	620
LORI F. — L'elettrotecnica in Italia nell'ultimo venticinquennio (A)	297	Quérin H. — L'illuminazione dei treni	22
Lubberger L. — Esercizio degli impianti di telefonia automatica	261	RAUTENKRANZ G. — Telefonia ad onde convogliate (L)	853
LURASCHI A. — Energia di supero ed accumulazione termica (A)	765	REBORA G. — Raffreddamento naturale delle casse per trasformatori in olio (A)	406
MAGAGNINI G. — Per le norme contro le correnti vaganti (L)	158	— Misura del rapporto dei trasformatori (A)	411
— A proposito delle correnti vaganti (L)	256	Reyval J. — Applicazione della trazione elettrica a corrente monofase sulla rete della Compagnia delle ferrovie della Camarque	66
Manneback C. — Radiazione di energia da parte delle linee di trasmissione	234	— La grande centrale termo-elettrica di Comines (Nord)	733
MARTIN R. — Traction électrique (r)	340	REVESSI G. — L'evoluzione tecnica ed economica degli impianti elettrici: difficoltà, pericoli e rimedi (L)	252
Martin W. - Clark A. B. — Uso dei sistemi telefonici per grandi assemblee in relazione con le linee telefoniche ordinarie	495	— L'opera del servizio idrografico (L)	437
Maxfield J. G. - Green J. W. — Sistemi telefonici per grandi assemblee	495	— Studi sulle trasmissioni: VII. Le curve caratteristiche degli spostamenti angolari	455
MANGANI. — Lavorazione del rame	677-700	— Malinconie stanziatrici (L)	557
Meissner A. — La resistenza di presa di terra delle antenne r. t.	100	— I presupposti fondamentali della elettrificazione agricola (A)	568
MELINOSI G. - CASTELLANI C. — Sul comportamento di più linee di trasmissione d'energia funzionanti in parallelo (A)	823	RIGHI A. — Su una nuova sorgente di energia (L)	95
Meyer G. I. — Ricerche col metodo dell'impronta sui pezzi isolanti stampati	118	Ringel A. — Amplificazione ad alta e bassa frequenza ottenuta in uno stesso triodo	261
Mesny R. — Variazioni nella direzione e nella intensità del campo magnetico di una emissione	187	— Il ricevitore a neutrodina	493
— Generazione di oscillazioni polifasi ad alta frequenza per mezzo dei tubi elettronici	782	RODANÒ C. — Sul problema finanziario dell'industria elettrica (L)	283-512
		ROMAGNOLI T. — L'utilizzazione industriale del calore solare (A)	2
		Roegers F. H. — Le turbine da 55.000 HP dell'imp. di Queenston	21
		Rosen J. — Alcuni problemi relativi agli alternatori veloci e la loro soluzione	704

Rosenbaum L. — La determinazione del sovraccarico nelle linee aeree	161	SOLERI E. — Materiale per linee elettriche rurali; cavi flessibili e relativi accessori (A)	639
ROSNATI P. — Impianti elettrici a funzionamento automatico (A)	722	SOMAINI G. — Nuovi apparecchi a mercurio integratori di flusso magnetico (A)	149
Rottgardt K. — Il fenomeno di attrazione elettrica secondo Johnsen-Rahbek e le sue applicazioni	192	SONA G. — La elettrificazione della ferrovia centrale Umbra a corrente monofase 11.000 volt 25 periodi	541
RUBERTI S. — Esperienze e studi per la costruzione di un contatore a induzione (A)	485	SORDINA U. — I moderni impianti di ricezione radiotelegrafica (A)	631
RUELLE U. — I moderni impianti di trasmiss. radiotelegrafica (A)	611	SPANI D. F. — Trazione elettrica e trazione a vapore sulle linee ferroviarie	279
SACCHETTO E. — Sul riscaldamento dei cavi in carta impregnata per trasmissione di energia	181	STASSANO E. — A proposito dell'elettrificazione delle ferrovie	275
SAN NICOLÒ R. — L'elettrotecnica alla fiera di Milano del 1923	373	Steinmetz P. — Trasformazioni di frequenza per opera di conduttori di terza classe	582
Rassegna economica:	46-85-143-238-313-388-465-498 657-709-785-860	Storer N. W. — Caratteristiche delle locomotive elettriche	856
SARTORI G. — La macchina autosincrona compensata in funzionamento da generatrice	74	Storkvis L. G. — Sulle elettrificazione delle ferrovie nei Paesi Bassi	783
— Avviamento automatico di motori asincroni sotto coppia motrice costante e massima (A)	526	STROMBOLI A. — Il problema siderurgico italiano e l'industria elettrosiderurgica italiana	70
Schenkel H. — Le linee elettriche in alluminio-acciaio	116	Terven L. A. — Applicazioni dei relais	19
Schrader C. — Riduttori di corrente resistenti agli effetti dei corti circuiti	213	— Applicazioni dei relais IV	208
Schulze E. — Knauer F. — Nuovo metodo per la misura del momento d'inerzia nelle macchine elettriche	440	TIERI L. e PERSICO E. — L'effetto Hall nel bismuto solidificato nel campo magnetico	206
SCHUMANN W. O. — Elektrische Durchbruchfeldstärke von Gassen (r)	586	Thomas Ph. — Un microfono senza diaframma per la radiotelegrafia	518
SELLERIO A. — A proposito del galvanometro differenziale (L)	19	TOCHÉ CH. — La Radiotéléphonie (r)	586
— Sulle trasformazioni polimorfiche (L)	160	TOURNON A. — L'elettricità nelle campagne come fattore all'incremento dell'irrigazione (A)	727
Elementi di fisica pratica (r)	339	Turn H. — Il trasmettitore radio da 10 kw tipo Poulsen-Lorenz della Stazione di Königswusterhausen	688
SEMENZA G. — Le relazioni che intercorrono fra i sovraccarichi e la temperatura interna delle macchine (A)	89	Troeltsch G. — L'impianto idroelettrico dello Stato norvegese a Glomfjord	490
— Rilievi sperimentali su un grande impianto di riscaldamento elettrico di ambienti (A)	717	USIGLI B. — Trasmettitore di registrazioni di comandi a dist. (A)	638
SEMENZA M. — L'arte di utilizzare il tempo nelle industrie e nei servizi pubblici	137	VALLAURI G. — PESSON G. — Considerazioni tecnico-economiche sui servizi radiotelegrafici commerciali (A)	651
— Sulla elettrificazione delle tramvie extra urbane	230	VALENTINI O. — Possibilità per le elettroirrigazioni in Puglia (A)	741
— L'autostrada elettrica — Autostrade e ferrovie	283	Wall T. F. — Un motore a induzione a gabbia, con grande momento torcente e piccola corrente all'avviamento	881
SEMENZA C. — Impianti idroelettrici Piave Santa-Croce	589	Walckenaer — L'utilizzazione del combustibile nelle ferrovie francesi	167
SENER H. H. — Eliminazione del ghiaccio formantesi sui conduttori aerei di trazione	189	VANNOTTI E. — Influenza della temperatura sulle materie isolanti impiegate nella costruzione delle macchine elettriche	111
SERRA G. B. — Progressi notevoli da realizzare nella preparazione e messa in opera dei materiali di linea	752-773-803	Weichmann W. — L'elettrotrazione in Germania	735
Sirnit J. A. — L'impianto elettrico di Mitchell	283	VICEDOMINI F. — Prove comparative su triodi per apparati ricevitori r. t.	426-450
— Applicazioni e limitazioni delle termocoppie nella misura di temperature	854	VISMARA E. — L'elettricità nel problema delle bonifiche (A)	731
Smith M. W. — La ricostruzione degli alternatori di tipo a ombrello, dell'impianto del Niagara	20	Wien M. e Korshenewsky N. V. — Disaccoppiamenti di sistemi elettrici	310
SOLARI L. — Sull'opera dell'officina r. t. della R. Marina (L)	657	WINTERNIT P. — Sulla continuità d'esercizio degli impianti elettrici (L)	361
— Lo sviluppo e l'opera dell'officina radiotelegrafica della R. Marina (L)	806	Wiseman R. — La rigidità dielettrica apparente dei cavi	363

INDICE DELLE MATERIE

SOMMARIO: 1. A. E. I. — 2. Accumulatori ed accumulazione dell'energia — 3. Apparecchi di manovra, regolazione, protezione, ecc. — 4. Applicazioni agricole — 5. Applicazioni termiche — 6. Applicazioni varie — 7. Bilanci, Dividendi e Notizie delle Società elettriche — 8. Brevetti — 9. Condutture — 10. Costruzioni elettromeccaniche — 11. Decreti, leggi, norme e regolamenti — 12. Domande e risposte — 13. Elettrochimica ed elettrometallurgia — 14. Elettrofisica — 15. Elettrotecnica generale — 16. Fisica e chimica — 17. Generatori elettrici e pile — 18. Idraulica — 19. Illuminazione e fotometria — 20. Impianti — 22. Industria nazionale — 23. Insegnamento, istituti, scuole e laboratori — 24. Libri e pubblicazioni — 25. Magnetofisica — 26. Materiali — 27. Meccanica — 28. Misure: metodi ed istrumenti — 29. Motori elettrici — 30. Motori primi, caldaie, ecc. — 31. Necrologie — 32. Note e questioni economiche, finanziarie e politiche — 33. Note e questioni legali — 34. Radiotelegrafia e radiotelefonica — 35. Società scientifiche, associazioni, concorsi, ecc. — 36. Statistica — 37. Tarifficazione e vendita — 38. Telefonica, telegrafia, segnalazioni — 39. Trasformatori, convertitori, raddrizzatori, ecc. — 40. Trasmissione e distribuzione — 41. Trazione e propulsione — 42. Varie.

1. - A. E. I.

a) Consiglio Generale.

Verbale della seduta 1-5 ottobre 1922 (Milano)	146
Consiglio generale	263
Verbale seduta 20 aprile 1923 (ordini del giorno)	290
Verbale della seduta 20 aprile 1923 a Milano	660

b) Riunioni annuali.

Riunione dell'autunno 1922 a Milano:	
Note di redazione	297-325-373
Verbali	315-340-365-392-418-660
XXVIII riunione annuale, Venezia, 1923:	
Note di redazione	2-126-173-222-245-425-477-565-625-665-693
Programma	24-372-500-525-588-661
Cronaca	713-740

c) Sezioni.

Sezione di Bari	195-864
» » Bologna	48-88-123-196-219-267-294-320-372-448-474
» » Firenze	219-835
» » Milano	148-172-219-240-263-290-318-371-423-443-812
» » Napoli	88-196
» » Palermo	220
» » Roma	48-475-884
» » Torino	68-148-243-296-400-499-716-884
» Sarda	401-448-474
» di Trento	499

d) Commissioni e Comitati.

Commissioni per il lavoro delle Sezioni	124
Comitato idrotecnico	290
Commissione permanente di Revisione (sugli impianti elettrici)	296
Statuto del Comitato nazionale italiano dell'illuminazione e del riscaldamento	520
Comitato naz. italiano dell'illuminazione e del riscaldamento	524
Commissioni e Comitati dell'A. E. I.	662
Elenco delle cariche sociali dell'A. E. I.	663
Commissione di radiotelegrafia e radiotelefonica	740

e) Votazioni - Statuto - Regolamento.

Elezioni e referendum	837-863
Lettera alla Redazione. G. Motta	884

f) Varie.

Necrologio - Ing. Calderini	104
Personalità	48-104-172-324-348-476-564-692-764-812
Commissione amministrativa dell'Azienda Elettrica Mun. di Milano	172
Echi dell'ultimo Congresso	124
La vita dell'A.E.I.	126
La gita in Sardegna	126-145-174
Nuove iniziative per il giornale	126

L'attività delle Sezioni	197
Il premio Jona	222-740
Gita sociale in Valcamonica	424
Associazione elettrotecnica Ceco-Slovacca	424
In memoria di Moisè Ascoli	24-449-468
Onoranze Dr. Blathy	496-520
La visita ai grandiosi impianti del Matese delle Sezioni di Roma, Bari, Napoli	523
S. E. Corbino, Ministro dell'Economia nazionale	524
Onoranze al Prof. Lombardi	740
La conferenza internazionale di Parigi e la commissione elettrotecnica internazionale	813
Commissione elettrotecnica internazionale	833
Il disastro di Gleno	835
La recente conferenza di Parigi	837
Sottoscrizione per le vittime del disastro di Gleno	863
Necrologio - Ing. E. Sannia	864
I dieci anni dell'«Elettrotecnica»	865

2. - Accumulatori ed accumulazione dell'energia.

Articoli e comunicazioni.

L'accumulazione elettrotermica e le tariffe inerenti. G. Durando	225
Energia di supero ed accumulazione termica. A. Luraschi	765

Cronaca.

Attestati di privative industriali	321
------------------------------------	-----

3. - Apparecchi di manovra, regolazione, protezione, ecc.

Note di redazione.

La tecnica dei grandi interruttori	106
Il dimensionamento dei grandi interruttori e la continuità dell'esercizio	174
La bobina di Petersen e la continuità del servizio	373
Limiti di utile impiego della bobina di Petersen	401
Regolazione correttiva o preventiva?	693
Impianti automatici	717

Articoli e comunicazioni.

Studio sulla convenienza d'impiego di camere di compressione negli interruttori automatici in olio (disgiuntori). O. L'Eplattenier	113
Alcune considerazioni sugli interruttori in olio per grandi potenze ed altissime tensioni. C. Palestino	174
Sovratensioni, sovracorrenti e condizioni di risonanza effettiva nell'uso pratico del «dispositivo Petersen» A. Incontri	381
L'elettrotecnica alla fiera di Milano del 1923. R. San Nicolò	373
Circa un nuovo metodo per determinare la bobina di Petersen e il campo di applicazione di essa. B. Focaccia	401

Regolazioni «correttive» e regolazioni «preventuali» di velocità nelle macchine accoppiate. <i>A. Albertazzi</i>	694
Impianti elettrici a funzionamento automatico. <i>P. Rosnati</i>	722
Progressi notevoli da realizzare nella preparazione e messa in opera dei materiali di linea. <i>G. B. Serra</i>	752-773

Lettere alla redazione.

Sulla continuità d'esercizio degli impianti elettrici. <i>P. Winternit</i>	361
Sulla continuità del servizio degli impianti. <i>C. Palestino</i>	436
Relais differenziali e continuità di servizio. <i>I. Prinetti</i>	459
Sugli scaricatori a getto liquido. <i>O. L'Eplattenier</i>	732
Regolazione preventiva o correttiva? <i>A. Calzoni - A. Albertazzi</i>	829

Sunti e sommari.

Applicazione dei relais. <i>A. L. Terven</i>	19
Apparecchiatura elettrica della centrale di Queenston. <i>L. B. Chubbuck</i>	37
Applicazione dei relais IV. <i>L. Terven</i>	208
Prove di ossidazione su fusibili di 60 ampère. <i>W. Höpp</i>	211
La regolazione di correnti ad alta frequenza mediante reattanze contenenti ferro variamente saturato. <i>L. Pungs</i>	334

4. - Applicazioni agricole.

Note di redazione.

L'elettrificazione agricola	89
Elettricità, agricoltura, bonifiche	349
L'elettrificazione dell'agricoltura ed il congresso di Venezia	477
I presupposti dell'elettrificazione agricola	565
La riunione di Venezia	625
Il successo della XXVIII riunione a Venezia	693
Per l'elettrificazione dell'agricoltura	717
Bonifiche ed irrigazioni	741

Articoli e comunicazioni.

Sostituzione dell'energia elettrica alla termica negli stabilimenti idrovori. <i>P. F. Cricca</i>	351
Tre anni di esercizio della «Anonima per la elettro-agricoltura di Bologna». <i>F. Carnevali</i>	355
L'energia elettrica nella risoluzione dei problemi culturali agricoli. <i>D. Civita</i>	477
I presupposti fondamentali della elettrificazione agricola. <i>G. Revessi</i>	568
Disposizioni legislative a favore degli impianti elettro-agricoli. <i>E. Giovannoni</i>	629
Materiale per linee elettriche rurali: cavi flessibili e relativi accessori. <i>E. Soleri</i>	639
L'elettro-agricoltura nella Campania. (Relazione della Commissione della Sez. di Napoli)	645
L'elettricità nella campagna come fattore all'incremento dell'irrigazione. <i>A. Tournon</i>	727
Applicazione dell'energia elettrica alla risicoltura. <i>C. Montù</i>	730
L'elettricità nel problema delle bonifiche. <i>E. Vismara</i>	731
Possibilità per le elettro-irrigazioni in Puglia. <i>O. Valentini</i>	741

Riassunti.

L'elettrificazione agricola. <i>D. Civita</i>	91
---	----

Lettere alla redazione.

Per la elettrificazione dell'agricoltura. <i>E. Burzio</i>	580
--	-----

Sunti e sommari.

Le applicazioni dell'elettricità all'agricoltura. <i>H. Hayet</i>	580
---	-----

Cronaca.

L'essiccazione del fieno	586
------------------------------------	-----

5. - Applicazioni termiche.

Note di redazione.

Lo sviluppo del forno elettrico in Italia	70
Un notevole impianto di riscaldamento elettrico in Italia	717
Applicazioni termiche	741

Articoli e comunicazioni.

L'accumulazione elettrotermica e le tariffe inerenti. <i>G. Durando</i>	225
Rilevi sperimentali su un grande impianto di riscaldamento elettrico di ambienti. <i>G. Semenza</i>	717
Energia di supero ed accumulazione termica. <i>A. Luraschi</i>	765

Riassunti.

Il problema siderurgico italiano e l'industria elettrosiderurgica italiana. <i>A. Stromboli</i>	70
---	----

Lettere alla redazione.

Forno ad alta frequenza. <i>V. Ferrato</i>	256
--	-----

Sunti e sommari.

Riscaldamento elettrico degli ambienti con corpi riscaldanti rettilinei	490
---	-----

Cronaca.

Forno elettrico ad alta frequenza	122
Forno elettrico Brown-Boveri per la fusione dei metalli	143
Caldaie elettriche	624

Norme, leggi e decreti.

Statuto del Comitato nazionale italiano dell'illuminazione e riscaldamento	520
--	-----

Libri e pubblicazioni.

L'arc électrique. <i>M. Leblanc</i>	418
---	-----

6. - Applicazioni varie.

Note di redazione.

La ramatura elettrica e la cementazione dell'acciaio	221
Elettricità, agricoltura, bonifiche	349
La produzione delle sostanze azotate	565
Apparecchi elettromedicali	741

Articoli e comunicazioni.

Applicazioni di galvanoplastica alla metallurgia. <i>A. Barattini</i>	222
Sostituzione dell'energia elettrica alla termica negli stabilimenti idrovori. <i>P. F. Cricca</i>	351
Prodotti azotati ed energie idro-elettriche. <i>E. Kerbaker</i>	572
L'elettricità nel problema delle bonifiche. <i>E. Vismara</i>	731
Applicazione dell'elettricità alla medicina e alla chirurgia. <i>G. Panbianco</i>	767

Cronaca.

Essiccazione del fieno	586
----------------------------------	-----

7. - Bilanci, Dividendi e Notizie delle Società elettriche.

46-85-143-145-238-312-388-465-498 562-657-709-785-860

8. - Brevetti.

Attestati di privative industriali	521
--	-----

9. - Condutture.

Note di redazione.

Abbaco per la induttanza delle linee aeree	125
Sulla fondazione dei pali	297
Comportamento di linee in parallelo	449
La recente conferenza di Parigi	837

Articoli e comunicazioni.

Sulla possibilità del trasporto a distanza di grandi quantità di energia. <i>G. Ossanna</i>	59
Un abbaco relativo all'induttanza delle linee elettriche aeree. <i>A. De Marchi</i>	135
Sul riscaldamento dei cavi in carta impregnata per trasmissioni di energia. <i>E. Sacchetto</i>	181
Il calcolo meccanico delle condutture. <i>R. Norsa</i>	302-327
Nuovo tipo di isolatore per linee ad alta tensione. <i>I. Perotto</i>	333
Studi sulle trasmissioni: VII. Le curve caratteristiche degli spostamenti angolari. <i>G. Revessi</i>	455
Materiale per linee elettriche rurali: cavi flessibili e relativi accessori. <i>E. Soleri</i>	639
Progressi notevoli da realizzare nella preparazione e messa in opera dei materiali di linea. <i>G. B. Serra</i>	752-773-803
Palificazioni Standard per grandi trasporti di energia elettrica	837
Sul massimo rendimento di una linea di trasmissione. <i>C. Mezzadri</i>	873

Lettere alla redazione.

Per le norme contro le correnti vaganti, G. Magagnini	158
Sulla legislazione per le condutture elettriche, A. Incontri	160
A proposito delle correnti vaganti, G. Magagnini	256

Sunti e sommari.

Prove e ricerche sugli isolatori per altissime tensioni, C. Coleridge e H. E. R. Philpost	77
Le linee elettriche in alluminio-acciaio, H. Schenkel	116
Correnti ammissibili nei casi in servizio discontinuo	139
La determinazione del sovraccarico nelle linee aeree, L. Rosenbaum	161
Sul deterioramento delle condotte metalliche sotterranee, M. Gutierrez	168
Caratteristiche di trasmissione del cavo sottomarino, J. R. Carson e J. J. Gilbert	185
Eliminazione del ghiaccio formantesi sui conduttori aerei di trazione, H. H. Sener	189
Radiazioni di energia da parte delle linee di trasmissione, C. Manneback	234
Un metodo di prova a sovratensione per gli isolatori, G. W. Lapp	309
Un metodo grafico per il calcolo esatto di linee di trasmissione, Collis H. Holladay	335
La rigidità dielettrica apparente dei cavi, R. Wiseman	363
Sul riscaldamento dei cavi multipli cordati con conduttori metalizzati, Feldmann	492
La stanchezza dei cavi d'alta tensione, M. Klein	621
Oscillazioni elettriche sulle linee, L. Cohen	782
Pali speciali economici per grandi linee di trasporto	811

Cronaca.

La seconda conferenza internazionale sulle reti ad alta tensione	848
--	-----

Norme, leggi e decreti.

Servizi di elettrodotto, G. Calabi	339-763
--	---------

Libri e pubblicazioni.

Le lunghe linee elettriche di trasmissione, E. Carlevaro	172
--	-----

10. - Costruzioni elettromeccaniche.*Note di redazione.*

Nuovi sviluppi del circuito equivalente	765
---	-----

Articoli e comunicazioni.

Circuito elettrico equivalente del motore ad induzione con avvolgimento di regolazione sul rotore, C. Della Salda	770
---	-----

Riassunti.

Influenza della temperatura sulle materie isolanti impiegate nella costruzione delle macchine elettriche, E. Vannotti	111
---	-----

Sunti e sommari.

La ricostruzione degli alternatori di tipo ad ombrello dell'impianto del Niagara, M. W. Smith	20
I generatori da 45.000 KVA dell'impianto di Queenston, Barns e Bowness	39
Della generazione di correnti alternate asimmetriche nelle macchine elettriche, G. Ossanna	385
Alcuni problemi relativi agli alternatori veloci e la loro soluzione, J. Rosen	704

Cronaca.

Un moderno colosso	464
------------------------------	-----

Libri e pubblicazioni.

L'organizzazione e la direzione dell'officina meccanica, Harley di S. Giorgio	172
---	-----

11. - Decreti, leggi, norme e regolamenti.*Note di redazione.*

Norme per la difesa contro le correnti vaganti	49
Il riscaldamento e la «specificazione» delle macchine elettriche	89
Misura del riscaldamento delle macchine con rivelatori interni	105
Prove sulle valvole triodiche per r. t.	425

Articoli e comunicazioni.

Le correnti vaganti tramviarie - La necessità di una legislazione in materia, G. Peri	50
Condotte metalliche forzate	287
Prove comparative su triodi per apparati ricevitori r. t. F. Vicedomini	426
Disposizioni legislative a favore degli impianti elettro-agricoli, E. Giovannini	629

Lettere alla redazione.

Per le norme contro le correnti vaganti, M. Böhm	96
Per le norme contro le correnti vaganti, G. Magagnini	158
Sulla legislazione per le condutture elettriche, A. Incontri	160
Sulle norme per condotte metalliche ad alta pressione, U. Puppini	620

Norme, leggi e decreti.

Norme per le tubazioni	290
Statuto del Comitato nazionale italiano dell'illuminazione e riscald.	520
Disposizioni sul prezzo dell'energia elettrica	601

12. - Domande e risposte.

Sul funzionamento dei trasformatori trifasi a vuoto, F. C. - G. S.	290-340-418
Sul funzionamento di due convertitori in parallelo, o. c. - M. Pa.	712-740-763-788

13. - Elettrochimica ed elettrometallurgia.*Note di redazione.*

Lo sviluppo del forno elettrico in Italia	70
La ramatura elettrica e la cementazione dell'acciaio	221

Articoli e comunicazioni.

Applicazioni di galvanoplastica alla metallurgia, A. Barattini	222
--	-----

Riassunti.

Il problema siderurgico italiano e l'industria elettrosiderurgica italiana, A. Stromboli	70
--	----

Lettere alla redazione.

Forno ad alta frequenza, V. Ferrato	256
---	-----

Sunti e sommari.

Equipaggiamento per saldatura dell'arco elettrico, J. Calwell	284
---	-----

Cronaca.

Forno elettrico Brown-Boveri per la fusione dei metalli	142
Piccolo forno a induzione ad alta frequenza	338
Applicazioni della saldatura elettrica	624

Libri e pubblicazioni.

L'arc électrique, M. Leblanc	418
--	-----

14. - Elettrofisica.*Note di redazione*

I raggi X	25
L'effetto Hall nel bismuto	197
Leggi antiche e teorie moderne	325
La teoria dei «quanti»	425
Le leggi dell'elettrodinamica ed i fenomeni di reostrizione	665

Articoli e comunicazioni.

Spettro di emissione dei raggi X, R. Brunetti	25
L'effetto Hall nel bismuto solidificato nel campo magnetico, L. Trieri - E. Persico	206
La teoria del magnetismo di Ampère secondo le viste moderne, L. Donati	325
Principi della teoria dei «quanti», G. Persico	432
Fenomeni di reostrizione interpretati in base alle leggi fondamentali della elettrodinamica, L. Lombardi	665

Sunti e sommari.

Alcuni effetti del campo magnetico sui liquidi, M. Pierucci	162
Variazioni nella direzione e nella intensità del campo magnetico di una emissione, R. Mesny	187
Se l'effetto fotoelettrico nel ferro sia influenzato dalla magnetizzazione, G. Polvani	187

Sul modo di mantenere contemporaneamente in oscillazione più circuiti per mezzo di un solo triodo. <i>Gutton</i>	209
Diagrammi per il calcolo dell'emissione elettronica di filamenti di tungsteno, ecc. <i>S. Dushman - I. W. Ewald</i>	438
Trasformazione di frequenza per opera di conduttori di terza classe. <i>P. Steinmetz</i>	582

Cronaca.

Forno elettrico ad alta frequenza	122
Sorgente di raggi ultravioletti a spettro continuo	217
Tubi elettronici con filamento a debole incandescenza	496
Variazione della resistenza dei metalli puri in funzione della temperatura	496
Ricerche su onde elettromagnetiche molto corte	561
Stato attuale delle nostre conoscenze sulla elettricità atmosferica	738

Libri e pubblicazioni.

La decomposizione delle righe spettrali per effetto del campo elettrico; <i>L. D'Aquino</i>	263
L'arc électrique. <i>M. Leblanc</i>	418
Le leggi sull'elettricità. <i>C. Baldi</i>	442
Le correnti alternate industriali. <i>T. Jervis</i>	442
Elektrische Durchbruchfeldstärke von Gäsen. <i>W. O. Schumann</i>	586

15. - Elettrotecnica generale.**Note di redazione.**

Le leggi dell'elettrodinamica ed i fenomeni di reostrizione	665
---	-----

Articoli e comunicazioni.

Le relazioni che intercorrono fra i sovraccarichi e la temperatura interna delle macchine. <i>G. Semenza</i>	89
Fenomeni di reostrizione interpretati in base alle leggi fondamentali della elettrodinamica. <i>L. Lombardi</i>	665

Sunti e sommari.

La carica disruptiva negli isolanti come effetto piroelettrico. <i>J. L. R. Hayden e C. P. Steinmetz</i>	79
Instabilità delle eccitatrici. <i>R. E. Doherty</i>	78
Trasformazione di frequenza per opera di conduttori di terza classe. <i>P. Steinmetz</i>	582
L'aspetto fisico della propagazione delle correnti alternate sulle lunghe linee e la trasmissione di energia senza onda di ritorno. <i>P. Boucherot</i>	878

Cronaca.

Elettrodi per saldatura di materiali non ferrosi	708
--	-----

Libri e pubblicazioni.

Principi scientifici di elettrotecnica. <i>L. Lombardi</i>	87
--	----

16. - Fisica e chimica.**Note di redazione.**

La teoria della relatività	69
La teoria dei «quanti»	425

Articoli e comunicazioni.

Sulla teoria della relatività. <i>T. Levi Civita</i>	73
Principi della teoria dei «quanti». <i>E. Persico</i>	432

Sunti e sommari.

Sulla resistenza elastica dei metalli alla trazione. <i>M. Cantone</i>	140
La questione preliminare contro la teoria di Einstein. <i>H. Bouasse</i>	235

Cronaca.

La più bassa temperatura ottenuta fino ad oggi	624
--	-----

Libri e pubblicazioni.

Ragione e spirito della relatività. <i>A. Occhialini</i>	172
Elementi di fisica pratica per gli studenti universitari. <i>A. Sellerio</i>	172-339

17. - Generatori elettrici e pile.**Note di redazione.**

La generatrice autosincona	70
--------------------------------------	----

Articoli e comunicazioni.

La macchina autosincona compensata in funzionamento da generatrice. <i>G. Sartori</i>	74
L'elettrotecnica alla fiera di Milano del 1923. <i>R. San Nicolò</i>	373
Impianti idroelettrici Piave-Santa Croce. <i>C. Semenza</i>	589

Riassunti.

Influenza della temperatura sulle materie isolanti impiegate nella costruzione delle macchine elettriche. <i>E. Vannotti</i>	111
--	-----

Lettere alla redazione.

Sulla continuità d'esercizio degli impianti elettrici. <i>P. Winternit</i>	361
--	-----

Sunti e sommari.

La ricostruzione degli alternatori di tipo a ombrello, dell'impianto del Niagara. <i>M. W. Smith</i>	20
I generatori da 45.000 KVA dell'impianto di Queenston. <i>Barns e Bowness</i>	39
Instabilità delle eccitrici. <i>R. E. Doherty</i>	78
Della generazione di correnti alternate asimmetriche nelle macchine elettriche. <i>G. Ossanna</i>	385
Alcuni problemi relativi agli alternatori veloci e la loro soluzione. <i>J. Rosen</i>	704

Cronaca.

Un moderno colosso	464
L'impianto idroelettrico dello Stato norvegese a Glomfjord	490
Turbo alternatori da 62.500 KVA	708

18. - Idraulica.**Note di redazione.**

Una nuova teoria per le turbine idrauliche	245
Sul calcolo delle turbine idrauliche	269
Elettricità, agricoltura, bonifiche	349
La «crisi di magra» negli impianti del Veneto	565
Le norme per le condotte forzate ed il Comitato Idrotecnico	589
Scelta delle turbine per le centrali idroelettriche	665
Bonifiche ed irrigazioni	741

Articoli e comunicazioni.

Fondamento di una nuova teoria idrodinamica delle turbine idrauliche. <i>A. Prosciutto</i>	245-270
Condotte metalliche forzate	287
Paralelo idrologico fra bacini produttori e bacini utilizzanti energia idroelettrica. <i>M. Giandotti</i>	349
La distribuzione dell'energia elettrica e le crisi di magra ordinarie ed eccezionali dei corsi d'acqua del Veneto. <i>A. Forti</i>	575
Impianti idroelettrici Piave-Santa Croce. <i>C. Semenza</i>	589
Criteri per l'impiego delle turbine nelle centrali idroelettriche. <i>G. Gambardella</i>	669
L'elettricità nel problema delle bonifiche. <i>E. Vismara</i>	731
Possibilità per la elettro-irrigazione in Puglia. <i>O. Valentini</i>	741
Regimazione dei bacini montani e loro rapporti colle bonifiche ed irrigazioni. <i>G. Del Valle</i>	744
Registrazione della portata nei canali degli impianti idroelettrici. <i>C. Puccioni</i>	865

Lettere alla redazione.

L'opera del servizio idrografico. <i>L. Cozza - G. Revessi</i>	437
Sulle norme per condotte metalliche ad alta pressione. <i>U. Puppini</i>	620

Sunti e sommari.

Le turbine da 55.000 HP dell'impianto di Queenston. <i>F. H. Riggs</i>	21
--	----

Cronaca.

Le risorse idrauliche in Jugoslavia	122
Una diga colossale	624
Per la sicurezza delle dighe	884

Norme, leggi e decreti.

Norme per le tubazioni	290
Derivazione di acque pubbliche. <i>G. Calabi</i>	497
Acque pubbliche. <i>G. Calabi</i>	763

Libri e pubblicazioni.

Le turbine idrauliche. <i>M. Lo Presti</i>	87
L'opera del servizio idrografico nel biennio 1921-22. <i>Ministero dei Lavori Pubblici</i>	172

19. - Illuminazione e fotometria.*Note di redazione.*

L'illuminazione pubblica a Torino	501
La riunione di Venezia	625

Articoli e comunicazioni.

L'elettrotecnica alla fiera di Milano del 1923. <i>R. San Nicolò</i>	373
Dettagli di impianti e primi risultati di esercizio della illuminazione di Torino. <i>G. Peri</i>	501
Sui problemi d'illuminazione secondo la tecnica moderna. <i>C. Clerici</i>	647

Lettere alla redazione.

Problemi di illuminazione. <i>G. Peri</i>	185-458
---	---------

Sunti e sommari.

L'illuminazione dei treni. <i>H. Guérin</i>	22
Equazioni semplici per le propr. delle lampade. <i>H. E. Eisenmenger</i>	41

Cronaca.

L'illuminazione delle vetrine	442
---	-----

Norme, leggi e decreti.

Statuto del Comitato Nazionale Italiano dell'illuminazione e riscald.	520
---	-----

Libri e pubblicazioni.

L'arc électrique. <i>M. Leblanc</i>	418
---	-----

20. - Impianti.*Note di redazione.*

Descrizione degli impianti elettrici italiani	1
L'utilizzazione diretta dell'energia solare	1
L'impianto di Crego	25
Continuità e sicurezza di esercizio degli impianti	59
La tecnica dei grandi interruttori	105
Gli impianti del Tanagro e dell'Aventino	105-125
L'impianto dell'Aventino	149
Il dimensionamento dei grandi interruttori e la continuità dell'eserc.	174
La situazione attuale dell'industria elettrica	197
L'accumulazione termica e le tariffe di vendita dell'energia	222
Il problema finanziario dei nuovi impianti elettrici	245
Sui trasformatori di misura e sulla regolarità dell'esercizio	297
Elettricità - agricoltura - bonifiche	349
La bobina di Petersen e la continuità del servizio	373
Limiti di utile impiego della bobina di Petersen	401
La «crisi di magra» negli impianti del Veneto	565
I grandiosi impianti Piave-Santa Croce	589
Scelta delle turbine per le centrali idroelettriche	665
Regolazione correttiva o preventiva?	693
Impianti automatici	717
Gli impianti della S. I. P. Breda in Valle Lys	789-813
Il disastro di Gleno	837

Articoli e comunicazioni.

L'utilizzazione industriale del calore solare. <i>T. Romagnoli</i>	2
Impianti elettrici della Società anonima Imprese elettriche Conti in val d'Ossola	11-51
Di alcune particolarità dei nuovi impianti idroelettrici sul Tanagro e sull'Aventino. <i>G. Fano</i>	106-126-153
Studio sulla convenienza d'impiego di camere di compressione negli interruttori automatici in olio (disgiuntori). <i>O. L'Eplattenier</i>	113
Alcune considerazioni sugli interruttori in olio per grandi potenze ed altissime tensioni. <i>C. Palestino</i>	173
La situazione attuale dell'industria elettrica. <i>D. Civita</i>	197
L'evoluzione tecnica ed economica degli impianti elettrici: difficoltà, pericoli e rimedi. <i>G. Revessi</i>	252
Condotte metalliche forzate	287
Tre anni di esercizio della «Anonima per la elettro-agricoltura» di Bologna. <i>P. F. Carnevali</i>	355
Sovratensioni, sovracorrenti e condizioni di risonanza effettiva nell'uso pratico del «dispositivo Petersen». <i>A. Incontri</i>	381
L'elettrotecnica alla fiera di Milano del 1923. <i>R. San Nicolò</i>	373
Circa un nuovo metodo per determinare la bobina di Petersen ed il campo di applicazione di essa. <i>B. Focaccia</i>	401
La distribuzione dell'energia elettrica e le crisi di magra eccezionali ed ordinarie dei corsi d'acqua del Veneto. <i>Comitato idro-tecnico italiano</i>	575
Impianti idroelettrici Piave-Santa Croce. <i>C. Semenza</i>	589
Criteri per l'impiego delle turbine nelle Centrali idroelettriche. <i>G. Gambardella</i>	669

Regolazioni «correttive» e regolazioni «preventuali» di velocità delle macchine accoppiate. <i>A. Albertazzi</i>	693
Impianti elettrici a funzionamento automatico. <i>P. Rosnati</i>	722
Gli impianti della S. I. P. Breda in valle Lys	790-813
Registrazione della portata nei canali degli impianti elettrici. <i>C. Puccioni</i>	865
Telefoni e segnalazioni al servizio degli impianti elettrici. <i>G. Vallauri</i>	875

Lettere alla redazione.

Sulla costruzione degli isolatori passanti. <i>O. L'Eplattenier</i>	256
Sul problema finanziario dell'industria elettrica. <i>C. Rodanò</i>	283
Sulla continuità d'esercizio degli impianti elettrici. <i>P. Winternit</i>	361
Sulla continuità del servizio negli impianti. <i>C. Palestino</i>	436
Relais differenziali e continuità di servizio. <i>I. Prinetti</i>	732
Sugli scaricatori a getto liquido. <i>O. L'Eplattenier</i>	732
Regolazione preventiva o correttiva? <i>A. Albertazzi</i> - <i>A. Calzoni</i>	829

Sunti e sommari.

Applicazioni dei relais. <i>L. A. Terven</i>	19
Le turbine da 55.000 HP dell'impianto di Queenston. <i>F. H. Rogers</i>	21
Apparecchiatura elettrica centrale di Queenston. <i>L. B. Chubbuck</i>	37
I generatori da 45.000 kVA dell'impianto di Queenston. <i>Barns e Bowness</i>	39
La centrale elettrica di Gennevilliers. <i>Ch. Dantin</i>	42
Nuova grande centrale	64
La prima centrale a 220.000 volt	83
Le grandi reti elettriche per la trasmissione d'energia ad alta tensione in Francia. <i>P. Le Verrier</i>	117
Eliminazione del ghiaccio formantesi sui conduttori aerei di trazione. <i>H. H. Sener</i>	189
Alcune caratteristiche delle moderne centrali americane	190
Applicazione dei relais IV. <i>L. A. Terven</i>	208
La centrale di Milwaukee a carbone polverizzato	210
La sottostazione all'aperto di Gösgen per 50-135.000 v.	256
L'impianto idroelettrico di Mitchell. <i>J. A. Sinit</i>	283
L'impianto idroelettrico di Bèlesa ed una sua prima utilizzazione. <i>A. Albertazzi</i>	412
Le grandi reti di trasporto d'energia elettrica ad altissima tensione	461
L'impianto idro-elett. dello Stato norvegese a Glomfjord.	490
Il miglioramento del fattore di potenza. <i>G. Kapp</i>	512
Gli impianti elettrici nel Colorado	583
La grande centrale termoelettrica di Comines (Nord). <i>J. Reyval</i>	733
L'economia degli impianti di produzione d'energia discussa dagli ingegneri di New York	760

Cronaca.

I generatori da 45.000 kVA dell'impianto di Queenston	85
Nuovi impianti	44
Il riordinamento della produzione di energia elettrica negli Stati Uniti	122
Centraline idroelettriche di nuovo tipo	194
La questione dell'energia idroelettrica	338
Energia elettrica galleggiante	708
Sul disastro di Gleno	858

Norme, leggi e decreti.

Commissione permanente di revisione delle Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici	296
---	-----

Libri e pubblicazioni.

Caratteristiche costruttive delle turbine idrauliche negli impianti attuali. <i>G. Gambardella</i>	172
La produzione e distribuzione dell'energia elettrica nella regione Veneta. <i>L. Ferraris</i>	263

22. - Industria nazionale.*Note di redazione.*

La situazione attuale dell'industria elettrica	197
L'accumulazione termica e le tariffe di vendita dell'energia	222
Il problema finanziario dei nuovi impianti elettrici	245
Malinconie statizzatrici	449

Articoli e comunicazioni.

La situazione attuale dell'industria elettrica. <i>D. Civita</i>	197
L'accumulazione elettrotermica e le tariffe inerenti. <i>C. Durando</i>	225
L'evoluzione tecnica ed economica degli impianti elettrici: difficoltà, pericoli e rimedi. <i>G. Revessi</i>	252
L'elettrotecnica in Italia nell'ultimo venticinquennio. <i>F. Lori</i>	297
Telefoni e segnalazioni al servizio degli impianti elettrici. <i>G. Vallauri</i>	875

Lettere alla redazione.

Sul problema finanziario dell'industria elettrica, C. Rodanò	283-512
Sul problema finanziario dell'industria elettrica, D. Civita	436
Tariffe in base al fattore di potenza, G. Fracanzani	556
Malinconie statizzatrici, G. Revessi	557

Libri e pubblicazioni.

Galileo Ferraris ed il contributo italiano al progresso dell'elettrotecnica, C. A. Gullino	340
Pagine di propaganda per le cooperative elettriche di consumo, E. Lanzerotti	340

23. - Insegnamento, istituti, scuole e laboratori.

Note di redazione.

Sul riordinamento dei Politecnici	349
---	-----

Articoli e comunicazioni.

Su la riforma dei Politecnici e delle Scuole di applicazione per gli ingegneri, L. Lombardi	359
---	-----

Cronaca.

Corso serale teorico-pratico di radiotelegrafia	562
La scuola-officina di Tecnologie del vuoto (Milano)	739

24. - Libri e pubblicazioni.

Principi scientifici di elettrotecnica, L. Lombardi	87
Le turbine idrauliche, M. Lo Presti	87
Le lunghe linee elettriche di trasmissione, E. Carlevaro	172
Ragione e spirito della relatività, A. Occhialini	172
L'organizzazione e la direzione dell'officina meccanica, Harley di S. Giorgio	172
Caratteristiche costruttive delle turbine idrauliche negli impianti attuali, G. Gambardella	172
Elementi di fisica pratica per gli studenti universitari, A. Sellerio	172
Corso di misure elettriche, L. Ferraris	172
L'opera del servizio idrografico nel biennio 1921-22, Ministero dei Lavori Pubblici	172
La decomposizione delle righe spettrali per effetto del campo elettrico, L. D'Aquino	263-340
La produzione e distribuzione dell'energia elettrica nell'alto Veneto, L. Ferraris	263
Elementi di fisica pratica, A. Sellerio	339
Traction électrique, R. Martin	340
Galileo Ferraris ed il contributo italiano al progresso dell'elettrotecnica, C. A. Gullino	340
Pagine di propaganda per le cooperative elettriche di consumo, E. Lanzerotti	340
L'arc électrique, M. Leblanc	418
Elektrische durchbruchfeldstärke von Gasen, W. O. Schumann	442-587
Le leggi sull'elettricità, C. Baldi	442
Le correnti alternate industriali, T. Jervis	442
La radiotéléphonie, Ch. Toché	586
Lezioni di radiotelegrafia, G. Pession	587
Valvole ioniche, G. Montefinale	740
The Poulsen Arc Generator, C., F. Calvell	835

25. - Magnetofisica.

Note di redazione.

Nuovi apparecchi per misure magnetiche	149
Leggi antiche e teorie moderne	325

Articoli e comunicazioni.

Nuovi apparecchi a mercurio integratori di flusso magnetico, G. Somaini	149
La teoria del magnetismo di Ampère secondo le viste moderne, L. Donati	325

Sunti e sommari.

Sopra alcune formule empiriche relative al ferro magnetismo, E. Gumlich	285
Modelli per la spiegazione del fenomeno dell'induzione ferromagnetica, J. A. Ewing	439
Variazione della capacità calorifica di alcune sostanze in un campo magnetico, B. Nannei	808

Cronaca.

Un nuovo acciaio per magneti permanenti	338
---	-----

26. - Materiali.

Note di redazione.

Il riscaldamento e la «specificazione» delle macchine elettriche	89
Misura di riscaldamento delle macchine con rivelatori interni	105
Le rotture dei materiali metallici in opera	665
La lavorazione del rame	665

Articoli e comunicazioni.

Le rotture accidentali dei materiali metallici in opera ed il modo di prevenirle, P. Forcella	673
Lavorazione del rame, G. Mangani	677-700
Progressi notevoli da realizzare nella preparazione e messa in opera dei materiali di linea, G. B. Serra	752-773-803

Riassunti.

Influenza della temperatura sulle materie isolanti impiegate nella costruzione delle macchine elettriche, E. Vannotti	111
---	-----

Lettere alla redazione.

Sulla costruzione degli isolatori passanti, O. L'Éplattenier	256
--	-----

Sunti e sommari.

Ricerche col metodo dell'impronta sui pezzi isolanti stampati, G. J. Mayer	118
Sulla resistenza elastica dei metalli alla trazione, M. Cantone	140
Resistività dell'alluminio a diverse temperature, G. Grassi	235
Il magnesio e le leghe ultra-leggere, A. Portevin	557

Cronaca.

La prova dielettrica degli oli isolanti	103
Variazione della resistenza dei metalli puri in funzione della temperatura	496
Ghisa non magnetica	519
Materiali per isolatori	586
Le miniere di rame a Cipro	624

28. - Misure: metodi ed strumenti.

Note di redazione.

Il riscaldamento e la «specificazione» delle macchine elettriche	89
Taratura di cinescopi radiotelegrafici	89
Misura del riscaldamento delle macchine con rivelatori interni	105
Misure del riscaldamento delle macchine con rivelatori interni	106
Nuovi apparecchi per misure magnetiche	149
Sui trasformatori di misura e sulle regolarità d'esercizio	297
Per il congresso di Venezia	425
Prove sui triodi radiotelegrafici	449
Il contatore a induzione	477
Misure con corrente alternata	501
La riunione di Venezia	625

Articoli e comunicazioni.

Taratura di un cinescopio a mezzo dei fili di Lècher, G. Pession	93
Nuovi apparecchi a mercurio integratori di flusso magnetico, G. Somaini	149
I trasformatori di misura in rapporto alla continuità d'esercizio negli impianti elettrici, G. Campos	306
L'elettrotecnica alla fiera di Milano del 1923, R. San Nicolò	373
Misura del rapporto di trasformatori, G. Rebora	411
Prove comparative su triodi per apparati ricevitori r. t. F. Vice-domini	451
Esperienze e studi per la costruzione di un contatore a induzione, S. Ruberti	485
Il doppio ponte con corrente alternata, E. Biffi	508
Frodi e rimedi nei contatori per motori trifasi, I. Clementi	626
Sulle misure del grado del vuoto dei triodi, G. De Colle	627
Registrazione della portata nei canali degli impianti idroelettrici, C. Puccioni	865

Riassunti.

Influenza della temperatura sulle materie isolanti impiegate nella costruzione delle macchine elettriche, E. Vannotti	111
---	-----

Lettere alla redazione.

A proposito del galvanometro differenziale, A. Sellerio	19
Sulle frodi nei contatori, C. Cianci	733

Sunti e sommari.

Il metodo stroboscopico per la misura delle velocità, Val. A. Fynn	80
--	----

Taratura dei wattmetri per correnti alternate, <i>P. de la Gorge e A. Bayon</i>	140
Impiego del ponte per la determinazione della resistenza effettiva di una bobina di induttanza o di un condensatore, <i>H. V. Higgit</i>	164
Se l'effetto fotoelettrico nel ferro sia influenzato dalla magnetizzazione, <i>G. Polvani</i>	187
Un procedimento rapido per la determinazione degli elementi del magnetismo terrestre, <i>M. Pérot</i>	191
Prove di ossidazione su fusibili per 60 ampère, <i>W. Höpp</i>	211
Riduttori di corrente resistenti agli effetti dei corti circuiti, <i>C. Schrader</i>	213
I metodi di opposizione nelle misure con corrente alternata, <i>Perry A. Borden</i>	236
Nuovi metodi per la misura del momento d'inerzia nelle macchine elettriche, <i>Knauer - Schulze</i>	440
Il miglioramento del fattore di potenza, <i>G. Kapp</i>	513
Resistenza e capacità a frequenze r. t. di diversi tipi di bobine, <i>J. H. Morecroft</i>	557
I tubi a vuoto e la misura del valore massimo di tensioni alternate, <i>A. Palm</i>	831
Applicazioni e limitazioni delle termocoppie nella misura di temperatura, <i>Irving B. Smith</i>	854
<i>Cronaca.</i>	
Misura industriale dei volt-ampère e del fattore di potenza	68
Utilità e importanza pratica dei misuratori del consumo d'energia	763
<i>Libri e pubblicazioni.</i>	
Corso di misure elettriche, <i>L. Ferraris</i>	172

29. - Motori elettrici.*Note di redazione.*

L'avviamento automatico dei motori asincroni	525
Nuovi sviluppi del circuito equivalente	765

Articoli e comunicazioni.

Le relazioni che intercorrono fra i sovraccarichi e la temperatura interna delle macchine, <i>G. Semenza</i>	89
L'elettrotecnica alla Fiera di Milano del 1923, <i>R. San Nicolò</i>	373
Avviamento automatico di motori asincroni sotto coppia-motrice costante e massima, <i>G. Sartori</i>	526
Circuito elettrico equivalente del motore ad induzione con avvolgimento di regolazione sul rotore, <i>C. Della Salda</i>	770

Riassunti.

Influenza della temperatura sulle materie isolanti impiegate nella costruzione delle macchine elettriche, <i>E. Vannotti</i>	111
--	-----

Lettere alla redazione.

Sull'avviamento dei motori asincroni, <i>G. Grassi</i>	207
Eccitazione in serie o in derivazione dei motori d'automobile, <i>E. Belloni</i>	621

Sunti e sommari.

Locomotori elettrici di manovra, <i>F. W. Carter</i>	44
I nuovi locomotori monofasi delle ferrovie Retiche	65
Il motore polifase ad induzione ad avviamento automatico, <i>James L. Hamilton</i>	82
La temperatura interna dei motori da trazione come misura della loro prestazione	165
Studio sulla messa in sincronismo dei motori sincroni avviatesi sotto carico	258
L'impianto elettrico dello Stato norvegese a Glomfjord	490
Recenti perfezionamenti nei locomotori elettrici a scartamento ridotto	707
Un motore a induzione a gabbia, con grande momento torcente e piccola corrente all'avviamento, <i>T. F. Wall</i>	880

Cronaca.

I nuovi locomotori elettrici	172
Economie del 60/100 in peso con bobine di alluminio invece di quelle di rame nei motori di trazione	195

30. - Motori primi, caldole, ecc.*Note di redazione.*

L'utilizzazione diretta dell'energia solare	1
Una nuova teoria per le turbine idrauliche	245
Sul calcolo delle turbine idrauliche	269
Scelta delle turbine per le Centrali idroelettriche	665

Articoli e comunicazioni.

L'utilizzazione industriale del calore solare, <i>T. Romagnoli</i>	2
Fondamenti di una nuova teoria idrodinamica delle turbine idrauliche, <i>A. Prosciutto</i>	245-270
Criteri per l'impiego delle turbine nelle centrali idroelettriche, <i>G. Gambardella</i>	669

Lettere alla redazione.

Su una nuova sorgente d'energia, <i>A. Righi</i>	96
Su una nuova sorgente d'energia, <i>G. Boggia</i>	159
Nuove fonti di energia naturale, <i>P. Amoretti</i>	461

Sunti e sommari.

Le turbine da 55.000 HP, dell'impianto di Queenston, <i>I. H. Rogers</i>	21
Il motore polifase ad induzione ad avviamento automatico, <i>James L. Hamilton</i>	82

Cronaca.

La prima installazione commerciale di una turbina a vapore di mercurio	103
Rendimento dei motori primi	624

Libri e pubblicazioni.

Le turbine idrauliche, <i>M. Lo Presti</i>	87
Caratteristiche costruttive delle turbine idrauliche negli impianti attuali, <i>C. Gambardella</i>	172

31. - Necrologie.

Ing. Ampelio Calderini	104
Ing. Vittorio Locarni	172
Max Abraham	244
In memoria di Moisè Ascoli	449
Comm. Ing. G. B. Maffiotti	500
C. P. Steinmetz	811
Maurizio Leblanc	811
Ing. Ernesto Sannia	864
Prof. J. Violle	882

32. - Note e questioni economiche, finanziarie e politiche.*Articoli e comunicazioni.*

L'arte di utilizzare il tempo nelle industrie e nei servizi pubblici, <i>M. Semenza</i>	137
Considerazioni tecnico-economiche sui servizi radiotelegrafici commerciali, <i>G. Vallauri - G. Pession</i>	651

Riassunti.

Rassegna economica, <i>R. San Nicolò</i> 46-85-143-238-313-388-465-498-657-709-785-860	
--	--

Sunti e sommari.

L'Istituto di ricerche di Karlsruhe per l'organizzazione razionale del lavoro, <i>A. Antoine</i>	121
--	-----

Cronaca.

Risorgimento industriale in Russia	122
L'atteggiamento del governo britannico riguardo alle concessioni radio	762
Trust franco-russo per le radiocomunicazioni	762
Crisi nell'industria della diffusione radiotelefonica in America	762
La politica radiotelegrafica alla conferenza imperiale britannica	858
Materiale radioelettrico francese in Italia	884

33. - Note e questioni legali.*Articoli e comunicazioni.*

Derivazione di acque pubbliche, <i>G. Calabi</i>	497
Servizi di elettrodotti, <i>G. Calabi</i>	763
Acque pubbliche, <i>G. Calabi</i>	763

34. - Radiotelegrafia e radiotelefonica.*Note di redazione.*

Taratura di cinescopi radiotelegrafici	89
Prove sulle valvole triodiche per r. t.	425
Prove sui triodi radiotelegrafici	449
La prossima riunione a Venezia	525

L' officina r. t. della Spezia	565	Trust franco-russo per le radiocomunicazioni	762
Le grandi stazioni radiotelegrafiche	589	Crisi nell'industria della diffusione radiotelefonica in America	762
La riunione di Venezia	625	Stazioni radio in Jugoslavia	783
Il successo della XXVIII riunione a Venezia	693	L'invenzione della radiotelegrafia	784
Perfezionamenti all'arco Poulsen	789	Regolamento in vigore in alcuni paesi per la diffusione della radio- telegrafia	833
Articoli e comunicazioni.		Formule di propagazione delle onde radio	833
Taratura di un cymometro a mezzo dei fili di Lecher. G. Pession	93	Reazione della corrente di un'antenna ricevitrice sul campo elet- tricomagnetico che l'ha prodotta	834
Prove comparative su triodi per apparati ricevitori r. t. F. Vice- domini	426-450	La politica radiotelegrafica alla conferenza imperiale britannica	858
Lo sviluppo e l'opera dell'officina radiotelegrafica della R. Ma- rina. G. Montefinale	565	Materiale radioelettrico francese in Italia	884
I moderni impianti di trasmissione radiotelegrafica. U. Ruelle	611	Libri e pubblicazioni.	
Sulle misure del grado del vuoto dei triodi. G. De Colle	627	La radiotéléphonie. Ch. Toché	586
I moderni impianti di ricezione radiotelegrafica. U. Sordina	631	Lezioni di radiotelegrafia. G. Pession	587
Considerazioni tecnico economiche sui servizi radiotelegrafici com- merciali. G. Vallauri e G. Pession	651	Valvole joniche. G. Montefinale	740
Funzionamento dell'arco Poulsen su circuiti accoppiati. G. Pession	800	The Poulsen Arc Generator. C. F. Elwell	835
Lettere alla redazione.		35. - Società scientifiche, associazioni, concorsi, ecc.	
Sull'opera dell'officina r. t. della R. Marina. L. Solari	656	Note di redazione.	
Lo sviluppo e l'opera dell'officina radiotelegrafica della R. Marina. L. Solari - G. Montefinale	806	Il nuovo Consiglio superiore dei Lavori Pubblici	149
Sunti e sommari.		Conferenza internazionale di Parigi	789
Il radiogoniometro e la sua applicazione alla navigazione. F. A. Holster e F. W. Dunmore	96	La conferenza internazionale di Parigi e la commissione elettro- tecnica internazionale	813
Note sulla teoria della modulazione. R. Carson	119	La recente conferenza di Parigi	837
Alcuni recenti progressi sull'uso dei circuiti a rigenerazione. E. H. Armstrong	165	Cronaca.	
Il fenomeno di attrazione elettrica secondo Johnsen-Rahbeck e le sue applicazioni. K. Rottgardt	192	Lo scioglimento del Consiglio superiore delle acque	24
Ipotesi sulla pressione del vento per il progetto di piloni. C. F. Elwell	214	Fondazione « Ben Nahmias »	44
L'uso dei tubi elettronici di potenza elevata. I. Langmuir	214	Premio biennale « L. Loria »	85
Amplificazione ad alta e bassa frequenza ottenuta in uno stesso triolo. A. Ringel	261	Associazione « Santa Barbara »	143
Progressi della radiotecnica in Russia dal 1918 al 1921. V. Ba- ghenoff	285	La nuova costituzione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici	168
Disaccoppiamenti di sistemi elettrici. M. W. Korshenewsky e M. Wien	310	Riunione annuale delle associazioni norvegese e svedese di esercenti d'impresie elettriche	217
Ricerche sulla resistenza degli aerei di trasmissione. T. L. Eckersley	337	Concorso di allievo chimico nei laboratori chimici delle Dogane ed imposte indirette	311
Studio economico comparativo dei diversi sistemi di trasmissione. C. Julien e C. Calvel	337	Congresso internazionale delle Federazioni dei lavoratori intel- lettuali	311
Telegrafia senza fili nello spazio. W. Burstyn	363	Associazione per le acque pubbliche d'Italia	338
Il risonatore piezo-elettrico. W. G. Cady	412	Comitato Nazionale Scientifico-tecnico per lo sviluppo e l'incres- mento dell'industria italiana	417
Delle lampade a tre elettrodi (anodo-catodo e griglia interme- diaria). M. Leblanc	414	Concorsi vari	442
Studio delle oscillazioni prodotte dai triodi generatori. Ives e Hickman	441	Concorsi « Prof. Scarpa »	496
Aerei a telaio ed errori di rilevamento. E. Bellini	461	Comitato Nazionale scientifico-tecnico	520
La misura del campo elettrico dei segnali r. t. in arrivo. Holling- worth	494	Esposizione radio-elettrica a Losanna	586
Il ricevitore a neutrodina. A. Ringel	493	Conferenza internazionale di Losanna dei fabbricanti di lampadine elettriche	708
Alcuni aspetti della radiotelegrafia a grande distanza	518	Borse di perfezionamento conferite dal Comitato Nazionale scien- tifico-tecnico di Milano	762
Un microfono senza diaframma per la radiotelegrafia. Ph. Thomas	518	Conferenza internazionale per le reti ad altissima tensione	783
Il trasmettitore radio da 10 kW tipo Poulsen-Lorenz della stazione di Königswusterhausen. H. Turn	688	Commissione elettrotecnica internazionale	833
Generazioni di oscillazioni polifasi ad alta frequenza per mezzo dei tubi elettronici. R. Mesny	782	Concorso internazionale ad un premio di lire sterline 1000 per una locomotiva con batteria ad accumulatori elettrici	833
Il nuovo impianto radiotelefonico delle torre Eiffel. L. Jullien	832	La seconda conferenza internazionale sulle reti ad alta tensione	848
Cronaca.		Concorso dell'Amministrazione Provinciale di Parma al posto di Inge- gnere capo dell'Ufficio tecnico provinciale	884
La costruzione di triodi della potenza di 100 kW	44	36. - Statistica.	
Raddrizzatori polifasi	104	Riassunti.	
A proposito di brevetti sui triodi o valvole r. t.	122	Titoli e materie prime	48
Lo sviluppo della rete radiotelegrafica dell'impero inglese	143	Lettere alla redazione.	
Lo sviluppo dei triodi trasmettenti della Telefunken	170	L'opera del servizio idrografico. L. Cozza e G. Revessi	437
La funzione della terra e dell'atmosfera nella trasmissione r. t.	194	Cronaca.	
Ricerche sulla origine dei disturbi atmosferici nella radiotelegrafia	217	Il consumo mondiale di energia elettrica	170
Comitato nazionale di radiotelegrafia scientifica	218	37. - Tarifficazione e vendita.	
Nuovi esperimenti navali di comando a distanza mediante la radio- telegrafia	237	Note di redazione.	
Il centro radiotelegrafico di Caltano	286	La situazione attuale dell'industria elettrica	197
In materia di patenti relative ai triodi	387	L'accumulazione termica e le tariffe di vendita dell'energia	222
Triodi di quarzo per elevate potenze	387	Il problema finanziario dei nuovi impianti elettrici	245
I disturbi atmosferici nella radiotelegrafia	418	Malinconie statistiche	449
Il relais magnetico a tamburo	464	La riunione di Venezia	625
Sulla natura dei disturbi atmosferici in r. t.	496	Articoli e comunicazioni.	
Alcune nuove idee riguardo alla trasmissione r. t.	519	La situazione attuale dell'industria elettrica. D. Civita	197
Radiotelegrafia attraverso l'Atlantico	561	L'accumulazione elettrotermica e le tariffe inerenti. G. Durando	222
Il Comitato Italiano di radiotelegrafia scientifica e l'esposizione di Padova	561		
Esposizione radio-elettrica a Losanna	586		
Traffico radio-telegrafico tra l'Europa e gli Stati Uniti	657		
L'atteggiamento del Governo britannico riguardo alle concessioni radio	762		

L'evoluzione tecnica ed economica degli impianti elettrici; difficoltà, pericoli e rimedi. <i>G. Revessi</i>	252
Frodi e rimedi nei contatori per motori trifasi. <i>I. Clementi</i>	626

Lettere alla redazione.

Sul problema finanziario dell'industria elettrica. <i>C. Rodanò</i>	283
Le grandi arterie di trasmissione elettrica in Italia. <i>S. De Stefani</i>	362
Sul problema finanziario dell'industria elettrica. <i>D. Civita</i>	436
Sul problema finanziario dell'industria elettrica. <i>C. Rodanò</i>	512
Tariffe in base al fattore di potenza. <i>G. Francanzani</i>	556
Malinconie statizzatrici. <i>G. Revessi</i>	557
Sulle frodi nei contatori. <i>C. Cianci</i>	733

Sunti e sommari.

L'economia degli impianti di produzione d'energia discussa dagli ingegneri di New York	760
--	-----

Norme, leggi e decreti.

Disposizioni sul prezzo dell'energia elettrica	691
--	-----

38. - Telefonia, telegrafia, segnalazioni.*Note di redazione.*

Comunicazioni elettriche ad alta frequenza su fili	525
La riunione di Venezia	625
Telegrafi autografici	693
Linee telegrafiche e telefoniche	741

Articoli e comunicazioni.

L'elettrotecnica alla fiera di Milano del 1923. <i>R. San Nicolò</i>	373
Telefonia e telegrafia ad alta frequenza su fili. <i>P. Borgatti</i>	531
Trasmettitore di registrazioni o di comandi a distanza. <i>G. Campos e B. Usigli</i>	638
Sui telegrafi autografici. <i>M. Pierucci</i>	702
Convenzione per i cavi sottomarini e per la radiotelegrafia. <i>G. P.</i>	827
Telefoni e segnalazioni al servizio degli impianti elettrici. <i>G. Vallauri</i>	875

Lettere alla redazione

Per le norme contro le correnti vaganti. <i>G. Magagnini</i>	158
Telefonia, telegrafia, ecc. <i>G. Picena</i>	207-461
Telefonia ad onde convogliate. <i>G. Rautenkrautz</i>	853

Sunti e sommari.

Esercizio degli impianti di telefonia automatica. <i>L. Iubberger</i>	261
Sistemi telefonici per grandi assemblee. <i>Green e Naxfield</i>	495
Uso dei sistemi telefonici per grandi assemblee, ecc. <i>Martin e Clark</i>	495
Un microfono senza diaframma per la radiotelegrafia. <i>Ph. Thomas</i>	518
Comunicazioni con onde convogliate su linee ad alta tensione. <i>E. Austin</i>	809

Cronaca.

Perfezionamenti nei ricevitori per cavi piloti	104
Un nuovo amplificatore di suoni	195
Nuclei di bobine di apparecchi telefonici in polvere di ferro compr. La telefonia a grande distanza ed il cavo telefonico Torino-Genova-Milano	311
Le onde ultra sonore ovvero onde elastiche	497
Attestati di privative industriali	521
Il pallofono	562
Telegrafi e telefoni (Pubbl. ufficiale Ministero Poste e Telegrafi)	689
Tabelle pubblicate dal Ministero PP. TT.	859

39. - Trasformatori, convertitori, raddrizzatori, ecc.*Note di redazione.*

Sui trasformatori di misura e sulle regolarità d'esercizio	297
Sul raffreddamento dei trasformatori	401

Articoli e comunicazioni.

I trasformatori di misura in rapporto alla continuità d'esercizio negli impianti elettrici. <i>G. Campos</i>	306
L'elettrotecnica alla fiera di Milano del 1923. <i>R. San Nicolò</i>	373
Raffreddamento naturale delle casse per trasformatori in olio. <i>R. Rebora</i>	406
Misura del rapporto dei trasformatori. <i>G. Rebora</i>	411
Il doppio ponte con corrente alternata. <i>E. Biffi</i>	508
Impianti idroelettrici Piave-Santa Croce. <i>C. Semenza</i>	589

Lettere alla redazione.

Sulle trasformatrici polimorfiche. <i>A. Sellerio</i>	160
Sulla continuità d'esercizio degli impianti elettrici. <i>P. Winternit</i>	361

Sunti e sommari.

Un complesso di trasformatori per prove a un milione di volt. <i>A. B. Hendriks Jr.</i>	632
---	-----

Cronaca.

I più grandi trasformatori europei a raffreddamento naturale	263
Raddrizzatore a tubi elettronici per 30 K W.	417

Domande e risposte.

Sul funzionamento dei trasformatori trifasi a vuoto	290-340-418
Sul funzionamento di due convertitori in parallelo	712-740-763-788

40. - Trasmissione e distribuzione.*Note di redazione.*

Le possibilità nella grande trasmissione dell'energia	49
Comportamento di linee in parallelo	449
La crisi di «magra» negli impianti del Veneto	565
Funzionamento di grandi linee in parallelo	813
La recente conferenza di Parigi	837

Articoli e comunicazioni.

Sulla possibilità del trasporto a distanza di grandi quantità di energia. <i>G. Ossanna</i>	59
Nuovo tipo di isolatore per linee ad alta tensione. <i>L. Perotto</i>	333
Studi sulle trasmissioni: VII. Le curve caratteristiche degli spostamenti angolari. <i>G. Revessi</i>	455
La distribuzione dell'energia elettrica e le crisi di magra ordinarie ed eccezionali dei corsi d'acqua del Veneto. <i>A. Forti</i>	575
Materiale per linee elettriche rurali: cavi flessibili e relativi accessori. <i>E. Soleri</i>	639
Progressi notevoli da realizzare nella preparazione e messa in opera dei materiali di linea. <i>G. B. Serra</i>	752-773
Sul comportamento di più linee di trasmissione d'energia funzionanti in parallelo. <i>C. Castellani - G. Melinossi</i>	823
Palificazioni Standard per grandi trasporti di energia elettrica. <i>G. D. Cangia</i>	837
Sul massimo rendimento di una linea di trasmissione. <i>C. Mezzadri</i>	873

Lettere alla redazione.

Le grandi arterie di trasmissione elettrica in Italia. <i>S. De Stefani</i>	362
Sulla fune di guardia. <i>A. Dalla Verde</i>	459

Sunti e sommari.

Le grandi reti elettriche per trasmissione d'energia ad alta tensione in Francia. <i>P. Le Verrier</i>	117
Eliminazione del ghiaccio formantesi sui conduttori aerei di trazione. <i>H. H. Sener</i>	189
Un metodo grafico per il calcolo esatto di linee di trasmissione. <i>Collis H. Holladay</i>	335
Le grandi reti di trasporto d'energia ad altissima tensione	461
Il miglioramento del fattore di potenza. <i>G. Kapp</i>	513
La stanchezza dei cavi d'alta tensione. <i>M. Klein</i>	621

Cronaca.

Il «Heavisidion». Uno strumento per la risoluzione meccanica delle lunghe linee di trasmissione	812
La seconda conferenza internazionale sulle reti ad alta tensione	848

Norme, leggi e decreti.

Servizi di elettrodotto. <i>G. Calabi</i>	339-763
---	---------

Libri e pubblicazioni.

Le lunghe linee elettriche di trasmissione. <i>E. Carlevaro</i>	172
---	-----

41. - Trazione e propulsione.*Note di redazione.*

Norme per la difesa contro le correnti vaganti	49
Utilizziamo meglio il nostro tempo	125
Tramvie a vapore ed elettriche	221
Questioni di trazione elettrica	269
La ferrovia monofase centrale Umbra	525

Articoli e comunicazioni.

Le correnti vaganti tramviarie, la necessità di una legislazione in materia. <i>G. Peri</i>	50
---	----

L'arte di utilizzare il tempo nelle industrie e nei servizi pubblici.

<i>M. Semenza</i>	137
Sulla elettrificazione delle tramvie extra-urbane. <i>M. Semenza</i>	220
A proposito dell'elettrificazione delle ferrovie. <i>E. Stassano</i>	275
Trazione elettrica e trazione a vapore sulle linee ferroviarie. <i>F. Spani</i>	279
L'elettrotecnica alla fiera di Milano del 1923. <i>R. San Nicolò</i>	373
La elettrificazione della ferrovia centrale-umbra a corrente monofase 11.000.volt 25 periodi. <i>G. Sona</i>	541
Sullo scoppio di un serbatoio ad aria compressa in una vettura tramviaria. <i>G. Gallo</i>	871

Lettere alla redazione.

Per le norme contro le correnti vaganti. <i>G. Magagnini</i>	158
A proposito delle correnti vaganti. <i>G. Magagnini</i>	256
L'autostrada elettrica. Autostrade e ferrovie. <i>M. Semenza</i>	282
Autostrade e ferrovie. <i>E. Belloni</i>	384
Eccitazione in serie e in derivazione dei motori d'automobile. <i>E. Belloni</i>	621
Sullo scoppio di un serbatoio ad aria compressa in una vettura tramviaria. <i>G. Gallo</i>	871

Sunti e sommari.

L'illuminazione dei treni. <i>H. Guérin</i>	22
Locomotori elettrici di manovra. <i>F. W. Carter</i>	44
I nuovi locomotori monofasi delle ferrovie Retiche	65
Applicazione della trazione elettrica a corrente monofase sulla rete della Compagnia delle Ferrovie della Camargue. <i>J. Reyval</i>	66
Gli autobus e i trams in Inghilterra	101
Nuovi locomotori con comando indipendente degli assi motori	119
La temperatura interna dei motori da trazione come misura della loro prestazione	165
L'utilizzazione del combustibile nelle ferrovie francesi. <i>Walckenaer</i>	167
Eliminazione del ghiaccio formantesi sui conduttori aerei di trazione. <i>H. H. Sener</i>	189
La elettrificazione della zona 1 ^a delle ferrovie dello Stato cilene. <i>W. Musswitz</i>	193
Tendenza dei prezzi, delle paghe, del costo dei biglietti tramviari negli Stati Uniti	276
Vetture tramviarie leggere	560
Aspetti economici della elettrificazione ferroviaria. <i>Ph. Dawson</i>	583
Locomotori per il Giappone	623
Recenti perfezionamenti nei locomotori elettrici a scartam. ridotto	707
L'elettrotrazione in Germania. <i>W. Weichmann</i>	735
Le automotrici Diesel-elettriche sulle ferrovie svedesi	737
Nuovo locomotore americano	764
Relazione tra la temperatura atmosferica e l'energia consumata nelle vetture elettriche. <i>H. W. Baumgarten</i>	783
Sull'elettrificazione delle ferrovie dei Paesi Bassi. <i>L. G. Storkvis</i>	783
Caratteristiche delle locomotive elettriche. <i>N. W. Storer</i>	836
Giunti di rotaie saldate elettricamente. <i>E. B. Entwistle</i>	857
La trazione elettrica al Congresso internazionale di Roma	882

Cronaca.

Progetto di elettrificazione in Spagna	45
Macchina registratrice e calcolatrice per la distribuzione dei biglietti tramviari	45
Metodo di registrazione dei periodi di sosta dei locomotori e vetture automotrici di servizio	45
Successi della propulsione elettrica	68
Il piroscalo da carico a motori Diesel «Handicap»	104
Un tipo di sottostazione di conversione silenziosa	122
Il più grande piroscalo a motori Diesel costruito fino ad oggi	143
Le sottostazioni automatiche nel servizio tramviario	171
Nuovi locomotori elettrici	172

Economie del 60 per 100 in peso con bobine in alluminio invece di rame nei motori di trazione	195
Una nuova locomotiva turbo-elettrica	218
L'elettrotrazione in Svizzera	218
Linea ferroviaria tra Mullens e Roanski	387
Attestati di privative industriali	521
La trazione elettrica in Inghilterra	586
Prevenzione accidenti tramviari	624
Trazione senza rotaie	657
Locomotori francesi	691
Energia elettrica galleggiante	708
Alcuni dati d'esercizio delle Ferrovie dello Stato	739
La locomotiva a turbina Ljungstrom	739
Utilità e importanza pratica dei misuratori del consumo d'energia	763
L'utilizzazione delle rotaie per il circuito di comando dei segnali attraverso una galleria molto umida	784
Nuovo locomotore francese	811
L'elettrificazione delle ferrovie del Messico	835

Libri e pubblicazioni.

Traction électrique. <i>R. Martin</i>	340
---	-----

42. - Varie.

Note di redazione.

La fiera campionaria di Milano	373
--	-----

Articoli e comunicazioni.

L'arte di utilizzare il tempo nelle industrie e nei servizi pubblici. <i>M. Semenza</i>	137
L'elettrotecnica alla fiera di Milano del 1923. <i>R. San Nicolò</i>	373
Disposizioni legislative a favore degli impianti elettro-agricoli. <i>E. Giovannoni</i>	628
Sullo scoppio di un serbatoio ad aria compressa in una vettura tramviaria. <i>G. Gallo</i>	871

Lettere alla redazione.

A proposito delle correnti vaganti. <i>G. Magagnini</i>	256
L'opera del servizio idrografico. <i>L. Cozza - G. Revessi</i>	437
Un interessante caso di fulminazione. <i>Muschka</i>	579

Sunti e sommari.

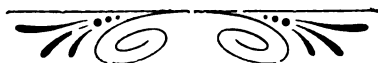
Gli autobus ed i trams in Inghilterra	102
L'Istituto di ricerche di Karlsruhe per l'organizzazione razionale del lavoro. <i>A. Antoine</i>	121
I mezzi geofisici per lo studio del sottosuolo. <i>I. Michaut</i>	141
L'otofono. <i>E. Cahen</i>	160

Cronaca.

Macchina registratrice e calcolatrice per la distribuzione dei biglietti tramviari	45
Risorgimento industriale in Russia	122
Associazione «Santa Barbara»	143
La questione dell'energia idroelettrica	338
L'illuminazione delle vetrine	442
Onoranze al Dr. Blathy	496-520
Per la sicurezza delle dighe	884

Libri e pubblicazioni.

L'organizzazione e la direzione dell'Officina meccanica. <i>Harley di S. Giorgio</i>	172
--	-----



Errata-corrige.

Per il nuovo anno.

Quei lettori che hanno scorso la nota sullo sviluppo di questo giornale, pubblicata nel numero speciale in occasione del venticinquennio dell'A.E.I. sanno come le condizioni in cui si svolge la vita materiale dell'*Elettrotecnica* siano abbastanza soddisfacenti, mercè soprattutto il benevolo e costante appoggio dei soci tutti. Senza dubbio la crisi generale susseguita alla guerra, proprio quando i più ottimisti speravano un rapido ritorno alle condizioni prebelliche, è tutt'altro che superata; ma, ciononostante, i lettori potranno rilevare con questo fascicolo un sensibile miglioramento nella carta e nei tipi, i quali, per necessità di cose, erano andati riducendosi ad un minimo assai penoso per gli occhi. Il miglioramento non è grandissimo ma possiamo sperare ch'esso sia solo un inizio, e che si possa a poco a poco ritornare, sotto questo riguardo, alle condizioni di quella specie di età dell'oro quale ormai ci appaiono gli anni immediatamente precedenti il conflitto Europeo.

Per la sostanza della rivista, non è nostro costume fare programmi; senza rinnovare le esortazioni tante volte ripetute in queste note, vogliamo solo ricordare che l'*Elettrotecnica* è il giornale dell'A.E.I. e che essa sarà tanto migliore quanto più spontanea e copiosa sarà la collaborazione dei soci tutti.

P

gi
qu
vi
m
du
o'
tur
tip
tip
nin
ma
a p
di
pre

gra
ste
dell
cop

De

qual

dare
tere
apra
nfat
che

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Per il nuovo anno.

Quei lettori che hanno scorso la nota sullo sviluppo di questo giornale, pubblicata nel numero speciale in occasione del venticinquennio dell'A.E.I. sanno come le condizioni in cui si svolge la vita materiale dell'*Elettrotecnica* siano abbastanza soddisfacenti, mercè soprattutto il benevolo e costante appoggio dei soci tutti. Senza dubbio la crisi generale susseguita alla guerra, proprio quando i più ottimisti speravano un rapido ritorno alle condizioni prebelliche, è tutt'altro che superata; ma, ciononostante, i lettori potranno rilevare tipi, i quali, per necessità di cose, erano andati riducendosi ad un tipo che per necessità di cose erano andati riducendosi ad un minimo assai penoso per gli occhi. Il miglioramento non è grandissimo ma possiamo sperare ch'esso sia solo un inizio, e che si possa a poco a poco ritornare, sotto questo riguardo, alle condizioni di quella specie di età dell'oro quale ormai ci appaiono gli anni immediatamente precedenti il conflitto Europeo.

Per la sostanza della rivista, non è nostro costume fare programmi; senza rinnovare le esortazioni tante volte ripetute in queste note, vogliamo solo ricordare che l'*Elettrotecnica* è il giornale dell'A.E.I. e che essa sarà tanto migliore quanto più spontanea e copiosa sarà la collaborazione dei soci tutti.

Descrizione degli impianti elettrici italiani.

Su un punto del nostro programma dobbiamo tuttavia spendere qualche parola.

È sempre stato vivissimo il desiderio dei lettori, e nostro, di dare maggior sviluppo alle descrizioni dei nostri grandiosi ed interessanti impianti idroelettrici. Le poche descrizioni sporadiche apparse in questi primi otto anni di vita dell'*Elettrotecnica*, furono infatti quasi tutte dovute alla iniziativa di qualche Società o di qualche benemerito collega che era stato *magna pars* nell'esecuzione degli impianti presi in esame. Esse si presentano quindi necessariamente, a chi le consideri oggi nel loro insieme, assai disperate, sia per la proporzione data alle varie parti, sia, specialmente, per i criteri seguiti nella esposizione e nella illustrazione delle opere. Ma, soprattutto, la loro mole e il loro numero appaiono assolutamente sproporzionati all'importanza ed al numero degli impianti idroelettrici che annualmente vengono ad arricchire questa parte così caratteristica del nostro patrimonio nazionale. Il desiderio di fare di più, è sempre stato vivissimo in quanti si interessano ai nostri impianti e si sentono giustamente orgogliosi per quello che le nostre imprese ed i nostri tecnici hanno saputo fare nell'ultimo ventennio; ma le difficoltà pratiche che si oppongono alla raccolta ed alla elaborazione dei dati necessari sono finora state troppo superiori alle possibilità materiali del nostro giornale. Non abbiamo mai mancato di incitare in ogni modo i nostri benemeriti industriali — e la raccolta di queste brevi note decadiche ne può far fede — perchè aggiunsero, alle altre molte, una nuova benemerita, dando ai loro uffici tecnici il compito ed il tempo necessari per approntare via via la descrizione completa di ogni nuovo impianto; ma purtroppo la vita febbrile dei tempi nostri e le gravi cure giornaliere hanno sempre opposto a simile iniziativa i maggiori ostacoli.

Va riconosciuto all'attuale Presidenza Generale della nostra Associazione il merito grande di aver subito posto risolutamente sul tappeto il problema, tracciando un programma, che si potrebbe oggi chiamare programma massimo, per una descrizione sistematica degli impianti elettrici italiani, mediante una pubblicazione a sè, costituita da una serie di ampie monografie, ricche di disegni e di particolari costruttivi. Per non ledere il diritto dei Soci, i quali giustamente possono pretendere che l'*Elettrotecnica* abbia ad occuparsi anche di impianti elettrici, di ogni monografia si sarebbe pubblicato sul giornale un più o meno ampio riassunto.

Fu così iniziato, fin dai primi mesi dello scorso anno e con mezzi maggiori che per il passato, il lavoro preparatorio per tradurre in

atto il proposito; ma esso mise in evidenza l'opportunità, per arrivare rapidamente e sicuramente a risultati concreti, di cominciare in forme alquanto più modeste, con descrizioni da pubblicarsi nello stesso giornale dando la precedenza, nei limiti della possibilità, agli impianti più recenti o dotati di caratteristiche particolarmente interessanti. In tale senso appunto fu deliberato in occasione dell'ultimo Consiglio Generale, sicchè utilizzando il personale assunto ed il materiale raccolto nei trascorsi mesi, l'*Elettrotecnica* potrà finalmente dare sufficiente sviluppo ad una rubrica tanto apprezzata dai suoi lettori; e noi ci proponiamo fermamente di fare del nostro meglio perchè la rubrica possa svilupparsi ampia, nutrita e interessante.

A molti riesce talvolta fastidioso il dover andare a ricercare una descrizione nei volumi del giornale, e v'è chi ritiene sempre che le descrizioni dei nostri impianti dovrebbero costituire dei fascicoli a sè da potersi eventualmente raccogliere in volumi, raggruppandoli sia per regione, sia per Società. Per soddisfare anche questi legittimi desideri si è deliberato che delle singole descrizioni si pubblicheranno sempre gli estratti, tanto su carta comune che su carta patinata e tali fascicoli che saranno naturalmente messi in vendita, saranno ceduti con notevole sconto ai soci ed agli abbonati che si saranno prenotati. In altra parte del giornale sono precisate le condizioni di questa prenotazione. Noi qui raccomandiamo vivamente ai lettori che intendono prenotarsi di volerlo fare al più presto e in ogni caso entro il corrente mese di Gennaio.

✱

Iniziamo oggi la pubblicazione con gli impianti delle Imprese Elettriche Conti in valle d'Ossola, meta di una interessantissima visita durante la recente Riunione di Milano. Poichè oggi le centrali non sono più organismi per sè stanti, ma sono sempre parti di un complesso inteso alla più razionale e completa utilizzazione di un bacino, diamo innanzi tutto un quadro d'insieme, idraulico ed elettrico, degli impianti della Val d'Ossola. A tale specie di prefazione — che fu distribuita come estratto durante il Congresso — seguirà subito la descrizione dell'impianto di Crego che è l'ultimo entrato in servizio nel gruppo Conti. Su di esso avremo occasione di ritornare nei prossimi numeri; qui intanto dobbiamo ringraziare i tecnici tutti della Società Conti che misero gentilmente a nostra disposizione notizie, disegni e fotografie, ed in particolare l'Ing. Ganassini, Consulente della Società per le opere idrauliche e l'Ingegnere Broggi direttore dell'Ufficio tecnico. Ai loro nomi dobbiamo unire quello dell'Ing. Ratti delle Costruzioni Meccaniche Riva per l'aiuto prezioso prestatoci, ed infine quello dell'Ing. R. San Nicolò che ci ha così validamente aiutati nella raccolta e nella elaborazione di tutto il materiale.

L'utilizzazione diretta dell'energia solare.

L'idea di utilizzare direttamente l'energia che il sole irradia sulla terra è assai antica, e sarebbe da stupire se fosse stato altrimenti, e se non si fossero avuti numerosi tentativi diretti allo scopo dal giorno in cui i progressi nelle conoscenze fisiche permisero di stabilire come tutte le forme di energia sfruttate degli uomini fossero — e siano — trasformazioni dell'energia solare. Ma poichè le difficoltà offerte dal problema sono ardue, i vari esperimenti a volta a volta tentati non ebbero seguito e, nello studio generale della questione, si alternarono periodi di ripresa e periodi di abbandono. Oggi siamo, in Italia, in un interessante periodo di ripresa ed i grandiosi progetti Dornig-Boggia, di cui demmo recentemente notizia (vedasi a pag. 774, dicembre 1922) hanno richiamato sull'argomento l'attenzione generale.

D'altra parte l'Ing. ROMAGNOLI ha realizzato intanto un sistema di utilizzazione che sta agli antipodi del sistema Dornig-Boggia nei riguardi dell'entità delle potenze messe in giuoco, ma che ha già

per sè il felice risultato dell'esperienza. Si tratta di una piccola pompa di irrigazione azionata direttamente dall'energia solare — *eliopompa* la chiama l'Autore — completamente automatica, destinata a sostituire le antiche norie a forza animale da cui tuttora dipende la coltivabilità di tante zone della nostra fertilissima Italia; cosicchè sembra facile la profezia che l'apparecchio (il cui costo di impianto non dovrebbe essere eccessivo) troverà presto numerose applicazioni.

Nella comunicazione tenuta a Bologna ed a Milano — e riportata più avanti — il Romagnoli non si limita però ad illustrare il suo ingegnoso apparecchio, ma riassume organicamente in un interessante quadro lo stato attuale del problema nelle diverse possibili forme di soluzione finora immaginate.

La Riunione Annuale del 1923.

Il felice esperimento dell'ultima Riunione Annuale nei riguardi dell'organizzazione tecnica, consiglia a perseverare nel sistema ed a non indugiare nella preparazione. La Commissione tecnica per i Congressi in una recente seduta ha quindi deciso che, come l'ultima Riunione fu dedicata alla produzione e trasmissione, la prossima sia dedicata essenzialmente alle *applicazioni dell'energia elettrica*: meccaniche, termiche, agricole ecc., ecc. Tema come si vede, assai vasto che consente libero campo ai lavori ed alle iniziative degli studiosi. Nulla è ancora stabilito circa la sede della Riunione; ma essa seguirà come sempre in autunno, cosicchè molti mesi ci separano da essa. Molti, ma non troppi; chè, perfezionando quanto fu fatto lo scorso anno, ed allo scopo di eliminare taluni inconvenienti verificatisi, il testo delle memorie e relazioni per il Congresso, dovrà essere inviato alla Presidenza *almeno tre mesi prima* del Congresso. Colleghi e consoci, al lavoro!

LA REDAZIONE.

□ L'UTILIZZAZIONE INDUSTRIALE DEL CALORE SOLARE □ □ □ □ □

TITO ROMAGNOLI



Comunicazione tenuta il 26 novembre 1922 alla Sezione di
:: Bologna e il 22 dicembre 1922 alla Sezione di Milano ::

Poco tempo fa comparve in un noto periodico commerciale ⁽¹⁾ una breve notizia sopra l'*eliopompa* RT 22, destinata a sollevare acqua per irrigazione, utilizzando il calore del sole quale sorgente di forza motrice.

Per rispondere alle numerose richieste di ulteriori chiarimenti, provocate dalla suddetta pubblicazione, ho aderito di buon grado al cortese invito del nostro Presidente, di fornire con questa comunicazione qualche dettaglio sull'apparecchio, traendone poi occasione per riassumere lo stato attuale degli studi sulla utilizzazione industriale del calore solare.

*

L'*eliopompa* RT 22 ⁽²⁾ è, per il momento, una macchina di assai modeste proporzioni. Essa è destinata a sostituire gli attuali impianti, generalmente norie ad azione animale, assai frequenti nelle zone agricole della media e bassa Italia, dove sono diffuse certe colture speciali come cavolfiore, pomodoro, tabacco, ecc. Per lo più la quantità di acqua richiesta varia dai 100 ai 300 ettolitri al giorno. Il primo modello di *eliopompa*, sperimentato l'estate scorsa in Bologna, dava già, malgrado le sue piccole dimensioni, delle portate assai considerevoli, tantochè se ne ricevette incoraggiamento per mettere in costruzione, con dimensioni opportunamente aumentate, la prima serie, che sarà pronta per la prossima primavera.

Le radiazioni solari vengono ricevute da un radiatore R (fig. 1), costituito da una cassa parallelepipedica, in lamiera di ferro nero, di pochi centimetri di altezza, disposta con inclinazione di circa 41° sul piano orizzontale.

Il radiatore viene installato in modo che la faccia superiore (cioè quella che riceve le radiazioni solari) si trovi perpendicolare al piano contenente il meridiano del luogo e rivolta verso sud.

In questo modo nelle ore del mezzogiorno i raggi solari giungeranno alla superficie ricevente con la minima inclinazione, e precisamente addirittura perpendicolari verso la fine di aprile e di settembre, con l'inclinazione massima di 24° verso la fine di giugno.

Infatti alla latitudine dell'Italia centrale l'inclinazione del sole sull'orizzonte, a mezzodì, è di circa 41° negli equinozi e 17° nel solstizio d'estate.

Il radiatore è pieno d'acqua, la quale riceve il calore dalla faccia superiore e mantenendosi in movimento per virtù dell'inclinazione dell'apparecchio, lo trasporta nella parte più alta dell'apparecchio stesso e quivi lo cede al generatore G.

Il generatore è costituito da tanti elementi verticali fissati a due tubi collettori orizzontali; ogni elemento verticale è costituito da un tubo esterno ed uno interno riuniti mediante saldatura autogena alle due estremità.

Nel generatore è contenuto un liquido volatile, che nel nostro caso è l'anidride solforosa. Questo liquido volatile, per effetto del calore trasmessogli nel modo sopra descritto, si mantiene in ebollizione, ed i vapori che si svolgono passano ad azionare una macchinetta motrice M.

La macchinetta motrice M è costruita come una comune macchina a vapore, con due cilindri sfasati di 90° per evitare i punti morti e permettere l'avviamento spontaneo.

In una serie di maggiori proporzioni verrà studiata l'opportunità

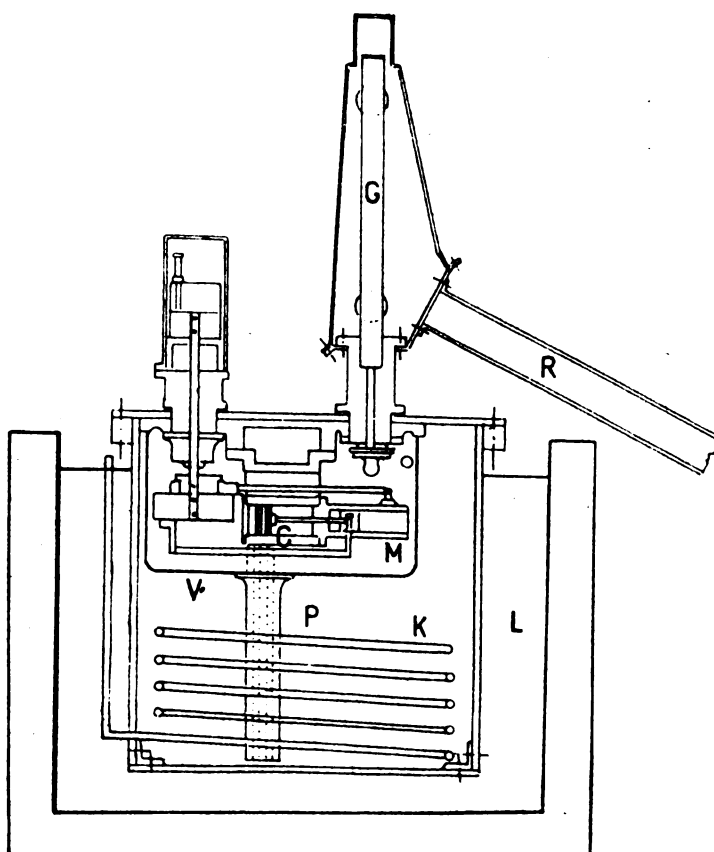


Fig. 1. — Schema dell'eliopompa.

di applicare una turbinetta a vapore, la quale, date le piccole pressioni, si presta meglio della macchina a stantuffi.

La macchinetta motrice è contenuta in una vaschetta V piena di olio lubrificante, la quale a sua volta è racchiusa dentro il condensatore K.

Lo scarico del vapore si fa direttamente nel condensatore, che è una semplice caldaia in lamiera di ferro, immersa in una vasca L, nella quale passa l'acqua sollevata dall'apparecchio prima di essere erogata per l'uso al quale è destinata. Per aumentare la superficie trasmittente, il condensatore è provvisto di un serpentino, nel quale passa l'acqua prima di entrare nella vasca L.

Il liquido, che si raccoglie nel condensatore, viene riportato nel generatore mediante una piccola pompa P.

La costruzione di questa pompa, che essendo chiusa nel condensatore non è sorvegliabile, presentò una certa difficoltà, non potendosi adottare una centrifuga nè qualcuno dei tipi rotativi, perchè si deve vincere una prevalenza troppo alta in relazione con la bassa velocità disponibile, nè una comune pompa a stantuffo, per l'impossibilità di sorvegliare le valvole.

Nella serie di *eliopompe* in corso di costruzione si è applicata una speciale pompa a pistone con distribuzione a cassetto cilindrico; il pistoncino riceve direttamente il movimento da uno degli stantuffi della macchina motrice e il distributore dall'altro. Così il pistoncino della pompa si trova sfasato di 90° in anticipo su quello del cassetto.

Nella figura 2 è rappresentato il pistoncino a 1/2 corsa in atto di

(1) «Il Sole» di Milano, 20 ottobre 1922.

(2) Costruita dalla Ditta Ingg. Biacchi e Romagnoli di Bologna.

allontanarsi da *A* (mandata) e la corrispondente posizione del cas-setto ⁽³⁾.

Il corpo di pompa è collocato verso il fondo del condensatore, in modo da aversi la minima altezza di aspirazione, dato che il liquido da aspirare si trova vicino al punto di ebollizione.

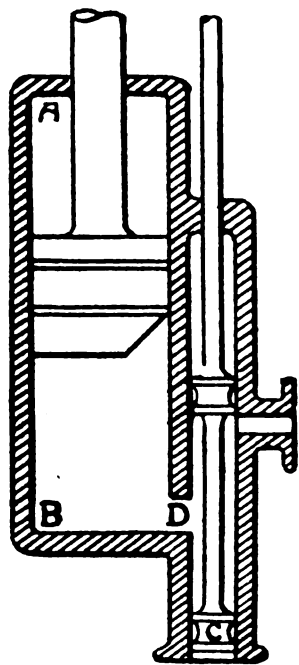


Fig. 2. — Schema della pompa di alimentazione.

La pompa destinata a sollevare l'acqua è collocata all'esterno del condensatore ed è di tipo vario secondo l'altezza di aspirazione. Per aspirazione fino a 7 metri essa è una piccola pompa a due cilindri affacciati, azionati da una bielletta dall'alberetto motore.

Il movimento è trasmesso dalla macchinetta motrice, che è chiusa nel condensatore, all'esterno, dove trova la pompa ad acqua, mediante un alberetto motore, il quale attraversa un premistoppa a lunga colonna di olio.

Questo organo in pratica è quello che si presenta più delicato, perchè mentre per un verso deve impedire ogni perdita (altrimenti l'apparecchio si scaricherebbe di liquido volatile) dall'altro verso deve presentare pochissimo attrito, data l'esiguità delle forze che sono in giuoco.

Nel primo modello sperimentato esso presentava qualche difetto; si è cercato di eliminare l'inconveniente

costruendone uno nuovo con principi diversi, che qui non è il caso di fermarci a descrivere.

Il comando della bielletta della pompa ad acqua mediante l'alberetto motore è fatto con l'intermediario di un piccolo regolatore, il quale agisce facendo variare la corsa della bielletta stessa.

*

Come già si è detto, per liquido volatile fu scelta, per ora, l'anidride solforosa. Questo composto si trova correntemente in commercio, puro e anidro, perchè viene impiegato negli impianti frigoriferi sistema Raoul Pictet; il suo prezzo è mite, variando intorno alle L. 5 al chilogramma.

La tensione del suo vapore saturo di 10° a 55° di temperatura è la seguente: ⁽⁴⁾

Temperatura	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Tensione del vapore saturo atm.	2,26	2,72	3,24	3,84	4,52	5,28	6,15	7,11	8,19	9,38

Entro il generatore si ottiene, nei nostri climi, la temperatura massima di 55° nelle stagioni più calde, come da esperienze che descriveremo in seguito; quindi il massimo valore che può raggiungere la pressione è di atm. 9,38. Quindi anche nel caso accidentale, in cui l'apparecchio restasse privo di acqua refrigerante, la sua temperatura non potrà superare i 55°, e la pressione interna le 9,38 atm., mentre l'apparecchio è provato a 12 atm.

L'acqua che proviene dai pozzi è generalmente a 10°/12°; ammessa quindi la temperatura di 15° nell'interno del condensatore, il salto di pressione disponibile nella macchina è il seguente:

Temperat. nel generatore .	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Salto di pressione . . atm.	1,12	1,80	2,56	3,43	4,39	5,47	6,66

Impiegando ammoniaca, o cloruro di metile, che si trovano pure facilmente in commercio, perchè impiegati nelle macchine frigorifere, il salto di pressione sarebbe maggiore, ma alla temperatura di 55° la pressione salirebbe a valori troppo elevati. Impiegando il cloruro di etile si avrebbero invece salti di pressione troppo bassi. Ecco le tensioni di vapore di queste sostanze: ⁽⁵⁾

Temperatura . . .	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Ammoniaca . . .	7,14	8,41	9,84	11,45	13,25	15,26	17,48	19,95	22,66
Cloruro di metile .	4,14	4,83	5,63	6,50	7,49	8,57	9,75	11,09	12,53
Cloruro di etile .	1,09	1,31	1,56	1,84	2,15	2,52	2,90	3,38	3,81

L'anidride solforosa, quando è perfettamente anidra, non intacca i metalli ed è anche un ottimo lubrificante, come aveva già osservato il Pictet fin dal 1870.

Per contro se essa assorbe umidità, si trasforma in acido solforoso, che attacca i metalli; questo inconveniente, che è molto serio negli apparecchi frigoriferi, ha meno importanza nelle eliopompe, perchè la pressione interna è sempre assai superiore a quella esterna, e quindi un difetto di tenuta provocherà l'uscita del gas, ma non la entrata dell'aria e dell'umidità. Comunque nel premistoppa, che è il solo giunto mobile esistente nell'apparecchio, tra i gas interni e l'aria esterna è interposta una lunga colonna di olio. ⁽⁶⁾

L'egregio Prof. Luigi Vecchiotti della nostra Università, alla cui cortese collaborazione devo molti preziosi elementi, propone di impiegare una miscela di idrocarburi, che può sostituire con vantaggio l'anidride solforosa; dei risultati degli esperimenti darò notizia in altra occasione.

*

Sperimentata la prima eliopompa, come si disse, nell'agosto e settembre scorso, con temperatura nel radiatore variabile da 35° a 45°, si sono ottenute portate variabili tra 600 e 200 litri all'ora (profondità del pozzo m 6).

Dietro richiesta l'e-liopompa viene fornita anche montata su carro, per maggiore comodità del servizio di irrigazione.

In questo caso il radiatore può venire meglio utilizzato, spostandolo ogni due o tre ore in modo da rendere minimo l'angolo di incidenza dei raggi solari. Il peso dell'apparecchio non supera i 4 quintali.

Una notevole parte poi delle richieste finora pervenute sono per impianti più grandi, destinati all'irrigazione di prati artificiali; questi impianti sono tutt'ora allo studio, volendosi procedere per gradi, ma presentano minori difficoltà costruttive, perchè in questo caso si può tralasciare la preoccupazione della deficiente sorveglianza. I radiatori sono costituiti di più elementi, dai quali l'acqua è spinta al generatore mediante una piccola pompa accessoria. Il generatore e il refrigerante sono costruiti come i comuni condensatori a superficie. Il gruppo motore-pompa, collocato a parte, è costituito da una piccola turbina a vapore direttamente accoppiata a pompa centrifuga.

*

L'e-liopompa finora descritta non è che un primo passo, di modeste proporzioni, verso la soluzione del problema più generale dell'utilizzazione industriale del calore solare, problema che in questi ultimi tempi ha destato l'attenzione di molti studiosi.

Le recenti discussioni sul giornale sopra ricordato, ⁽⁷⁾ iniziate dal Prof. Gibelli, al quale rispose con la sua alta competenza l'Ing. Guido Semenza, diedero occasione all'Ing. Mario Dornig di Milano di pubblicare una sua proposta di impianto elio-elettrico ⁽⁸⁾, che più sotto riassumeremo, con la quale il problema entra in una fase nuova e risolutiva.

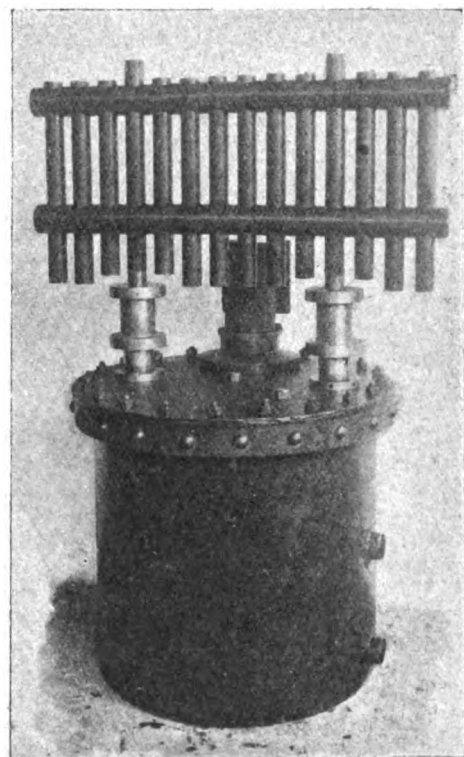


Fig. 3. — L'e-liopompa senza il radiatore.

⁽³⁾ Il passaggio del lembo del distributore sopra la luce *D* è fatto coincidere con il principio e la fine dell'aspirazione, così si ha una perdita nel rendimento, compensata però dalla semplicità del funzionamento.

⁽⁴⁾ Regnault, mem. de l'Acad., 1862.

⁽⁵⁾ Regnault, mem. de l'Acad., 1862.

⁽⁶⁾ L'impiego dell'anidride solforosa come fluido motore non è nuovo, avendolo già adottato molti anni fa i sigg. Behrend e Zimmermann per utilizzare il calore di scappamento delle usuali macchine a vapore.

⁽⁷⁾ Il «Sole», 21, 27 e 31 maggio; 25 luglio 1922.

⁽⁸⁾ Monitore tecnico, 30 agosto e 10 settembre 1922.

*

Cerchiamo prima di renderci un'idea dell'importanza del problema. La quantità di calore che proviene dal sole è stata oggetto di accurate ricerche.

Già nel 1832 il Pouillet ⁽⁹⁾ descrive il procedimento da lui seguito per le determinazioni e conclude che 1 m² di terra riceve in media 2 317 000 calorie all'anno, che corrispondono a una media di 267 calorie all'ora.

Studi più recenti sono stati rivolti a determinare la costante solare *C* cioè la quantità di calore che il sole irradia per ogni minuto

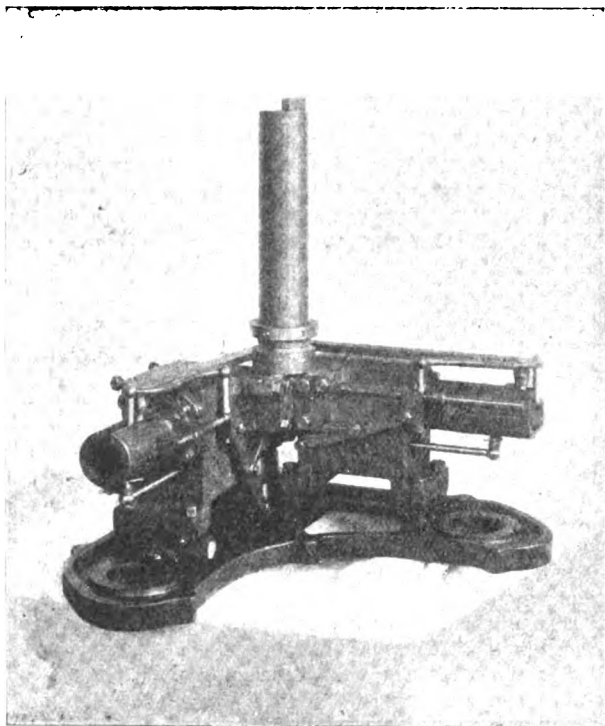


Fig. 4. Il meccanismo interno dell'eliopompa.

sopra un cm² di superficie perpendicolare alla direzione dei suoi raggi e situata fuori dell'atmosfera. L'Ing. Dornig in un suo lucido studio ⁽¹⁰⁾ dal quale riportiamo le cifre qui sotto esposte, deduce il valore

$$C = 2,18$$

ciò che corrisponde a 1300 calorie per m² e per ora.

La massima variazione della costante *C*, dovuta alla diversa distanza della terra dal sole nelle varie stagioni, viene calcolata pari al 3,35 %.

Questo calore non raggiunge per intero la superficie terrestre, ma una parte viene assorbita dall'atmosfera, in maggiore o minore quantità secondo la sua trasparenza, la quale varia da 0,8 nelle giornate serene fino a 0,4 nelle giornate nuvolose.

Inoltre la quantità di calore che raggiunge 1 m² di superficie terrestre è anche funzione dell'inclinazione con la quale arrivano le radiazioni solari.

Il Dornig, riassumendo uno studio dell'Angot, costruisce un diagramma delle calorie ricevute giornalmente da 1 m² di superficie orizzontale, riferite a zone di 10° in 10° di latitudine.

Riportiamo nella tabella seguente i valori medi approssimativi, per i mesi da aprile a settembre, alla latitudine di 42° (Italia Centrale) e per una trasparenza media di 0,6, facendo seguire i kWh ricavabili nell'ipotesi che la trasformazione si faccia con rendimento del 2,47 %, rendimento che troveremo effettivamente nei sistemi descritti in seguito.

Mesi	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Totale per i sei mesi
Calorie giornaliere p. m ²	3 900	4 900	5 400	5 200	4 200	3 100	—
Calorie mensili per m ²	117 000	151 900	162 000	161 200	130 200	93 000	815 300
kWh mensili per ettaro	33 300	43 500	46 300	46 100	37 200	26 600	233 000

⁽⁹⁾ Pouillet, elem. de physique, 1832.

⁽¹⁰⁾ Monitore tecnico, 10, 20, 30 maggio 1918.

Queste cifre bastano per indicare quale grande importanza nazionale avrebbe la soluzione pratica del problema.

Sostituendo tanti impianti eliodinamici alle motrici termiche di riserva, che nell'Italia centrale e meridionale lavorano nei mesi estivi, si risparmierebbero annualmente, per ogni ettaro di superficie impiegata, oltre 200 000 kg di carbone.

*

I sistemi proposti per la trasformazione del calore solare in energia meccanica possono distinguersi in 5 categorie:

- 1° sistema degli specchi parabolici;
- 2° sistemi termoelettrici diretti;
- 3° sistema dei bacini di acqua in quiete (Dornig Boggia);
- 4° sistema dei radiatori a bassa temperatura (eliopompa);
- 5° sistema delle soluzioni concentrate.

*

Il sistema degli specchi parabolici è il più antico.

La prima caldaia solare riscaldata mediante specchi parabolici e destinata a produrre forza motrice, fu costruita dal Mouchot nel 1870.

Nell'impianto più recente, costruito dai signori Shumann e Ackermann a Meadi d'Egitto, gli specchi hanno la superficie di m² 1300, e sono provvisti di un dispositivo eliostatico, che li mantiene continuamente orientati rispetto al sole.

La potenza media ottenuta sarebbe di 175 cavalli per ettaro. Non sono riferiti i dati di costo, ma ammesso anche che la spesa d'impianto sia di sole L. 50 per m² di specchio (cioè quanto un tetto a struttura semplice), risulterebbe, per i soli specchi, una spesa di impianto di L. 2850 per cavallo, cifra evidentemente troppo elevata per un impianto che funziona unicamente di giorno e nei soli mesi estivi.

Il Prof. Gibelli propone di sostituire la macchina a vapore mediante una pila termoelettrica, riferendosi alle applicazioni pratiche ricevute dalla pila Clamond.

Ma con tale sostituzione l'impianto riuscirà ancor meno vantaggioso dal lato economico, perchè le migliori pile termoelettriche

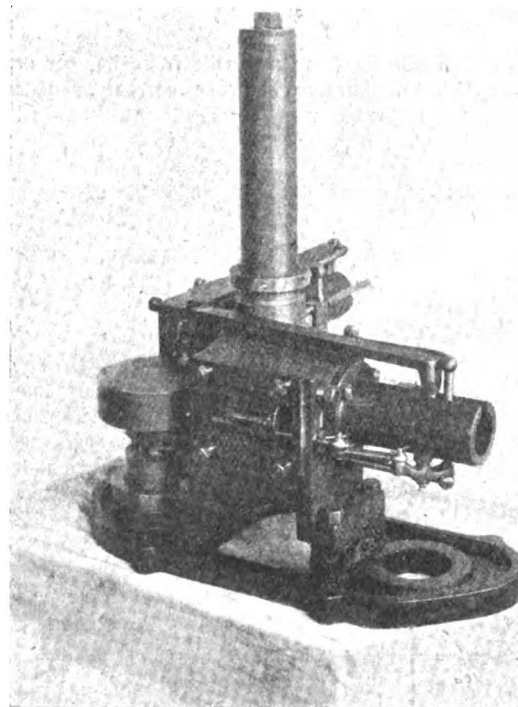


Fig. 5. — Il meccanismo interno dell'eliopompa.

conosciute hanno rendimenti molto più bassi di un gruppo elettrogeno a vapore.

Riportiamo alcuni dati sopra pile termoelettriche del tipo Clamond e del recentissimo tipo Gülchen.

Tipo	Numero elementi	f. e. m. √	Resistenza ohm	Corrente amp.	Potenza utile W	Consumo gas l.		Rendimento
						per ora	per Wh	
Clamond	72	8	3,2	1,25	5	180	36	0,0049
id.	40	3,6	0,65	2,75	5	180	36	0,0049
Gülchen	26	1,5	0,25	3	2,25	80	35	0,005
id.	50	3	0,50	3	4,50	150	33	0,0053
id.	66	4	0,25	3	6	190	32	0,0055

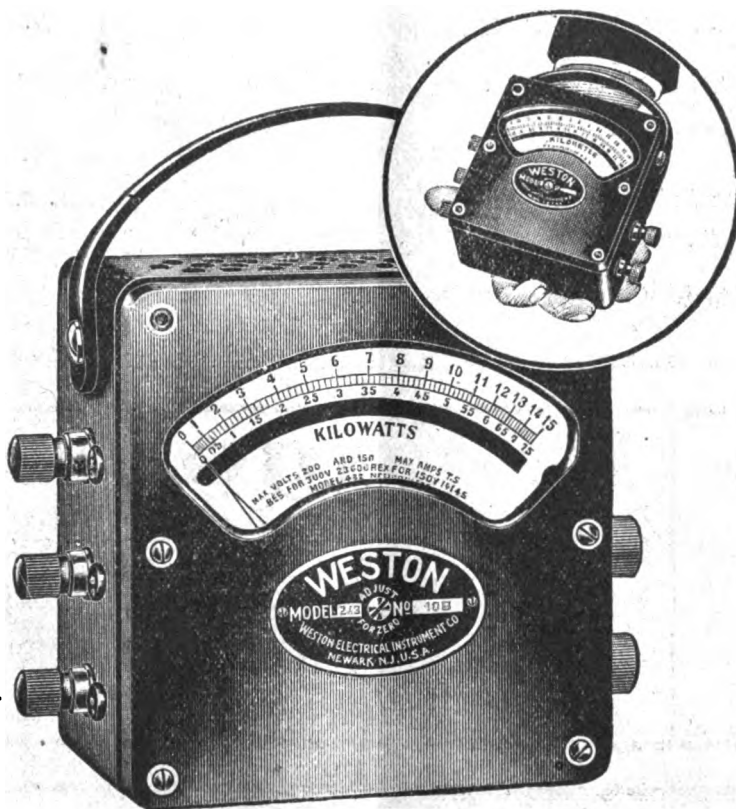
WESTON

ELECTRICAL INSTRUMENT Co. NEWARK S. U.

NUOVE SERIE DI STRUMENTI DI PRECISIONE

di piccole dimensioni e perciò
comodamente portatili e di **PREZZO MITE**

DEPOSITO
e
LABORATORIO
per
Riparazioni
e
Tarature
a
Milano
presso i nostri
Agenti



Nuova Serie Mod.° 432
Wattmetri
monofasi elettrodinamici

Nuova Serie Mod.° 433
Voltmetri.
Amperometri e Milliamperometri elettromagnetici per corr. alt.

Nuova Serie Mod.° 461
Trasformatori di corrente a portate multiple.

Nuova Serie Mod.° 280
Amperometri,
Milliamperometri, Voltmetri, Voltamperometri a quadro mobile con portate e sensibilità multiple.

STRUMENTI CAMPIONE

per tutti i rami dell'**ELETTROTECNICA**

Wattmetri mono o polifasi, Amperometri, Milli e Microamperometri, Voltmetri e Millivoltmetri, Ohmmetri Megohmmetri Microfaradmetri a lettura diretta su quadrante, Frequenziometri, Fasometri, Galvanometri, Pile Campione originali **WESTON**.
Varie serie di strumenti per **RADIO**.

Rivolgersi ai nostri Depositari e Agenti Esclusivi per l'Italia:

ING. S. BELOTTI & C. - MILANO

Telef. { 73-03
63-31

Corso P. Romana, 76-78

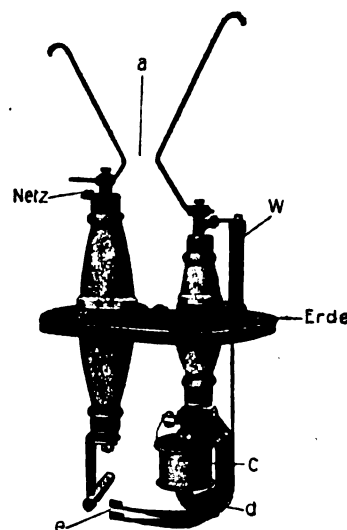
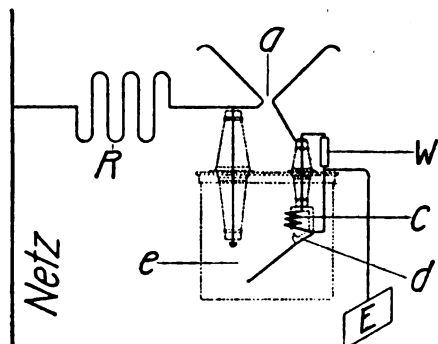
Telegr.
INGBELOTTI

NUOVO SCARICATORE

D I

SOVRATENSIONE

con dispositivo elettromagnetico per lo spegnimento automatico dell'arco, e con registratore del numero delle scariche



Tipo B.M.o. della ditta EMAG di Francoforte

Veggasi la Comunicazione del chiarissimo Prof. L. Lombardi alla XXVI Riunione Annuale dell'A.E.I. a Palermo nell'ottobre 1921 e riportata nel N. 8 della rivista « L'Elettrotecnica » delli 15 marzo 1922.



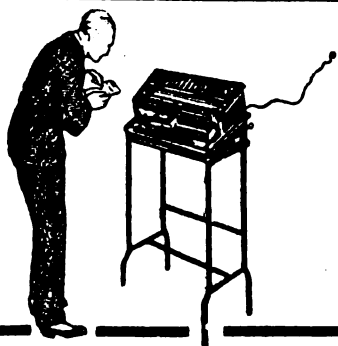
Per informazioni e preventivi
rivolgersi alla ditta:

E. A. G.

(Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft)
WAEDENSWIL (presso Zurigo)

Rappresentante Generale della EMAG per l'Italia e per la Svizzera.

(22)



(50)

E. Lagomarsino

Piazza Duomo, 21 - MILANO - Telefono 3-20

Concessionario esclusivo per l'Italia delle MACCHINE CALCOLATRICI:

“MERCEDES EUKLID” la macchina che calcola da sé ::

“TRIUMPHATOR” la migliore calcolatrice del sistema Odhner ::

“SCRIBOLA” la più piccola addizionatrice scrivente

Aeromeccanica Marelli - Società Anonima

Piazza Borromeo, 5 - MILANO (8) - Telegrammi: AEROMECCANICA MARELLI

Telefono Intercomunale, N. 10-125

... FILIALI IN ITALIA: BERGAMO - BOLOGNA - BRESCIA - FIRENZE - GENOVA ...

... NAPOLI - PADOVA - PALERMO - ROMA - TORINO

CAMINI A TIRAGGIO ASPIRATO - IMPIANTI PER TIRAGGIO SOFFIATO

CAMINI A TIRAGGIO INDOTTO PER QUALSIASI TIPO DI CALDAIA

VENTILATORI SPECIALI PER GAS CALDI

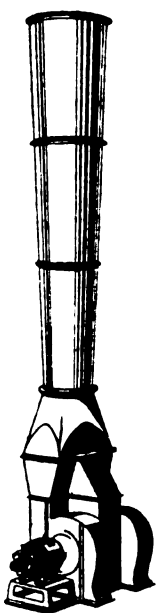
PER MIGLIORARE LA TIRATA DI CAMINI IN MURATURA :: :: ::

PER PERMETTERE L'UTILIZZAZIONE DI COMBUSTIBILI POVERI :: :: ::

PER AUMENTARE LA CAPACITÀ DI VAPORIZZAZIONE DELLE CALDAIE ::

(46)

PROGETTI - PREVENTIVI - SOPRALUOGHI A RICHIESTA



Il metodo però, combinato con una batteria di accumulatori, come suggerisce il Gibelli, può trovare utile applicazione nei casi di piccolissime richieste di corrente, ed ha il merito di riuscire completamente statico.

*

Più semplici ed eleganti si presenterebbero i sistemi termoelettrici diretti, cioè senza specchi, ma finora essi hanno solo importanza teorica.

Le pile proposte sono in questo caso idroelettriche, costituite da una soluzione, nella quale si introducono due elettrodi eguali, mantenuti a diverse temperature; è noto che in questo caso si produce una f. e. m., diretta dall'elettrodo più freddo a quello più caldo.

Fin dal 1865 il Pacinotti, usando zinco e solfato di zinco, otteneva 1 volt con una differenza di temp. di 180°.

Nel 1866 il Becquerel, usando rame e solfato di rame, otteneva volt 0,54 con una diff. di temp. di 100°.

Nel 1884 il Riatti costruiva a Forlì una pila costituita da due tubi di rame, immersi in una soluz. di solfato di rame e percorsi uno da acqua fredda e l'altro da vapore.

Le tegria fu ampiamente svolta dal Nernst nel 1889. ⁽¹¹⁾

Probabilmente rientra in questa categoria l'elemento recentemente costruito da T. W. Case ⁽¹²⁾, di cui si è molto parlato anche in Italia. Egli immerge in una soluzione salina due elettrodi costituiti da due lastre di rame, disposte orizzontalmente, una sopra l'altra, in modo che solo la prima riceva le radiazioni solari.

La tensione raggiunta fu di 0,1 volt con una corrente di 0,066 A per m² di superficie esposta.

*

Il terzo sistema (Dornig-Boggia) consiste nel raccogliere acqua riscaldata direttamente dal sole e utilizzata per azionare una macchina a vapore di ammoniaca.

Trattandosi, come si disse, della proposta più geniale finora avanzata, riassumeremo con una certa ampiezza la lucida esposizione che ne fa il medesimo Ing. Dornig ⁽¹³⁾.

Si presentano due casi: il primo e più favorevole è quello in cui l'acqua, che viene riscaldata dal sole, appartenga ad un lago naturale.

Presi in considerazione i laghi di Bracciano e di Bolsena, i quali hanno, negli strati superficiali, la temperatura di sopra 22° in maggio e 26° in luglio, e negli strati profondi quella di 7° ÷ 8°, si potrà impiegare l'acqua degli strati superficiali per evaporare, in appositi generatori, una certa quantità di ammoniaca, e l'acqua degli strati profondi per ricondennarla in appositi condensatori, dopo averla mandata ad azionare una turbina a vapore.

Riportiamo un esempio di calcolo dell'impianto.

Si suppone di stabilire le seguenti temperature:

acqua calda all'entrata dei generatori	23° 5
» » all'uscita » »	21°
temperatura di evaporazione dell'ammoniaca	20°
acqua fredda all'entrata dei condensatori	6° 5
» » all'uscita » »	9°
temperatura di condensazione dell'ammoniaca	10°

L'ammoniaca lavora dunque in un ciclo tra 20° e 10° corrispondenti alle pressioni di 8,685 e 6,226 kg/cm². In queste condizioni (salto di pressione kg/cm² 2,5) il tipo di motrice più adatta è evidentemente la turbina a vapore, la quale, per piccoli salti di pressione, riesce di costruzione facile e semplice. Ponendo:

rendimento organico della turbina	0,75
» del macchinario elettrico	0,92
perdita per la pompa di ritorno dell'ammoniaca	0,02

L'Autore perviene ad un rendimento complessivo, tra il calore ceduto dall'acqua e l'energia elettrica sviluppata:

$$\eta' = 2,44 \%$$

Lo studio più accurato è rivolto ai generatori ed ai condensatori, che si suppongono costruiti, tanto gli uni quanto gli altri, come gli ordinari condensatori a superficie e composti di fasci di tubi di ferro zincato del diametro interno di m/m 10 e spessore m/m 0,75, percorsi internamente dall'acqua ed esternamente lambiti dall'ammoniaca.

Scelto per la velocità dell'acqua il valore di m 1 al secondo, l'Autore deduce i seguenti coefficienti di trasmissione:

dall'acqua alla parete del tubo ⁽¹¹⁾ $K_1 = 3750$ cal/ora-m²-grado
dalla parete del tubo all'ammoniaca ⁽¹³⁾ $K_2 = 8500$ » » »
da una parete all'altra del tubo $K_3 = 50$ cal/ora-m²-grado
dai quali risulta il coefficiente globale dall'acqua all'ammoniaca $K = 2500$ cal/ora-m²-grado
ed applica la nota formola per la trasmissione del calore tra fluidi in moto:

$$q \ln \frac{\Delta t'}{\Delta t''} = KF (\Delta t' - \Delta t'') \quad (1)$$

dove

q = calorie trasmesse in un'ora

F = superficie dei tubi in m².

$\Delta t'$ = differenza di temperatura all'entrata . = 3° 5

$\Delta t''$ = » » all'uscita . = 1°

In questo caso, essendo costante la temperatura dell'ammoniaca, $\Delta t' - \Delta t''$ rappresenta anche la differenza di temperatura dell'acqua tra l'entrata e l'uscita, quindi, chiamando Q la portata del tubo per ora, sarà:

$$q = Q (\Delta t' - \Delta t'') \quad (2)$$

$$Q \ln \frac{\Delta t'}{\Delta t''} = KF \quad (3)$$

Ecco i risultati del calcolo:

portata di un tubo	$Q = 283$ l./ora
calorie trasmesse da un tubo	$q = 707$ cal/ora
superficie del tubo	$F = 0,14$ m ²
lunghezza del tubo	$l = 4,45$ m
calore trasmesso per m ² -ora	$K' = 5000$ cal.
perdita di carico	$h = 1$ metro

*

Fissati questi dati, e prendendo in esame un impianto con una superficie trasmittente di 100 000 m² tanto per il generatore come per il condensatore, si avrà:

calorie trasmesse in un'ora

$$\Sigma q = 5000 \times 100\,000 = 500\,000\,000$$

potenza elettrica sviluppata

$$P_t = 500\,000\,000 \times 0,0244 : 865 = 14050 \text{ kW}$$

quantità di acqua (tanto calda che fredda),

$$\Sigma Q = 500\,000\,000 : (2° 5 \times 3600) = 55.600 \text{ l./sec.}$$

La perdita di carico, tanto nell'acqua calda come nell'acqua fredda, che è di m 1 nei tubi dei generatori e dei condensatori, viene portata a m 2,35 per tenere conto delle perdite nelle tubazioni di presa e di scarico.

Supposto il rendimento del 70 % nelle pompe e del 90 % nei motori elettrici, la potenza spesa per la raccolta e lo scarico delle acque risulta

$$P_p = 55\,600 \times 2,35 \times 2 \times 0,736 : (75 \times 0,7 \times 0,9) = 4050 \text{ kW.}$$

La potenza disponibile netta rimane dunque

$$P = P_t - P_p = 10\,000 \text{ kW.}$$

Potendo l'impianto funzionare giorno e notte per almeno 125 giorni dell'anno, l'energia annua ricavabile è

$$W = 125 \times 24 \times 10\,000 = 30\,000\,000 \text{ kW-ora.}$$

La quantità di acqua calda (e altrettanta fredda) consumata per ogni kW-ora netto

$$\Sigma Q' = 55\,600 \times 3600 : 10\,000 = 20\,000 \text{ litri}$$

Il rendimento complessivo fra il calore sottratto all'acqua e l'energia elettrica disponibile all'uscita della centrale:

$$\eta = \eta' \frac{10\,000}{14\,050} = 1,73 \%$$

Il numero dei tubi occorrenti, tanto per il generatore, come per il condensatore, data la portata di ciascun tubo, sopra calcolata, risulta di circa 700 000. La superficie frontale viene calcolata in 200 m². Supponendo il generatore (e altrettanto il condensatore) diviso in 14 elementi di forma cilindrica, di m 4,30 di diametro e m 6,50 di lunghezza, formati in lamiera di 25 m/m di spessore, occorrono per ogni elemento 30 000 kg di lamiera.

Le tubazioni di presa e scarico si suppongono costituite di 1600 m di tubo in lamiera, dello spessore di 4 m/m e del diametro

⁽¹¹⁾ dalle formole del Sonneck:

tubi lisci $K = 2020 \cdot r^{0.001} \cdot d^{-0.001} \cdot (1 + 0,014 t)$

» scabri $K = 7350 \cdot r^{0.001} \cdot d^{-0.001} \cdot (1 + 0,014 t)$

⁽¹³⁾ dalle ricerche dello Sterefeld e del Koeniger.

⁽¹¹⁾ Zeit. phys. Chem., IV, 169, 1889.

⁽¹²⁾ Electrician agosto 1917.

⁽¹³⁾ Monitore tecnico, 30 agosto e 10 settembre 1922.

di m 4,30 (peso kg 750 al metro compresi i rinforzi) e di 800 m di tubo in cemento dello stesso diametro.

Ecco il preventivo di costo dell'impianto:

Lamiera per i generatori e i condensatori	
kg 30 000 × 28 × L. 2,80 al kg	L. 2 350 000
Tubi di ferro zincato, m ² di superficie 200 000, spessore m/m 0,75	
kg 200 000 × 0,75 × 8 × L. 3,60 al kg	» 4 320 000
Tubazione in lamiera	
kg 750 × m 1600 × L. 3 al kg	» 3 600 000
Tubazioni in cemento	
m. 800 × π × 4,30 × spessore 0,15 × L. 300 al m ³	» 500 000
Macchinario	
kW (14 000 + 4 000) a L. 250 al kW	» 4 500 000
Fabbricato e opere murarie	» 2 000 000
Diversi	» 730 000
Totale	L. 18 000 000

pari a L. 1800 per ogni kW disponibile.

Calcolando il 10% per interessi, ammortamenti e manutenzione, la spesa annua ascende a L. 1 800 000 pari a L. 0,06 per kW ora.

Bastano queste cifre a rilevare l'importanza della geniale proposta.

L'Autore dimostra che si potrebbero ricavare annualmente:

dal lago di Bracciano	kW-ore	100 000 000
» » » Bolsena	» »	160 000 000
» » » Albano	» »	15 000 000

Tutta questa energia sarebbe energia di magra.

*

Quando non si dispone di bacini naturali, si può supplire con bacini artificiali, di grande estensione, nei quali circola lentamente, disposta in uno strato di pochi decimetri, l'acqua che esce dai generatori, per ritornare in essi dopo essere stata riscaldata dai raggi del sole.

L'impianto sarà possibile dove si abbia terreno pianeggiante e poco permeabile, e si disponga di forti masse di acqua fredda, per esempio acqua di mare, che si possa convenientemente attingere a una certa profondità.

Il funzionamento sarebbe limitato alle ore diurne.

Anche per questo tipo di impianto l'Autore svolge un esempio di calcolo.

Egli suppone di adottare le seguenti temperature:

acqua calda all'entrata dei generatori	40°
» » all'uscita » »	36°
temperatura di evaporazione dell'ammoniaca	35°
acqua fredda all'entrata dei condensatori	10°
» » all'uscita » »	14°
temperatura di condensazione dell'ammoniaca	15°

L'ammoniaca lavora dunque in un ciclo fra 35° e 15°, corrispondenti alle pressioni di 13,65 e risp. 7,4 kg/cm².

Preso anche qui in esame un impianto con superficie trasmittente di 100 000 m² tanto per il generatore come per il condensatore, l'Autore perviene, con procedimento analogo a quello precedente, alle seguenti conclusioni:

Potenza elettrica sviluppata:

$$P = 29 600 \text{ kW}$$

Quantità di acqua (tanto calda che fredda):

$$\Sigma Q = 41 700 \text{ l./sec.}$$

Potenza assorbita dalle elettropompe:

$$P_p = 3900 \text{ kW}$$

Potenza disponibile netta:

$$P = 25 700 \text{ kW}$$

Energia annua disponibile (125 giorni all'anno per 12 ore)

$$W = 38 600 000 \text{ kW-ora}$$

superficie del bacino (supposto che si utilizzino per riscaldare l'acqua i 2/3 delle 4800 cal/m² giorno attribuite alla radiazione solare e il rimanente vada disperso)

$$A = 2 250 000 \text{ m}^2$$

rendimento complessivo

$$\eta = 2,47 \%$$

potenza ed energia netta per ettaro

$$\text{kW } 114$$

$$\text{kW-ora } 172 000 \text{ all'anno}$$

quantità di acqua calda (e altrettanto fredda) per kW-ora netto litri 4850.

I generatori (e così i condensatori) risultano divisi in 12 elementi, comprendenti ciascuno 43 500 tubi lunghi m 6; ciascuno richiede kg. 37 500 di lamiera.

La tubazione di scarico è supposta costituita di 600 m di tubo in lamiera, dello spessore di 4 m/m e del diametro di m 5 (peso kg 888 al metro compresi i rinforzi) e di 300 m di tubo in cemento dello stesso diametro.

La tubazione di presa non occorre, perchè si suppone il bacino leggermente acclive verso l'officina.

Ecco il preventivo di costo dell'impianto:

Lamiera per i generatori ed i condensatori:	
Kg 37 500 × 24 × L. 2,80 al kg	L. 2 500 000
Tubi di ferro zincato come l'esempio precedente	
Kg 200 000 × 0,75 × 8 × L. 3,60 al kg	» 4 320 000
Tubazione in lamiera	
Kg 888 × m 600 × L. 3 al kg	» 1 600 000
Macchinario	
kW (29 600 + 3900) × L. 220 al kW	» 7 400 000
Diversi	» 180 000

Totale parte metallica L. 16 000 000

Bacino

m² 2 250 000 a L. 12 il m² (quanto una buona pavimentazione stradale) L. 27 000 000

Tubazione in cemento

m 300 × π × 5 × spessore 0,15 × L. 300 al m³ » 200 000

Fabbricato, opere diverse » 3 300 000

Totale parte muraria L. 30 500 000

Totale complessivo L. 46 500 000

pari a L. 1800 per ogni kW disponibile.

Calcolando la spesa annua come nel caso precedente, essa ascende a L. 4 650 000, pari a L. 0,12 per kW-ora.

*

Il quarto sistema è quello dei radiatori a bassa temperatura, adottato, come si vide, nell'eliopompa RT 22.

Esso è applicabile solo per piccoli impianti.

In un recipiente chiuso, esposto al sole, l'acqua si può portare ad una temperatura superiore che in un recipiente aperto. Valgano, per dare un'idea, questi valori medi comparativi, ottenuti dal luglio al settembre nelle nostre località.

Con recipiente chiuso	35°	40°	45°	50°	55°
Con recipiente aperto	21°	25°	29°	33°	36°,5

Inoltre nel recipiente chiuso si accumula una maggiore percentuale del calore proveniente dal sole, mancando la perdita per evaporazione.

La quantità di acqua che evapora da una superficie libera è assai grande. Mediamente, per ogni m² di superficie, è data la seguente evaporazione:

Temperatura del liquido	20°	25°	30°	35°	40°
Evaporazione in mm all'ora	0,3	0,44	0,6	0,79	1
Calorie corrispondenti per l'evaporazione alla pressione atmosferica	180	262	355	465	584

Ma non tutto questo calore va a vantaggio del sistema con recipiente chiuso.

Fatte delle misure in un dato momento, in cui l'acqua in superficie libera assumeva la temperatura massima di 36°,5, cioè arrivavano ad essa almeno 500 calorie, che corrispondono, secondo la precedente tabella, alla sua evaporazione a questa temperatura, si trovò che l'acqua in recipiente chiuso riceveva la seguenti quantità di calore per m²-ora, confrontate con quelle ricevute contemporaneamente in un recipiente aperto, mantenuto alle stesse temperature. ⁽¹⁶⁾

Temperat. dell'acqua	25°	30°	35°	40°	45°	50°
Calorie per m ² -ora in recipiente chiuso	440	380	300	240	160	80
Calorie per m ² -ora in recipiente aperto	240	145	35	—	—	—
Differenza	200	235	265	—	—	—
Calorie corrispondenti all'evaporazione per m ² -ora	262	355	465	—	—	—

⁽¹⁶⁾ Da prendersi come valori di massima, variando molto secondo lo stato dell'atmosfera e il vento.

Evidentemente, mentre nel recipiente aperto si ha la perdita di calore per evaporazione, nel recipiente chiuso si ha una forte perdita per irradiazione.

Tuttavia risulta sempre notevole il vantaggio per il recipiente chiuso; riferendoci alle precedenti misurazioni, supposto che il salto di temperatura tra l'acqua calda e il vapore nel generatore sia mediamente di 3° e la temperatura nel condensatore sia di 15°, diamo qui i kgm orari teorici (cioè ricavabili mediante un ciclo di Carnot senza perdite) sia per il caso del recipiente chiuso sia del recipiente aperto, in quel dato momento.

Temperatura dell'acqua calda	25°	30°	35°	40°	45°	50°
Temperatura del vapore	23°	28°	33°	38°	43°	48°
Rendimento teorico	0,027	0,043	0,059	0,074	0,089	0,103
Kgm teorici per caloria	11,53	18,36	25,19	31,6	38,—	44,—
Kgm teorici per m ² -ora con recipiente chiuso	5073	6977	7557	7584	6080	3520
Kgm teorici per m ² -ora con recipiente aperto	2767	2662	882	—	—	—

Ma il vantaggio pratico principale del radiatore chiuso nella piccola eliopompa RT 22 è quello della spontanea circolazione dell'acqua calda e dell'auto-avviamento dell'apparecchio.

*

Il quinto sistema è quello delle soluzioni concentrate.

Esso consiste nel lasciare concentrare al sole, in bacini aperti, una certa soluzione, per utilizzare l'energia ricavabile all'atto di riportarla alla primitiva diluizione.

Questa energia è dovuta alla pressione osmotica della soluzione.

È noto che se consideriamo due liquidi, dei quali uno costituito da una soluzione e l'altro dal suo solvente, separati da una parete così detta semi-permeabile, cioè permeabile per il solvente e non per la sostanza disciolta, si esercita tra essi una pressione, detta pressione osmotica, per effetto della quale si manifesta, attraverso la parete, un passaggio di solvente nella soluzione.

Ne viene di conseguenza, che se la soluzione è soggetta ad una pressione esterna, il solvente, passando nella soluzione, vince questa pressione e produce lavoro.

La pressione osmotica obbedisce a leggi simili a quelle dei gas, anzi ponendo:

V = volume di soluzione, in litri, che contiene un grammo molecola di sostanza disciolta.

P = pressione osmotica in atmosfere (= 1,033 kg/cm²).

T = temperatura assoluta.

vale la stessa formola dei gas, col medesimo coefficiente.

$$PV = 0,0821 T \quad (4)$$

Per esempio in una soluzione al 3,42 % di zucchero (peso molecolare 342), si manifesta, alla temperatura di 0°, la pressione osmotica

$$P = \frac{0,0821 \times 273}{10} = 2,24 \text{ atm.}$$

Nelle soluzioni saline e in generale in tutte le soluzioni capaci di condurre la corrente elettrica (elettroliti), la pressione osmotica è ancora più grande di quella corrispondente alla formola (4), a causa della dissociazione elettrolitica.

Per esempio in una soluzione di cloruro di sodio al 3 % la pressione osmotica, secondo la formola, dovrebbe essere di 12,7 atmosfere, invece supera le 15 atmosfere.

Osserviamo a titolo di curiosità, che l'acqua dei nostri mari, la quale contiene in soluzione appunto il 3 % circa di cloruro di sodio oltre al 0,7 % circa di altri sali, presenta una pressione osmotica superiore alle 15 atmosfere; quindi ad ogni foce di fiume, per ogni litro di acqua dolce che passa nella soluzione salina rappresentata dall'acqua del mare, si ha disponibile un'energia, come se quel litro di acqua cadesse da oltre 150 metri di altezza.

Ma non si conoscono finora apparecchi capaci di utilizzare tutta questa energia.

*

Nel caso invece di forti concentrazioni, ottenute lasciando evaporare le soluzioni al sole, l'energia può venire convenientemente raccolta.

Non consideriamo l'impiego di pareti semipermeabili, la cui preparazione non esce finora dal campo del laboratorio (17) né quello delle pile di concentrazione (18) che hanno per il momento solo interesse teorico.

(17) Perché in una parete permeabile si manifestino i fenomeni osmotici, i suoi pori devono avere diametri piccolissimi, minori di 0,37 μ

Si può invece utilizzare una diretta conseguenza della pressione osmotica, e cioè l'abbassamento della tensione di vapore nelle soluzioni.

È noto che la tensione di vapore p' di una soluzione è sempre più bassa della tensione di vapore p del suo solvente, anzi vale la relazione

$$P = \frac{82,1 \cdot T \cdot \delta}{M} \ln \frac{p}{p'} \quad (5)$$

dove δ è il peso specifico della soluzione, M il peso molecolare del solvente, P e T come nella (4).

Si può trarre profitto da questa proprietà mettendo a contatto, mediante l'interposizione di una parete, idonea a trasmettere calore, due masse liquide, delle quali la prima costituita da acqua e la seconda da una soluzione acquosa concentrata. Riscaldando il sistema, tra l'acqua e la soluzione si stabilisce una rilevante differenza di pressione, che viene utilizzata mandando il vapore, svolgendo dall'acqua ad azionare una macchina motrice e poi riconducendolo a condensarsi nella soluzione.

Allo stato di regime, il calore di vaporizzazione viene ceduto all'acqua dalla soluzione, a traverso la parete trasmettente, e poi restituito alla soluzione stessa dal vapore condensante; si stabilisce quindi una circolazione continua di calore. (19)

Esaminando però da vicino il ciclo termico, si trova che il lavoro avviene con una spesa di calore, che bisogna rifornire dall'esterno, se si vogliono mantenere costanti le temperature.

Nell'impianto che sotto descriverò, il rifornimento di calore viene fatto mediante un aspiratore di vapore, il quale, come vedremo, consuma circa 1/4 del vapore attivo disponibile.

*

Il sistema, che esporrò a titolo di studio, è basato sull'impiego di una soluzione concentrata di cloruro doppio di calcio e magnesio ($\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{MgCl}_2$).

Esso, come vedremo, mentre economicamente compete con il sistema dell'acqua riscaldata in bacini artificiali, offre il vantaggio di permettere un lavoro continuo, tanto di giorno che di notte, e di potersi effettuare anche in località, ove non si disponga di forti masse di acqua, richiedendo soli litri 60 circa per kW-ora.

Devo alla cortese collaborazione del Prof. Vecchiotti, già sopra ricordato, i dati che servirono di base per il calcolo dell'esempio qui sviluppato.

Il cloruro di calcio e magnesio è solubilissimo nell'acqua.

La soluzione satura alla temperatura di 40° corrisponde alla concentrazione del 63 %, e, alla pressione atmosferica, bolle alla temperatura di 133°. Nell'esempio che segue è presa in considerazione una soluzione meno concentrata, per evitare ingombranti depositi di sale cristallizzato nelle ore meno calde, e ciò malgrado il forte scapito nel rendimento.

Si è dunque fissata la concentrazione del 56 %.

A questa concentrazione la soluzione bolle a 129°, è satura a 25°, e a questa temperatura ha una tensione di vapore di circa 10 m/m di mercurio.

Supposto che nella notte la temperatura della soluzione scenda a 25°, non avverrà in essa, generalmente parlando, condensazione di umidità atmosferica.

Infatti già nei climi dell'Italia centrale la pressione del vapore acqueo contenuto nell'atmosfera, nelle ore notturne, ha un valore inferiore ai 10 m/m di mercurio. Diamo un esempio di valori medi osservati alle ore 21. (20)

	dal 16 maggio al 15 giugno	dal 16 giugno al 15 luglio	dal 16 luglio al 15 agosto	dal 16 agosto al 15 settembre
Media mm di mercurio alle ore 21	9,6	9,8	8,9	7,6

secondo Bigelow e Bartell, per le soluzioni zuccherine. Quindi la quantità di solvente che li attraversa è sempre minima.

Le cellule semipermeabili del Pfeffer (1877) sono prodotte precipitando ferrocianuro di rame in un vaso di porcellana poroso; il Morse (1901) preparò cellule resistenti fino a 30 atm.

(18) Con due soluzioni di diversa concentrazione si può formare, impiegando elettrodi eguali, una pila di concentrazione, la cui f. e. m. è la seguente:

$$e = 0,030198 \frac{n n'}{n'} T \log \frac{p}{p'}$$

dove p , p' = pressioni osmotiche delle due soluzioni; T = temperatura assoluta; n = numero di trasporto degli anioni; n' = la più elevata valenza degli ioni presenti; n' = numero di ioni forniti da una molecola.

(19) Su questo principio era costruita la locomotiva Honigmann (1888) che funzionava senza fuoco, impiegando una soluzione concentrata di soda.

(20) Dati del 1922, dovuti alla cortesia dell'eg. prof. Marcucci, direttore dell'Osservatorio di Jesi.

In questo caso, detti c e δ il calore specifico e la densità della soluzione le (2) e (3) diventano

$$q = Q (\Delta t' - \Delta t'') c \delta \quad (6)$$

$$Q c \delta \ln \frac{\Delta t'}{\Delta t''} = K F \quad (7)$$

Essendo

$$\Delta t' = \text{diff. di temperatura all'entrata} = 3^\circ$$

$$\Delta t'' = \text{diff. di temperatura all'uscita} = 1^\circ$$

$$\delta = 1,35$$

$$c = 0,6$$

avremo i seguenti risultati:

portata di un tubo $Q = 1$ /ora

calore trasmesso da un tubo $q = 138$ cal.

superficie di un tubo $F = 0,0343$ m²

lunghezza di un tubo $l = 0,97$ — m

calore trasmesso per m² ora $K' = 4000$ cal.

perdita di carico m 0,035 — (28)

Nel trasmettitore si hanno liquidi in moto alle due faccie della parete trasmettente.

Supponiamo questo apparecchio costituito di tubi identici a quelli del generatore e assegniamo ai liquidi la velocità di 0,5 m/sec.

Tenendo presente che qui la temperatura varia da 35° a 129°, con i medesimi criteri sopra adottati, troviamo quale coefficiente medio di trasmissione dal liquido alla parete e viceversa:

$$K_1 = K_2 = 3750 \text{ cal/m}^2\text{-ora-grado}$$

e sempre assumendo $K^3 = 50$ cal/m²-ora-grado, otterremo approssimativamente il coefficiente di trasmissione globale da un liquido all'altro.

$$K = 1830 \text{ cal/m}^2\text{-ora-grado}$$

In questo caso, essendo costante la differenza di temperatura $\Delta T = 2^\circ$ tra i due liquidi, varranno le relazioni più semplici

$$q = K F \Delta T \quad (8)$$

$$q = c \delta Q (T_1' - T_2') \quad (9)$$

Sicché i risultati del calcolo saranno i seguenti:

portata di un tubo $Q = 142$ l./ora

calore trasmesso da un tubo o serie di tubi $q = 10600$ cal/ora

superficie di una serie di tubi $F = 2,88$ m²

lunghezza di una serie di tubi $l = 92$ m

calore trasmesso per m²-ora $K' = 3660$ cal.

perdita di carico $h = 9,50$ m

Per l'acqua avremo:

portata di un tubo $Q = 142$ l./ora

calore trasmesso da un tubo o serie di tubi $q = 13000$ cal/ora

superficie di una serie di tubi $F = 3,57$ m²

lunghezza di una serie di tubi $l = 114$ m

calore trasmesso per m² ora $K' = 3660$ cal.

perdita di carico $h = 7,80$ m

*

Fissati questi elementi, prendiamo in esame un impianto nel quale i generatori producano 80 000 kg/ora di vapore. Avremo:

Calore che attraversa le pareti del generatore

$$80\,000 \times 518 = 41\,440\,000 \text{ cal/ora}$$

Superficie dei tubi del generatore

$$41\,440\,000 : 4000 = 10\,360 \text{ m}^2$$

Numero dei tubi

$$41\,440\,000 : 138 = 300\,000$$

Portata complessiva dei tubi

$$Q = 85 \times 300\,000 = 25\,500\,000 \text{ l./ora}$$

La massima cura sarà data alla costruzione dell'apparato generatore-condensatore in modo da rendere minima l'altezza di carico che deve essere vinta dalla pompa P_1 . Nei tubi si perdono m 0,035, supponiamo altri m 0,70 nel condensatore e poniamo la perdita complessiva pari a m 0,80.

Se l'elettropompa ha il rendimento $0,7 \times 0,9 = 0,63$ la potenza assorbita sarà

$$P_1 = 25\,500\,000 \times 1,35 \times 0,80 : (367\,200 \times 0,63) = 120 \text{ kW}$$

(28) Si suppone, in mancanza di dati precisi, che la soluzione a 129° abbia un coefficiente di attrito del 30% maggiore di quello dell'acqua a 20°. Nel trasmettitore, che è a temperatura da 42° a 129°, si porrà il 50%.

Nel trasmettitore circoleranno

acqua : 80 000 kg/ora

soluzione concentrata : $80\,000 \times 5 = 400\,000$ kg/ora

soluzione diluita : 480 000 kg/ora.

Il calore necessario per riscaldare la soluzione concentrata da 35° a 127° sarà

$$400\,000 \times 0,6 \times 92^\circ = 22\,080\,000 \text{ cal/ora.}$$

La superficie dei tubi

$$22\,080\,000 : 3660 = 6030 \text{ m}^2$$

Il numero delle serie di tubi

$$22\,080\,000 : 10\,600 = 2083.$$

La pompa P_1 deve vincere la perdita di carico nei tubi, eguale a m 9,50 e l'attrito nelle tubazioni. Prendendo un valore complessivo di m 11, e supposto il rendimento dell'elettropompa eguale a 0,6, la potenza assorbita sarà

$$P_1 = 400\,000 \times 11 : (367\,200 \times 0,6) = \text{kW } 20$$

Per l'acqua avremo:

Calore necessario

$$80\,000 \times 92 = 7\,360\,000 \text{ cal/ora}$$

Superficie dei tubi

$$7\,360\,000 : 3660 = 2010 \text{ m}^2$$

Numero delle serie di tubi

$$7\,360\,000 : 13\,000 = 566.$$

La pompa P_2 deve vincere la perdita di carico nei tubi, che è di m 7,80, la pressione nella caldaia, che è eguale a m 14 e l'attrito nelle tubazioni; prendendo un valore complessivo di m 23, la potenza assorbita sarà

$$P_2 = 80\,000 \times 23 : (367\,200 \times 0,6) = 8,4 \text{ kW}$$

La pompa P_3 deve vincere la perdita di carico nell'esterno dei tubi del trasmettitore, nei tubi dell'evaporatore, che è di m 0,45 (come vedremo in seguito), nelle tubazioni di scarico, e il dislivello del bacino.

Mettendo una pressione media di 12 m, la potenza assorbita sarà

$$P_3 = 480\,000 \times 12 : (367\,200 \times 0,6) = 26,2 \text{ kW}$$

*

Passiamo ad esaminare le perdite di calore alle quali si deve sopprimere mediante il turbo-aspiratore.

Già vedemmo che durante il funzionamento, per ogni kg di vapore attivo, si ha una perdita di calorie 27,5. Da queste bisogna sottrarre il calore corrispondente alla perdita nella turbina a vapore, cioè calorie

$$13\,300 \times 0,25 : 427 = 7,8$$

che si troveranno nel vapore di scarico (le perdite per dispersione nell'ambiente sono valutate più sotto).

Bisogna da ultimo sottrarre il calore dovuto all'effetto esotermico della diluizione, che, da esperienze approssimative, pare sia, nelle condizioni supposte, circa 1 caloria per kg di acqua di diluizione.

Quindi la perdita risultante è di calorie 18,7 per ogni kg di vapore attivo.

Un'altra perdita di calore è dovuta al fatto che i liquidi nel trasmettitore vengono riscaldati alla temperatura di 127° anziché 129°: questa perdita sarà:

$$\text{per l'acqua} \quad 80\,000 \times 2 = 160\,000 \text{ cal/ora}$$

$$\text{per la soluzione} \quad 400\,000 \times 2 \times 0,6 = 480\,000 \text{ cal/ora}$$

$$\text{totale} \quad 640\,000 \text{ cal/ora.}$$

Supposti gli apparecchi rivestiti di muratura, il calore perduto per dispersione nell'ambiente sarà largamente rifornito dal riscaldamento che i liquidi subiscono per l'attrito circolando negli apparecchi stessi. Infatti la potenza spesa per tale circolazione è di 174,6 kW, che corrispondono a 150 000 cal/ora; le superfici degli apparecchi non raggiungono i 1000 m² e posta la dispersione di 1,5 cal/m²-ora-grado e una differenza di temperatura media di 85°, la dispersione totale non raggiungerà le 130 000 cal/ora.

*

Esaminando nel turbo-aspiratore i due cicli di lavoro, del vapore attivo e del vapore aspirato, risulterebbe, in una macchina senza perdite, che ad 1 kg di vapore aspirato corrispondono 3,5 kg di vapore attivo.

Supposto un rendimento di circa 0,55, ad ogni kg di vapore aspirato corrispondono 6,3 kg di vapore attivo.

Uno dei due cicli si compie con sviluppo di calore, l'altro con assorbimento; considerato anche il calore derivante dalla perdita di rendimento, risulta che il calore assorbito può ritenersi compensato da quello sviluppato, anzi quest'ultimo è un po' maggiore.

Ad un kg di vapore aspirato, corrispondono 585,6 calorie sottratte all'acqua nell'evaporatore e trasportate nel condensatore; ad 1 kg di vapore attivo ne corrisponderanno

$$587 : 6,3 = 93 \text{ cal.}$$

Dunque in primo luogo, per compensare le 640 000 cal/ora, perdute per la caduta di temperatura nel trasmettitore, occorreranno

$$640\,000 : 93 = 6900 \text{ kg/ora di vapore attivo}$$

Rimarranno 73 100 kg; per ognuno di questi, inviato al turbo-alternatore per svolgere energia utile, producendo un deficit di 18,7 calorie, se ne dovranno inviare al turbo compressore

$$18,7 : 93 = \text{kg } 0,2$$

Quindi il vapore attivo disponibile rimane

$$73\,100 : (1 + 0,2) = 61\,000 \text{ kg/ora}$$

e la potenza resa dal turbo-alternatore sarà

$$61\,000 : 40 = 1525 \text{ kW}$$

Detraendo la potenza assorbita dalle varie pompe di circolazione, già calcolata sopra, si perviene a una potenza netta disponibile alla uscita della centrale

$$P = 1350 \text{ kW}$$

*

Il calore complessivo da sottrarre all'acqua nell'evaporatore E è dunque

$$640\,000 + 61\,000 \times 18,7 = 1\,780\,700 \text{ cal/ora}$$

L'abbassamento di temperatura che subirà la soluzione diluita, nel cedere questo calore, sarà di

$$1\,780\,700 : (480\,000 \times 0,6) = 6^{\circ},2$$

La soluzione dunque, entrando nell'evaporatore alla temperatura di 37° , ne uscirà alla temperatura di $30^{\circ},8$.

L'acqua evaporante si suppone mantenuta alla temperatura di 30 gradi.

Supponendo anche l'evaporatore costituito di tubi identici a quelli del generatore, e assegnando al liquido la velocità di 0,5 m/sec, con calcolo analogo, si perviene ai seguenti risultati:

$$\begin{aligned} \text{numero dei tubi.} &= 2500 \\ \text{lunghezza di un tubo} &= \text{m } 4,23 \\ \text{superficie trasmettente} &= \text{m}^2 333 \\ \text{perdita di carico.} &= \text{m } 0,45 \end{aligned}$$

*

Supposto il sistema generatore-condensatore diviso in 10 elementi, nella fase di avviamento si manderà a condensare in uno di tali elementi una certa quantità di vapore prodotto da una piccola caldaia a fuoco. Mantenendo la soluzione in circolazione, il generatore funzionerà come un condensatore a superficie e si riscalderà a spese del vapore condensato.

Raggiunta la temperatura di 129° , il primo elemento sarà in grado di fornire vapore al turbo-compressore per procedere al riscaldamento graduale degli altri elementi.

Dalle dimensioni di massima, che vedremo sotto, risulta che nell'elemento saranno contenuti circa 18 m^3 di liquido (in massima parte soluzione, in minima parte acqua); supposto di partire da una temperatura di 40° , occorrerà somministrare

$$18\,000 \times 1,35 \times 0,6 \times (129^{\circ} - 40^{\circ}) = 1\,300\,000 \text{ cal.}$$

e ammesso nella caldaia il rendimento 0,7 il carbone consumato sarà

$$1\,300\,000 : (7000 \times 0,7) = 265 \text{ kg}$$

cioè una quantità insignificante.

Occorrerà inoltre un motorino di 1,2 kW per azionare la pompa P_1 dell'elemento.

*

Supponiamo il generatore diviso in 10 elementi comprendenti ciascuno 30 000 tubi.

La superficie delle piastre tubiere sarà (mantenendo il dato di cm^2 2,9 per tubo)

$$30\,000 \times 2,9 : 10\,000 = \text{m}^2 8,7$$

e il diametro m 3,35.

La superficie di lamiera, comprese le due piastre, risulta di m^2 28; la pressione massima non superando le 2,5 atm., basterà uno spessore di mm 12, quindi il peso della lamiera risulta di kg 2620 per ogni elemento.

Il condensatore a miscela, sovrapposto al generatore, e le due curve di raccordo all'elettropompa, non dovendo sopportare che minime pressioni, si faranno di lamiera più sottile, alla quale assegneremo complessivamente il peso di kg 1000.

Nel trasmettitore il numero complessivo dei tubi è 2649, con una superficie frontale di m^2 0,768; essi saranno contenuti entro un tubo del diametro di 1 m. e lunghezza m 114.

Anche qui, avendosi pressioni minime, basterà un tubo in la-

miera di 3 mm, il cui peso complessivo risulta di kg 8900 che porteremo a 10 000 per tenere conto dei rinforzi.

Nell'evaporatore il numero dei tubi è 2500 con una superficie frontale di m^2 0,725.

Essi saranno contenuti in un tubo del diametro di m 1 e lunghezza m 5, al quale assegneremo lo spessore di mm 5 e il peso di kg 1000 compresi i doppi fondi e i rinforzi.

La tubazione di scarico si prevede costituita da quattro tronchi radiali della lunghezza di m 250 ca.; i tubi saranno in cemento, del diametro di 25 cm (velocità del liquido = 0,5 m/sec).

Alla tubazione di presa supplisce, come nel caso precedente, la acclività del bacino.

Siccome l'impianto si presta per compensare le irregolarità nel diagramma di consumo di una distribuzione elettrica, supponiamo che ad ogni 1 W di massima richiesta corrisponda un consumo giornaliero di 18 kW-ore.

La quantità di acqua da evaporare sarà

$$80\,000 \times 18 = 1\,440\,000 \text{ kg/giorno}$$

Nell'ipotesi fatta che si evaporino giornalmente 8 kg per m^2 , la superficie del bacino dovrà essere:

$$A = 1\,440\,000 : 8 = 180\,000 \text{ m}^2$$

La quantità di soluzione concentrata che si consuma giornalmente sarà

$$\text{kg } 400\,000 \times 18 = \text{kg } 7\,200\,000$$

Supposto che la circolazione nel bacino avvenga in 24 ore, e ricordando che il titolo della soluzione è 0,56, la quantità di sale occorrente sarà (calcolata in peso di sale anidro)

$$7\,200\,000 \times 0,56 = 4\,050\,000 \text{ kg.}$$

Nel bacino vi sarà una quantità di soluzione compresa fra

$$\text{kg } 7\,200\,000 \text{ e } 7\,200\,000 + 1\,440\,000$$

quindi l'altezza dello strato sarà compresa tra

$$\begin{aligned} 7\,200\,000 : (1,35 \times 180\,000) &= \text{mm } 29,6 \\ \text{e } 8\,640\,000 : (1,35 \times 180\,000) &= \text{mm } 35,5 \end{aligned}$$

L'energia prodotta in 125 giorni sarà

$$1350 \times 18 \times 125 = 3\,200\,000 \text{ kW-ora}$$

Ma è da osservare che l'evaporazione, in misura meno intensa, ma sempre rilevante, si manifesterà per un periodo di tempo più lungo, e potremo calcolare sopra oltre 30 giorni al principio della stagione e 30 giorni alla fine, durante i quali la centrale potrà lavorare da 3/4 a 1/2 carico; così si potranno ricavare altri

$$1350 \times 18 \times 60 \times 0,62 = 900\,000 \text{ kW-ora}$$

sicché l'energia totale ricavata sarà

$$3\,200\,000 + 900\,000 = 4\,100\,000 \text{ kW-ora.}$$

Riassumendo avremo:

$$\begin{aligned} \text{kW utili per ettaro} &1350 : 18 = 75 \text{ (continui)} \\ \text{kW-ore annui per ettaro} &4\,100\,000 : 18 = 227\,700 \\ \text{kg di acqua per kW ora} &80\,000 : 1350 = \text{litri } 59,3 \end{aligned}$$

Il rendimento complessivo fra la quantità di calore solare ricevuta dal bacino e la potenza utile è il seguente:

$$1350 \times 18 \times 865 : (4800 \times 180\,000) = 2,43 \%$$

Ecco un preventivo di massima relativo alla spesa d'impianto ⁽²⁹⁾.

Lamiera per i generatori-condensatori, per il trasmettitore e per l'evaporatore:

$$\text{kg } (3620 \times 10 + 10000 + 1000) \times \text{L. } 2,80 \dots \dots \dots = \text{L. } 132\,200$$

Tubi di ferro zincato

$$\text{m}^2 (10\,360 + 6030 + 2010 + 333) \times 0,75 \times 8 \times \text{L. } 3,60 \dots \dots \dots = \text{L. } 404\,600$$

Macchinario

$$\text{kW } (1525 + 175 + 475) \times \text{L. } 250 \dots \dots \dots = \text{L. } 543\,800$$

$$\text{Apparato di avviamento e diversi} \dots \dots \dots = \text{L. } 19\,400$$

$$\text{Totale parte meccanica L. } 1\,100\,000$$

Bacino

$$\text{m}^2 180\,000 \times \text{L. } 15 \dots \dots \dots = \text{L. } 2\,700\,000$$

Sale

$$\text{kg } 4\,050\,000 \times \text{L. } 0,20 \dots \dots \dots = \text{L. } 810\,000$$

Tubazione cemento

$$\text{m } 1000 \times \text{L. } 15 \dots \dots \dots = \text{L. } 15\,000$$

$$\text{Fabbricato, opere diverse} \dots \dots \dots = \text{L. } 225\,000$$

$$\text{Totale parte muraria L. } 3\,750\,000$$

$$\text{Totale complessivo L. } 4\,850\,000$$

pari a L. 3600 per kW disponibile.

⁽²⁹⁾ Il costo del bacino è stato portato da L. 12 a L. 15 per m^2 , per tenere conto di un piccolo strato di cemento. Ma è evidente che tanto il costo del bacino, come quello del sale, sono elementi di incertezza, che nello studio di un progetto esecutivo dovrebbero essere accuratamente analizzati.

Calcolando la spesa annua come nei casi precedenti, il costo per kW-ora risulta leggermente inferiore a L. 0,12.

*

Il sistema si presta anche per provvedere al funzionamento durante qualche giorno di cielo coperto; basterà a tale scopo mantenere nel bacino una quantità di soluzione concentrata eccedente il bisogno giornaliero.

Ma per non aumentare eccessivamente la spesa per la provvista del sale, converrà in quei giorni arrecare una modifica al regime di funzionamento della soluzione, e cioè partire da una concentrazione maggiore e spingerla fino ad una diluizione pure maggiore. E' facile vedere come in questo modo, a parità di riserva di sale, si potrà funzionare per un numero assai maggiore di giorni.

Naturalmente volendo prevedere questo caso, le dimensioni e le caratteristiche dei macchinari risulteranno alquanto variate.

*

Giovino gli esempi sopra illustrati a dimostrare la possibilità economica, dopo opportuni perfezionamenti, degli impianti eliodinamici, come riserva di impianti idraulici.

Finora pochissimi tecnici si sono occupati della questione; ci auguriamo che il piccolo manipolo diventi schiera numerosa, e venga acquisita all'umanità questa nuova ed inesauribile sorgente di energia e di ricchezza.

IMPIANTI ELETTRICI DELLA SOCIETÀ ANONIMA IMPRESE ELETTRICHE CONTI IN VAL D'OSSOLA □ □ □ □ □

GENERALITÀ.

1. - La Società Anonima Imprese Elettriche Conti.

La Società fu fondata nel 1901 per opera del Senatore Ettore Conti.

Il capitale iniziale della Società era di 3 milioni; oggi esso è salito a 100 milioni e questo fatto è indice dello sviluppo che la Società ha saputo imprimere ai propri impianti e della fiducia che essa ha saputo acquistare nell'ambiente tecnico della Nazione.

La Società esercisce un insieme veramente notevole di impianti ed una rete estesa di distribuzione. Il gruppo di impianti di gran lunga più importante è indubbiamente quello della Valle d'Ossola che verrà descritto in questa pubblicazione. Tuttavia le Imprese Elettriche Conti hanno dato vita anche a parecchie altre Centrali termiche o idrauliche che qui ricordiamo:

La centrale idroelettrica di Zogno sul fiume Brembo, della potenza di 8000 kVA e che fu il primo importante impianto eseguito per conto della Società Conti.

La Centrale idroelettrica di Vigevano, sulla sponda destra del Ticino, della potenza di 5000 kVA.

La Centrale di Novara che costituisce una riserva termica attualmente in riassetto per una potenza di 15 000 kVA.

La Centrale di trasformazione e di riserva termica di Monza, che oggi si sta sistemando per una potenza di 4500 kVA.

La Centrale di produzione e di trasformazione di Cerano (sul canale della Centrale di Vigevano).

La Centrale di produzione e di trasformazione di Trecate.

Queste due ultime Centrali rappresentano complessivamente una potenza installata di circa 600 kVA.

Coll'iniziarsi degli studi e dei lavori per l'utilizzazione delle forze idrauliche della Valle d'Ossola comincia veramente il periodo del più grandioso sviluppo della Società Conti. Questo gruppo di impianti è particolarmente interessante rappresentando un mirabile esempio di sfruttamento integrale di un grande sistema idrico alpino.

2. - L'Alta Valle dell'Ossola.

La Valle dell'Ossola è costituita dalla valle del fiume Toce, il più importante affluente, dopo il Ticino, del Lago Maggiore nel quale sbocca nel piccolo golfo compreso fra Pallanza e Stresa, presso la località di Fondo Toce. La zona di sfruttamento idraulico da parte della Società Conti comincia però soltanto sopra Domodossola e, più precisamente, a monte di Crevola d'Ossola.

Risalendo la valle, si incontra, poco sotto il paese di Baceno, la confluenza nel Toce del suo affluente di destra, il torrente Devero.

A monte di tale confluenza si estende ancora un ampio bacino imbrifero di oltre 300 chilometri quadrati, lo spartiacque del quale costituisce anche il confine politico della Svizzera. La confluenza avviene a quota 523 sul livello del mare.

Le vette che circondano la vallata salgono spesso oltre i 2000 metri e in parecchi casi superano i 3000; fra le cime più alte e maggiormente note vanno ricordati il Rothenthalhorn, il pizzo d'Arbola e il Cervandone.

Nella parte più settentrionale della valle del Toce si osserva la cascata omonima, notissima per la sua bellezza, e considerata, ap-

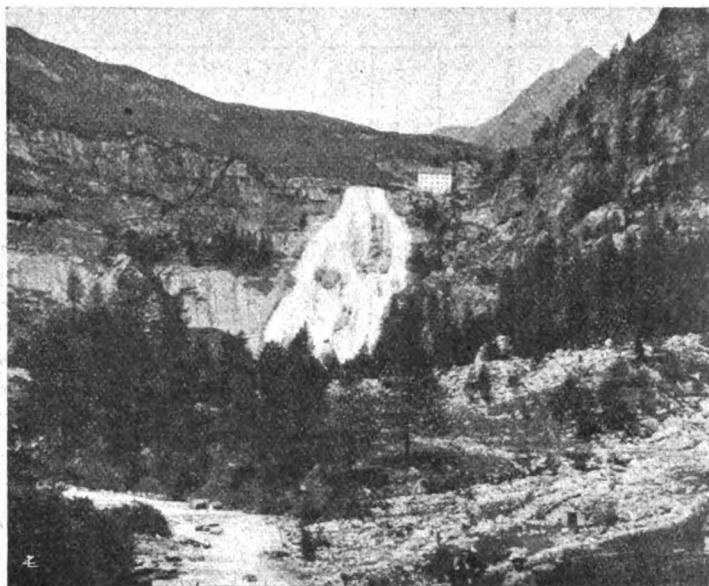


Fig. 1. — La Cascata del Toce.

punto perciò, monumento nazionale. Questo fatto ha portato qualche difficoltà allo sfruttamento integrale della parte più alta del bacino, facendosi opposizione a che venisse comunque diminuita la massa d'acqua della cascata. Tuttavia anche questa difficoltà fu recentemente superata.

Ampie distese di nevai perpetui e qualche estensione di ghiacciaio coronano il bacino. La plaga è allietata da numerosi laghetti alpini, e le sponde delle valli presentano una vegetazione spesso lussureggiante di conifere.

La natura delle rocce, quasi dovunque formate da scisti cristallini o da graniti, è anch'essa favorevole all'utilizzazione delle acque a scopo di forza motrice. Le rocce stesse offrono inoltre un ottimo materiale da costruzione per l'erezione degli edifici e delle opere d'arte.

La configurazione topografica si presta ottimamente alla creazione di impianti idroelettrici.

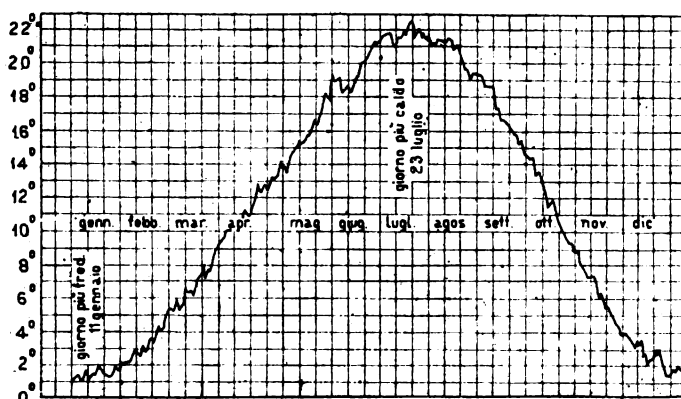


Fig. 2 — Temperatura media di Domodossola

Alla quota 1600 circa, il bacino complessivo del Toce e del Devero ha già una estensione di 110 km², e alla quota 525, poco sopra la confluenza, il bacino raggiunge un'estensione di 310 km², mentre lo sviluppo dell'alveo fra le due quote citate è di 22 km.

3. - Studio del regime idraulico del bacino. (1)

I dati meteorologici dei quali si disponeva per lo studio delle condizioni idrografiche del bacino, erano le osservazioni pluviometriche raccolte a Domodossola a partire dall'anno 1872.

(1) Questi dati sono riassunti essenzialmente dalla Memoria pubblicata dall'Ing. Ganassini nel primo fascicolo dell'anno 1919 degli *Annali del Consiglio Superiore delle Acque*.

duce che tali medie si mantengono inferiori a 7° dall'11 novembre al 25 marzo. Le statistiche dicono poi che le minime giornaliere possono mantenersi sotto 0° dall'1 novembre al 17 marzo.

precipitazioni atmosferiche avvengano sotto forma di neve per il periodo che corre dal 1° novembre al 31 marzo.

In conseguenza, in tale periodo le precipitazioni atmosferiche

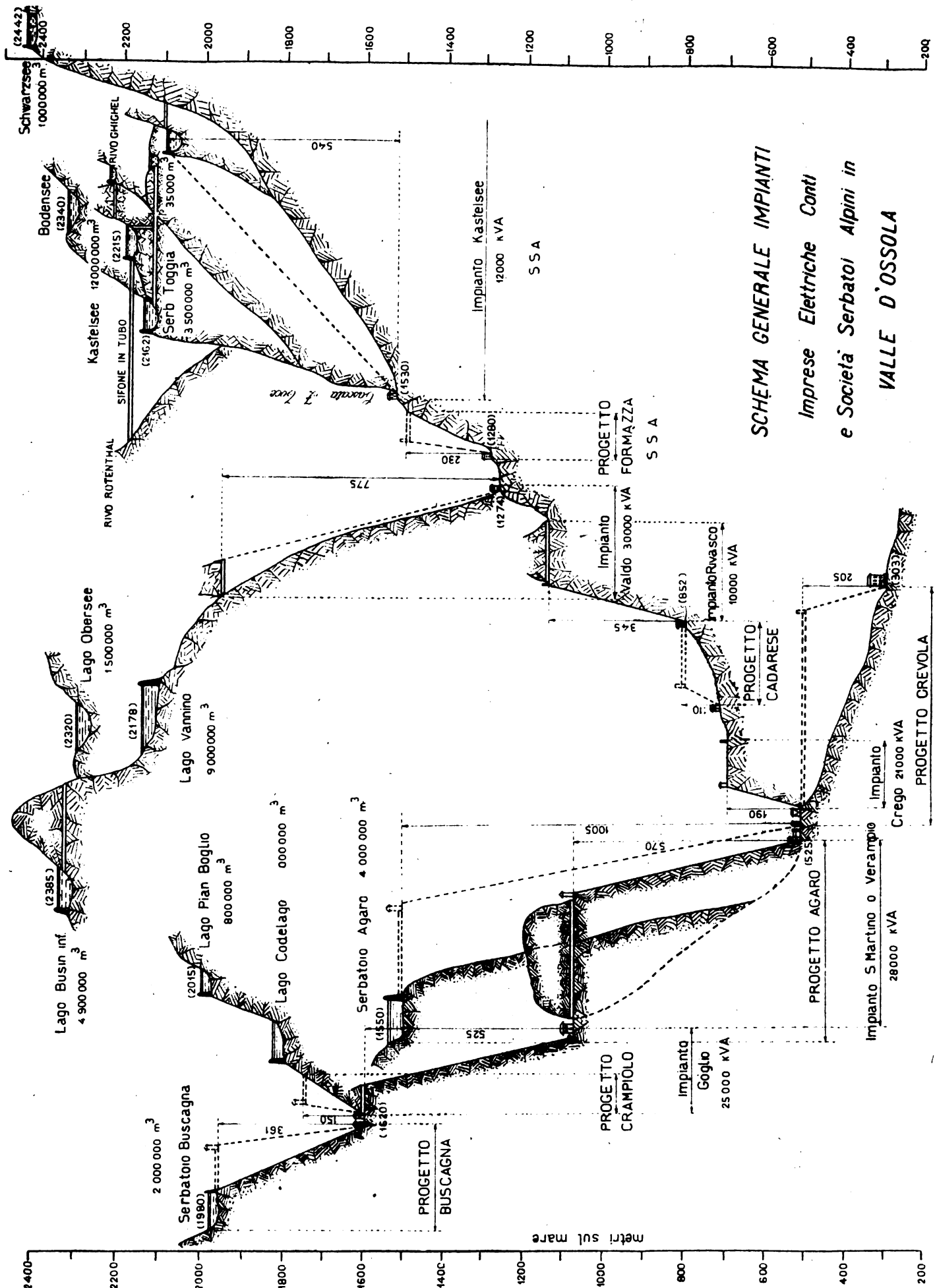


Fig. 4.

Tenendo presente il fatto che l'altitudine del bacino supera i 1600 metri, convette alte oltre i 3000 metri, si è ritenuto che le

non hanno influenza sulla portata del corso d'acqua, la quale deve essere riferita soltanto all'esaurimento del bacino.

Per stabilire con approssimazione praticamente sufficiente la quantità d'acqua totale che, in virtù di tale esaurimento idrico del bacino, fluirà nel periodo dal 1° novembre al 31 marzo, si è fatto ricorso alla formula proposta dall'Ing. Zunini, secondo la quale la portata derivante dall'esaurimento di un bacino idrico risulta rappresentabile come segue:

$$q = a + be^{-jt}$$

dove a è la portata minima assoluta che si verifica; b è la portata, al disopra della minima, che si verifica all'inizio del periodo che si considera; t è il tempo espresso in giorni, ed j è un coefficiente detto di esaurimento del terreno.

Per t abbastanza grande, la espressione si può mettere sotto la forma approssimata:

$$q = 86,4 \left(at + \frac{b}{j} \right)$$

Il coefficiente j fu trovato eguale a 0.06 in media per l'Appennino; nelle Alpi, specialmente nei bacini alti, risulta un po' minore. Nel caso che consideriamo fu assunto $j=0,05$.

Inoltre, in base ad osservazioni, si assunse $a=6$ litri per km^2 ; b fu assunto pari a 34 litri per km^2 . Ciò equivale a supporre che l'esaurimento del bacino cominci con una portata di 400 litri per chilometro quadrato.

Avendo allora $t = 151$ giorni (ossia 5 mesi), la portata totale dei mesi invernali risulta di:

$$86,4 \left(151 \times 6 + \frac{34}{0,05} \right) = 123390 \text{ m}^3 \text{ per km}^2.$$

Tale portata corrisponde ad una pioggia di mm. 130 circa.

La quantità d'acqua suddetta, affluente durante l'inverno, è in realtà dovuta ad acqua estiva rimasta a saturare il bacino; ma per facilitare i calcoli è opportuno osservare che non si commette praticamente alcun errore se si suppone che essa sia attinta alla precipitazione invernale stessa.

Da quanto si è detto, risulta che nei mesi dal 1° novembre al 31 marzo i deflussi, derivando unicamente dall'esaurimento del bacino, saranno eguali per tutti gli anni. Della precipitazione invernale, 130 millimetri corrispondono all'acqua di saturazione defluente nei mesi invernali, ed il rimanente defluirà nei mesi estivi collo scioglimento delle nevi.

Per valutare i contributi di portata derivanti da tale scioglimento si tenne conto dell'osservazione che, alla fine di agosto, tutto il bacino, fino all'altitudine di 2500 m, è completamente sgombrato di neve. Si ammise quindi che lo scioglimento delle nevi avvenga nel periodo dal 1° aprile a tutto agosto. Si ritenne che, nei mesi da aprile a luglio compreso, il deflusso delle nevi fosse proporzionale alle temperature medie mensili, le quali, dal diagramma delle temperature, risultano essere di 11,3° per aprile; di 15,03° per maggio; di 19,22° per giugno; di 21,66° per luglio.

Invece per i mesi di agosto, settembre e ottobre, si ammise che il deflusso delle nevi avvenga con legge lineare e che il deflusso totale in tali tre mesi corrisponda, come numerosi dati sperimentali confermano, a un quinto della precipitazione invernale, depurata dai 130 mm corrispondenti alla saturazione del bacino, come si è detto sopra. In virtù della supposizione fatta della variazione delle aree del diagramma delle portate secondo legge lineare, di tale quinto ne defluiranno cinque noni in agosto, tre in settembre, e uno in ottobre.

4. - Schema idraulico generale degli impianti.

Coi dati pluviometrici dei quali si può disporre, come sopra si è detto, e conoscendo l'estensione dei bacini elementari nei quali può essere considerata scomposta l'alta valle d'Ossola, si possono tracciare per singoli impianti idraulici i diagrammi dei regimi idraulici corrispondenti.

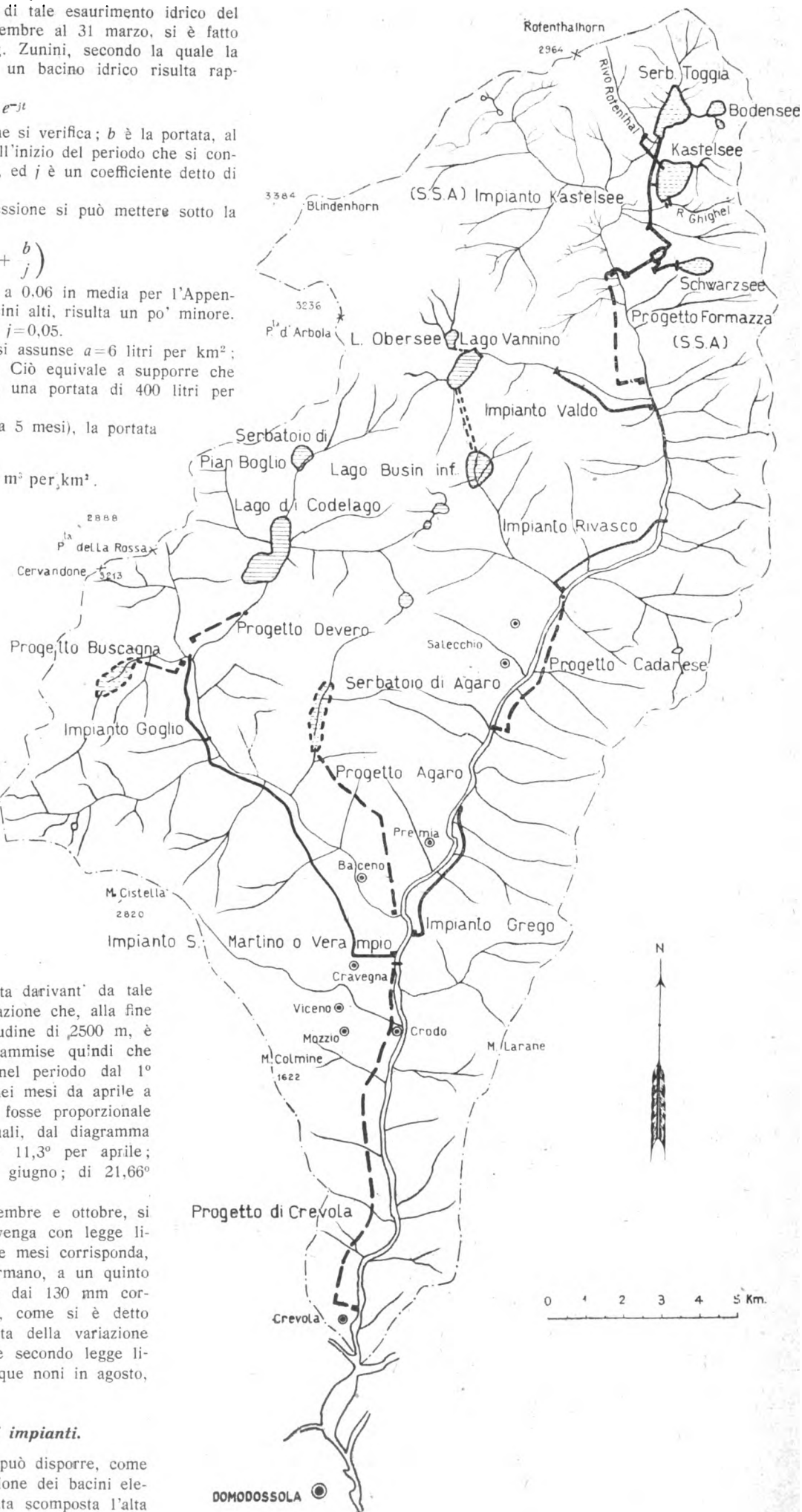


Fig. 5. — Planimetria generale degli impianti di Valle d'Ossola.

La figura 3 nella quale sono tracciate le curve idrodinamiche ⁽²⁾ corrispondenti ai diversi impianti, permette di farsi un'idea complessiva della potenzialità degli impianti stessi.

Per quanto la presente pubblicazione si riferisca agli impianti della Società Conti, è sembrato necessario completare il quadro della utilizzazione della vallata del Toce comprendendo nello schema anche gli impianti in costruzione o in progetto per conto della Società Serbatoi Alpini. Essa ha le concessioni per lo sfruttamento della parte estrema del corso del Toce, al di sopra della Centrale del Valdo costruita dalla Conti. L'energia che verrà prodotta dalle Centrali della Soc. Serbatoi Alpini sarà però interamente ceduta alla Società Conti, alle linee della quale le Centrali suddette saranno allacciate.

Lo schema generale degli impianti eseguiti o in progetto in questa regione, è rappresentato nella fig. 4, e nella planimetria della fig. 5.

I due rami nei quali l'alta Valle dell'Ossola si divide sopra Baceno individuano due linee direttive lungo le quali si sviluppa il progetto di sfruttamento totale delle forze idrauliche della valle.

Una serie di impianti risale la valle del Devero mentre l'altra segue il corso del Toce fin presso le sue sorgenti.

I due sistemi vengono a collegarsi a valle di Baceno dove le acque del Devero e del Toce alimenteranno insieme l'impianto di Crevalle.

Riassumiamo qui brevemente i dati fondamentali degli impianti costruiti o in progetto, cominciando dalla parte più a nord del corso del Toce.

5. - Impianti e progetti della Società Serbatoi Alpini.

Nella zona di sfruttamento che le è riservata, la Società Serbatoi Alpini sta costruendo i due impianti del Kastelsee e di Formazza.

L'impianto del Kastelsee prende nome dal lago omonimo il quale viene utilizzato come serbatoio di 12 000 000 di metri cubi di capacità. Mediante una diga in terra si produce un invaso di 8 m; la presa viene effettuata mediante una galleria sotterranea, costruita nel 1921, capace di produrre uno svaso di 18 m.

Mediante un sifone in tubo, si immettono nel Kastelsee anche le acque del Rivo Rothental, affluente di destra del Toggia, che viene opportunamente sbarrato. Con una galleria di culmine sono poi allacciati col Kastelsee anche il Rivo Ghighele e il Rivo Basodine.

Complessivamente vengono così collegati al Kastelsee circa 8 km² di bacino scolante.

Il lago Kastel non è però l'unico bacino che alimenta l'impianto omonimo.

Con una diga in cemento armato alta oltre 22 metri si è sbarato il Toggia, ottenendone un serbatoio di 3 500 000 m³ di capacità servito da un bacino scolante di circa 8 km². Dal serbatoio Toggia parte una galleria nella quale vengono pure immesse le acque del

Kastelsee, e che mette capo nel bacino giornaliero di Schelp di 35 000 m³.

In tale bacino sono anche condotte, mediante canale di raccordo, le acque di un altro serbatoio, quello della Schwarzsee, della capacità di 1 000 000 di m³. Lo Schwarzsee è alimentato da un bacino di circa 1 km². Mediante diga in muratura si produce un invaso di 4 metri, mentre lo svaso massimo è di 5 m.

Dal bacino giornaliero di Schelp, che raccoglie i contributi del complesso sistema ora descritto, per un totale di circa metri cubi 16 500 000, parte la condotta forzata che utilizza un salto di 540 metri.

Il bacino complessivo sfruttato dall'impianto del Kastelsee è di circa 23 km², e il valore idrodinamico corrispondente è di 12 400 metri-chilometri quadrati ⁽³⁾. Nella Centrale è prevista la installazione di due gruppi di circa 10 000 kW.

La centrale di Sotto Frua (così detta perchè collocata a valle della cascata, o Frua come localmente detta) restituisce le acque al Toce mediante un canale di regresso. Poco a valle avviene la presa del Progetto di Formazza. Esso utilizza tutto il bacino a monte della presa, per una estensione di 63 km².

Il canale, in galleria, si svolge pressochè parallelo al fiume per una lunghezza di circa 3 km; esso mette capo a una galleria serbatoio da cui parte la tubazione forzata. Nella Centrale è prevista la installazione di 4 gruppi da 90 000 kW circa.

Il salto è di 230 metri cosicchè l'impianto corrisponde a un valore idrodinamico di 14 500 m-km².

6. - Impianti e progetti della Società Anonima Imprese Elettriche Conti.

Colla Centrale di Formazza cessa la zona di sfruttamento della Soc. Serbatoi Alpini e comincia, coll'impianto di Valdo, quella direttamente sfruttata dalle Imprese Elettriche Conti.

L'impianto del Valdo viene alimentato da tre serbatoi; il più importante di essi fu ottenuto mediante lo sbarramento del Lago Vannino, ottenendo una capacità di circa 9 milioni di m³; venne pure sbarrato il Lago Busin inferiore, le acque del quale avevano deflusso naturale nel rio Vova, mentre vengono ora condotte ad immettersi nel Lago Vannino ad aumentarne la capacità di accumulazione. Il Lago Busin inferiore rappresenta circa 4 800 000 m³ di invaso. Il Laghetto Obersee, che ha già deflusso naturale nel Vannino, verrà meglio utilizzato mediante opportuno canale di presa; esso rappresenta un invaso di circa metri cubi 1 500 000. L'impianto del Valdo ha un valore idrodinamico di 12 400 m-km² con un bacino di 16 km² ed un salto di 775 m.

L'impianto di Rivasco, a valle di quello di Valdo, utilizza le acque che hanno alimentato tutti i precedenti impianti, e sfrutta complessivamente un bacino di 119 km², ai quali vanno aggiunti altri 14 km² che si utilizzano captando le acque del Torrente Vova che vengono condotte direttamente ad immettersi nel bacino di carico della Centrale di Rivasco. Il salto è di 345 m e il valore idrodinamico corrispondente è di 45 900 m-km².

La parte più pianeggiante del Toce è utilizzata mediante il progetto di Cadarese che ha un bacino alimentatore di 151 km² ed un salto di 110 m, rappresentando un valore idrodinamico di 16 610 m-km².

L'impianto di Crego è l'ultimo della serie della Valle del Toce, trovandosi la sua centrale sotto Baceno presso la confluenza del Devero. Esso utilizza 182 km² di bacino con un salto di 190 m ed un valore idrodinamico di 34 580 m-km².

*

Risalendo invece il corso del Devero, si trova che esso, nella Piana del Devero, si divide in quattro affluenti. Su due di essi, e precisamente sul Rivo Sangiatto e sul Rivo della Rossa, non è industrialmente possibile costruire degli impianti.

Invece sul Rivo d'Arbola si è progettato un impianto, noto col nome di Progetto del Devero o di Crampiole, il quale utilizza come serbatoi gli sbarramenti del Lago di Codelago e del Lago di Pian Boglio. Questi due serbatoi hanno rispettivamente la capacità di 17 milioni di m³ e di 800 000 m³. Il bacino imbrifero che alimenterà l'impianto di Crampiole è di 25 km²; il salto risulterà di 150 m; l'impianto quindi rappresenta un valore idrodinamico di 3750 m-km².

Sul Rivo Buscagna verranno utilizzati 5 km² di bacino con un serbatoio di 2 milioni di m³ ed un salto di 361 m; il valore idrodinamico risulta di 1805 m-km².

⁽³⁾ L'unità metro-chilometro quadrato è rappresentativa dell'area della curva idrodinamica; essa può essere tradotta in HP nominali moltiplicandola per il contributo unitario del bacino espresso in litri per secondo, diviso per 75; oppure si può tradurre in kW annui moltiplicandola per il contributo integrale del bacino espresso in metri cubi diviso per 367200 ossia per il numero dei kgm corrispondenti a un kWh.

⁽²⁾ Per tracciare la curva idrodinamica di un bacino imbrifero, si prendono per ascisse le quote decrescenti del pelo d'acqua del corso d'acqua; per ogni quota, segnata come ascissa, si porta come ordinata una lunghezza proporzionale alla superficie totale del bacino scolante a monte di tale quota. La curva idrodinamica sarà perciò sempre ascendente a partire dall'origine (quota del punto più alto del corso d'acqua, ossia della sorgente) corrispondentemente all'ampliarsi del bacino imbrifero alimentatore, discendendo lungo il corso del fiume.

Poichè la potenza di un impianto si ha dal prodotto del salto utilizzato per la portata, la quale a sua volta è data dall'area del bacino scolante per il contributo unitario di esso, è chiaro che si può rappresentare sul grafico un impianto mediante un rettangolo avente un lato verticale equivalente all'area del bacino imbrifero che lo alimenta (ossia eguale all'ordinata della curva nel punto corrispondente alla quota della presa dell'impianto) e l'altro lato orizzontale proporzionale al salto utilizzato (ossia rappresentato da una lunghezza eguale alla differenza fra la quota dello scarico e quella della presa). L'area di tale rettangolo, che verrà così ad avere sempre un vertice sulla curva idrodinamica in rispondenza alla quota di presa, rappresenta un prodotto di un'area per un salto ossia, nella scala dei contributi unitari, l'energia idrodinamica della derivazione.

È chiaro che l'area totale sottesa dalla curva idrodinamica rappresenta l'integrale dei prodotti del bacino per i dislivelli, e indica quindi, nella scala dei deflussi unitari, l'energia totale teoricamente ricavabile dal corso d'acqua. Confrontando la porzione di tale area ricoperta dai rettangoli delle derivazioni con quella che rimane scoperta si ha un'idea complessiva del grado d'utilizzazione del corso d'acqua.

Sullo stesso diagramma si può poi tracciare anche la curva delle distanze portando in corrispondenza di ogni quota presa come ascissa, un'ordinata proporzionale allo sviluppo del corso d'acqua superiormente a tale quota. I lati verticali del rettangolo rappresentativo di ogni derivazione o i loro prolungamenti incontrano la curva delle distanze in due punti i quali, nella differenza delle loro ordinate, individuano lo sviluppo dell'alveo sotteso dalla derivazione.

L'impianto di Goglio, che sfrutta le acque precedentemente utilizzate dai due impianti suddetti, utilizza 55 km² di bacino su di un salto di 525 m, con un valore idro-dinamico di 28 875 m-km².

Sulla sinistra, a valle della centrale di Goglio, il Devero riceve come affluente il Rivo d'Agaro. Su di esso è progettata la costruzione di uno sbarramento che permetterà di realizzare un invaso di 4 milioni di m³. Si utilizzerebbero con questo impianto 11 km² di bacino su di un salto di 1005 m con un valore idro-dinamico di 11 055 m-km².

Il canale di scarico della centrale del Goglio alimenta direttamente la presa dell'impianto di San Martino o di Verampio che rappresenta un valore idro-dinamico di 37 050 m-km²; esso ha un'estensione di bacino diretto di 58 km². A questi si devono aggiungere altri 7 km² che vengono utilizzati captando le acque del Rivo Bondolero. Il salto totale è di 570 m.

La Centrale di San Martino o di Verampio si trova presso la confluenza del Devero nel Toce, a circa 600 m dalla Centrale di Crego sopradetta.

Sotto la confluenza, si sviluppa il progetto di

fieriore e Obersee (complessivamente circa 15 milioni di m³) verranno utilizzate su di un salto totale di 1625 m distribuiti come segue:

Centrale di Valdo	m 775
Centrali di: Rivasco - Cadarese — Crego e Crevola	» 850

Totale m 1625

Le acque del serbatoio di Codelago e quelle di Pian Boglio (in totale circa 18 milioni di m³) verranno sfruttate con un salto complessivo di m. 1450 distribuiti fra le varie Centrali come qui sotto indicato:

Progetto di Crampiolo	m 150
Impianto di Goglio	» 525
Impianto di Verampio	» 570
Progetto di Crevola	» 205

Totale m 1450

Le acque del serbatoio della Buscagna (circa 2 milioni di m³) saranno utilizzate su di una caduta totale di 1661 m distribuiti come segue:

Progetto della Buscagna	m 361
Centrali di Goglio, Verampio e Crevola	» 1300

Totale m 1661

Le acque del serbatoio d'Agaro (circa 4 000 000 di m³) verranno sfruttate su di un salto complessivo di 1210 m nel modo seguente:

Progetto di Agaro	m 1005
Centrale di Crevola	» 205

Totale m 1210

Si viene in tal modo a realizzare complessivamente una riserva di circa 165 milioni di kWh, in aggiunta all'energia normalmente ricavabile dalle portate naturali dei due fiumi e dei relativi affluenti, della quale si può avere una misura riferendosi ai valori idrodinamici dei bacini precedentemente elencati.

7. - Collegamento elettrico dei diversi impianti.

Il collegamento delle diverse Centrali della zona viene effettuato alla Centrale di Verampio. La figura 6 rappresenta chiaramente come sono disposti i vari collegamenti.

Il collegamento delle diverse Centrali della zona viene effettuato alla Centrale di Verampio. La figura 6 rappresenta chiaramente come sono disposti i vari collegamenti.

Sui due anelli collettori del quadro di Verampio, giungono due linee provenienti dalla Centrale di Rivasco e due altre provenienti da Goglio.

Dopo la costruzione della Centrale di Crego si è dovuto modificare il quadro di Verampio per permettere l'allacciamento colla nuova Centrale.

Per questo si è approfittato delle diagonali del quadro, derivando ai morsetti dei due interruttori le due linee che vanno a Crego, colla interposizione di un nuovo interruttore. Questa disposizione è stata resa necessaria dal poco spazio disponibile, e permette di raggiungere condizioni di funzionamento soddisfacenti, in quanto che la Centrale di Crego, trovandosi allacciata sulle diagonali di un doppio anello, può venir messa in parallelo con una qualunque delle altre Centrali.

Si è però anche disposto perchè Crego possa mandare energia direttamente agli utenti senza interessare Verampio.

Come si è detto, anche le Centrali in costruzione per conto della Società Serbatoi Alpini manderanno la loro energia sulle linee della Società Conti e saranno perciò per mezzo di esse collegate a Verampio.

Dalla Centrale di Crego partono tre linee (una non ancora montata) delle quali una si ferma a Villa d'Ossola per delle utenze elettrotecniche, mentre le altre due proseguono per la Centrale di Novara.

Dall'anello di Verampio partono quattro linee le quali tutte si dirigono alla Centrale di Novara collo stesso percorso delle due linee di Crego.

Tutta l'energia prodotta nella valle dell'Ossola, ad eccezione della utenza di Villa d'Ossola, viene così convogliata a Novara dove si trova la Centrale di produzione e di smistamento ricordata in principio.

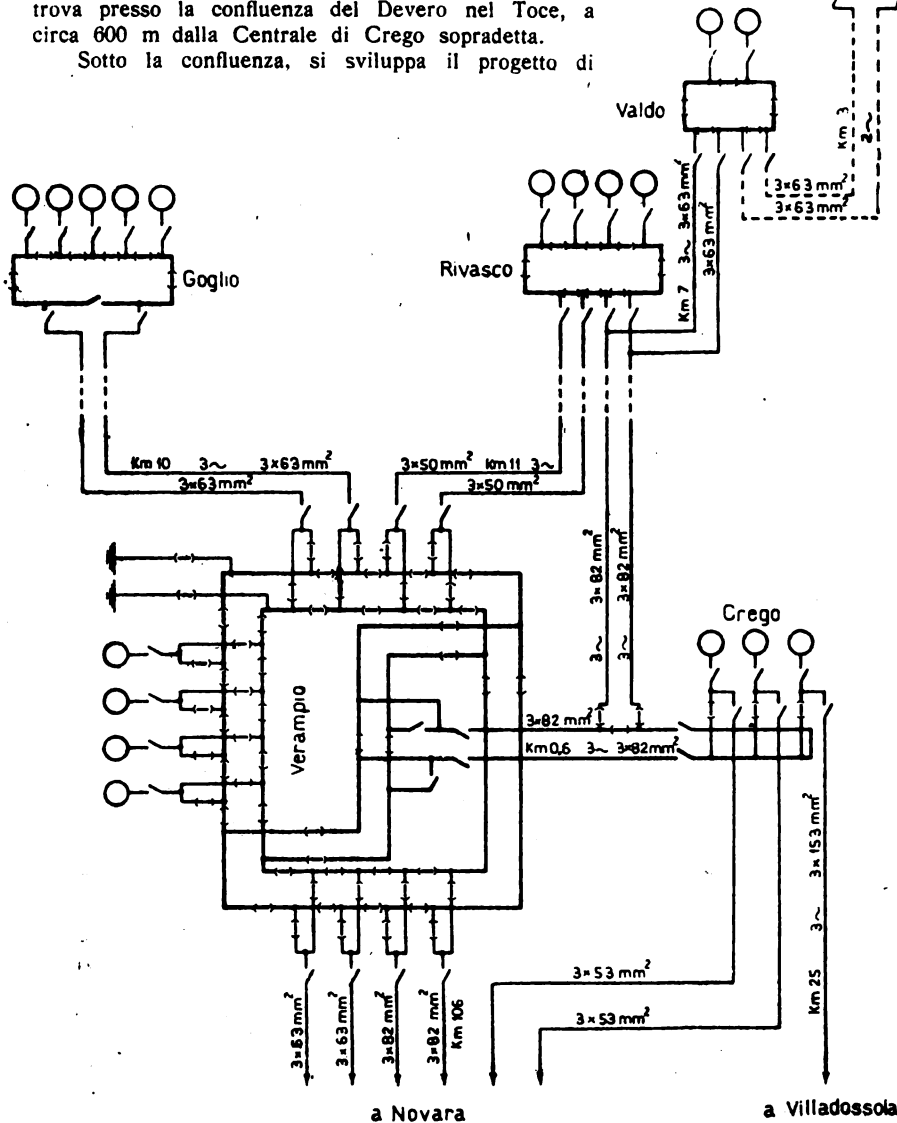


Fig. 6. — Schema dei collegamenti elettrici delle varie Centrali.

Crevola che sarà il più importante di tutti, utilizzando tutto il bacino a monte per una estensione di 308 km². Il salto sarà di 206 m, che corrisponde ad un valore idro-dinamico di 63 450 m-km².

*

Con tale disposizione di impianti le acque dei serbatoi Toggia, Kastelsee e Schwarzsee (circa 16 milioni e mezzo di m³) verranno, a lavori ultimati, complessivamente utilizzate su di un salto di m. 1620 ripartiti tra le varie Centrali nel modo seguente:

Impianto del Kastelsee	m 540
Progetto di Formazza	» 230
Impianto di Rivasco	» 345
Progetto di Cadarese	» 110
Impianto di Crego	» 190
Progetto di Crevola	» 205

Complessivamente m 1620

Le acque invase nel Lago Vannino e nei Laghi del Busin in-

8. - Rete di distribuzione.

L'attività della Società Conti come Ente distributore di energia si estende sull'intero circondario di Monza e su parte delle Provincie di Milano, Pavia, Alessandria e Novara.

La Centrale di Monza è allacciata a quella di Novara mediante una linea a due terne di conduttori di 82 mm², funzionante a 50 000 V. Essa riceve anche energia dall'altra Centrale Conti di Zogno, ed è anche collegata colle reti dall'Adamello e di Trezzo d'Adda.

Dalla Centrale di Novara, alla quale fanno capo 5 linee provenienti dalla Valle d'Ossola, partono due grandi derivazioni le quali si richiudono alla cabina di Garlasco. Una derivazione segue il percorso Novara-Mortara-Garlasco, e funziona a 50 000 V. L'altra collega Novara con Trecate, Cerano e Vigevano e mette pure capo a Garlasco: questa seconda derivazione è alimentata a 25 000 V. Nella cabina di Garlasco avviene la chiusura dell'anello attraverso auto-trasformatori costruiti dalla General E. Co.

È in corso di esecuzione la trasformazione del circuito a 25 000 V. per funzionare a 50 000, mediante la costruzione di una nuova cabina a Trecate la quale sarà dotata di due gruppi sincroni di 3000 kVA

quelle progettate sul corso del Devero, e altre due appartenenti a quelle preventivate sul Toce. Sono cioè in funzione le Centrali di Goglio e di Verampio sul Devero, e quelle di Rivasco e di Crego sul Toce.

La Centrale di Rivasco fu la prima ad essere costruita, essendo entrata in servizio nel 1908: successivamente fu costruita quella di Goglio, e più recentemente ancora quella di Verampio. Crego è il frutto dell'attività delle Imprese Conti durante la guerra, ed entrò in funzione nel 1918.

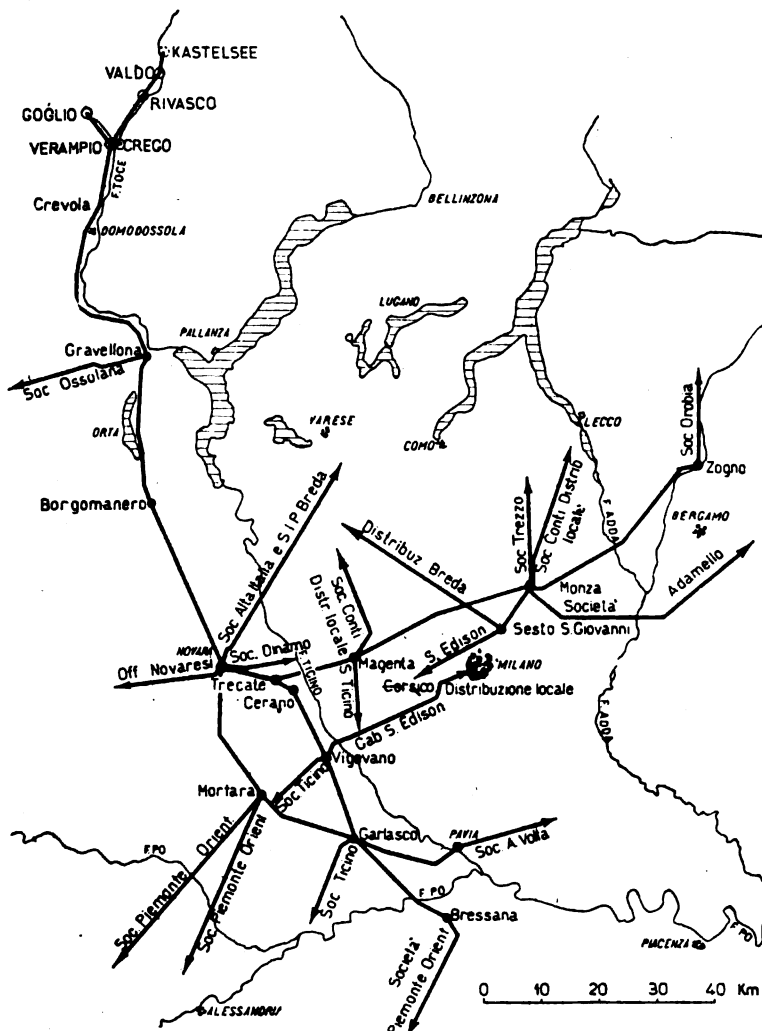


Fig. 7. — Rete di distribuzione della Soc. Conti.

per la correzione del fattore di potenza. Verrà pure costruita una cabina di trasformazione a Vigevano per collegamento coll'anello di questa Centrale, la quale può dare energia a 50 000 V. per il grande anello, e a 25 000 per clienti locali.

Le utenze principali si staccano da Mortara per Alessandria, da Garlasco per Pavia e per Bressana, da Vigevano per la città stessa e ancora per Mortara, da Trecate per distribuzione locale e da Novara per le grosse utenze locali.

Le linee Novara-Monza hanno una derivazione a Magenta, dove parte del carico alimenta numerosi stabilimenti mediante trasformazione della corrente a 7500 V.

La correzione del fattore di potenza, oltre che a Trecate, è fatta a Garlasco con due gruppi sincroni da 3000 kVA e a Magenta con un altro gruppo sincrono pure da 3000 kVA e con un altro gruppo a Monza della potenza di 5000 kVA.

8. - Stato attuale degli impianti e dei lavori.

All'epoca della pubblicazione della presente descrizione (gennaio 1923) sono in attività due Centrali appartenenti alla serie di

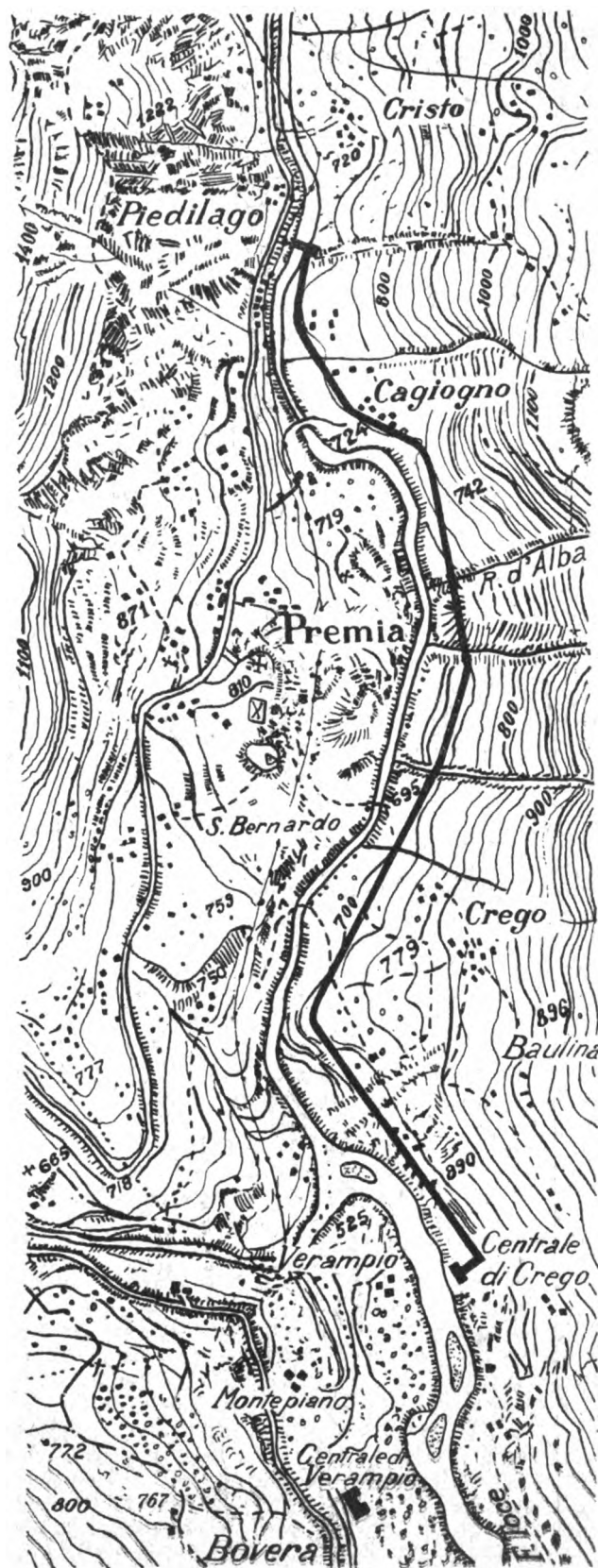


Fig. 8. — Planimetria generale dell'Impianto di Crego.

Sul corso del Toce è attualmente in istato di avanzata e quasi ultimata lavorazione, l'impianto del Valdo; per il quale è già completamente costruito lo sbarramento del Lago Vannino ed è in lavoro l'allacciamento col Lago Busin inferiore. L'edificio della Centrale è ultimato; il canale in galleria è quasi totalmente costruito. Nel mese

di giugno si è iniziato il montaggio delle tubazioni forzate; sono pure in montaggio il macchinario ed il quadro.

Sono da tempo ultimati gli sbarramenti dei Laghi di Codelago e di Pian Boglio.

Sono ultimati i rilievi riguardanti i progetti di massima per gli impianti della Buscagna e di Crevola.

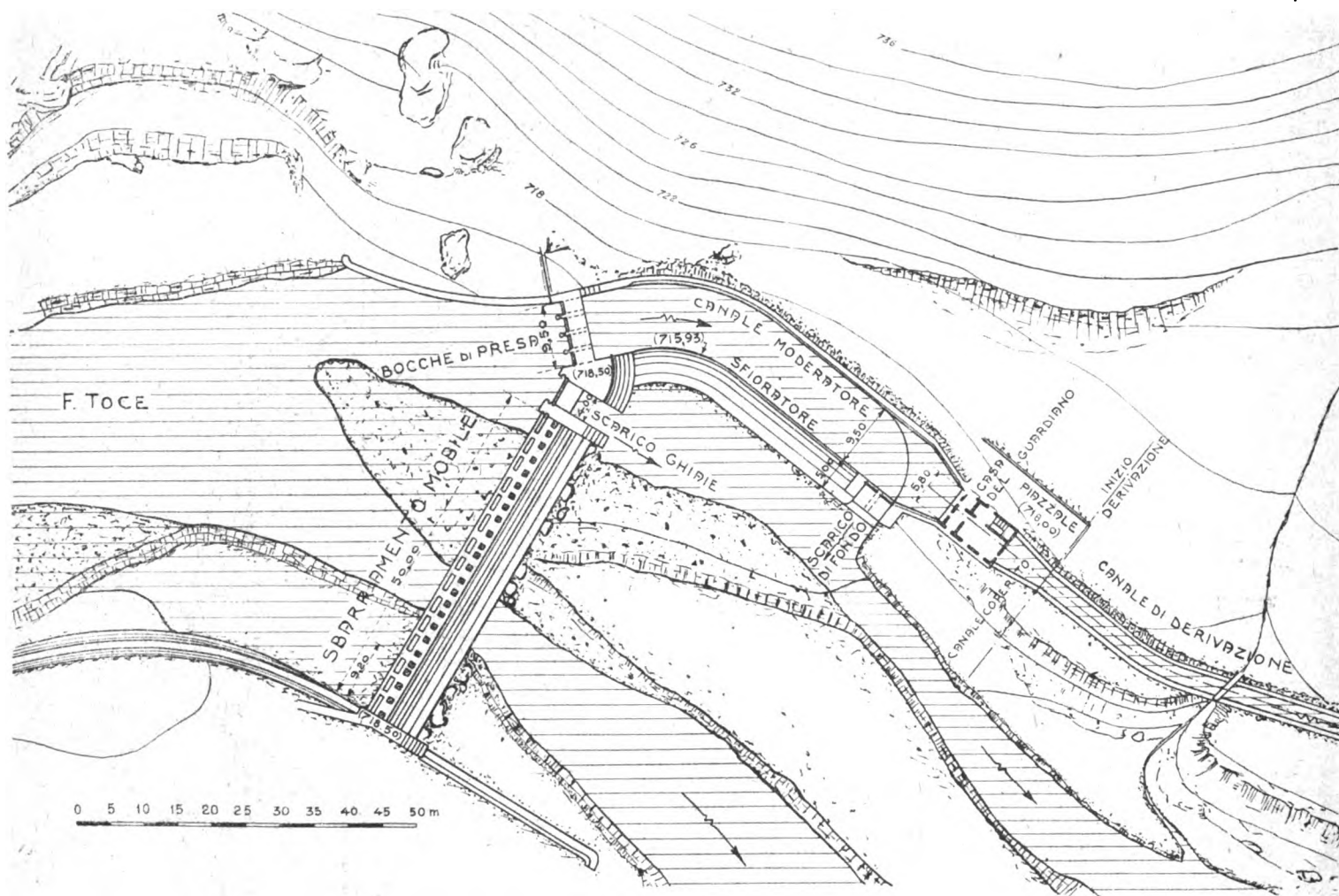
Per quanto riguarda la zona di sfruttamento della Società Serbatoi Alpini, mentre il progetto di Formazza è ancora in via di concessione, sono avanzati i lavori per l'impianto del Kastelsee. In modo

10. - Opere di presa.

Le opere di presa sono illustrate dalla planimetria della Fig. 9 e dalle Fig. 10, 11 e 12.

La presa viene effettuata presso la località detta Piè di Lago, alla quota di 716 metri sul livello del mare. La soglia della diga, costituita da una fondazione in calcestruzzo, è a quota 714,85.

Attraverso il Toce venne costruito uno sbarramento mobile del tipo Poirée, lungo complessivamente 50 metri e suddiviso in cinque



suddivisa dai cavalletti in 4 campate minori; i cavalletti possono venire sollevati e ribaltati contro la parte inferiore della sovrastante soletta in cemento armato. Anche la passerella di manovra, sostenuta dai cavalletti, è collegata a cerniera di modo che l'insieme dei tre cavalletti centrali e della passerella che li collega può deformarsi come un parallelogramma articolato ribaltandosi contro la superiore soletta di cemento armato. Le due campatelle estreme della passerella possono invece venire ribaltate contro le pile in cemento armato. In tal modo la luce della campata resta interamente libera.

A monte e a valle della diga, sulla sponda destra del fiume, vennero costruiti due argini di contenimento in muratura a secco rivestita con malta.

Per tenere libero il bacino d'invaso prodotto dalla diga, si è costruito un apposito scaricatore delle ghiaie costituito da un'unica paratoia in ferro della luce di m 4.

La paratoia è manovrabile mediante un apparecchio di viti perpetue e ruote elicoidali che comanda contemporaneamente due aste dentate di sollevamento.

La presa è effettuata mediante 4 luci, di due metri ciascuna, regolabili per mezzo di paratoie in ferro dell'altezza di m. 1,20 che si manovrano a mano col solito dispositivo di sollevamento, come si vede nel prospetto della Fig. 11.

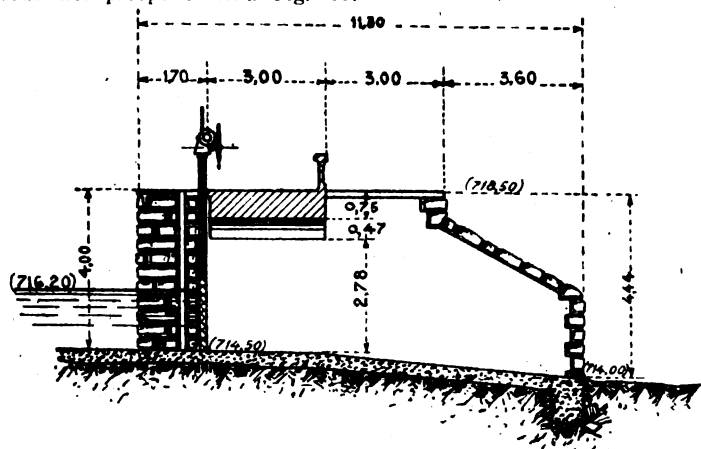


Fig. 11. — Sezione della presa.

La soglia delle paratoie si trova a quota 714,90, ma la ritenuta si è alzata di m 0,20, cosicchè l'altezza della luce libera, a paratoia alzata, è di m 1,10.

La perdita di carico fra il pelo di ritenuta della diga e il pelo di portata massima all'inizio del canale, è di m 0,40 così distribuiti: m 0,11 per la perdita di carico attraverso le paratoie, onde assicurare la portata di m³ 10; m 0,18 per le paratoie del canale moderatore; m 0,05 per la pendenza dello stesso; m 0,05 per il restringimento di sezione all'inizio del canale di carico.

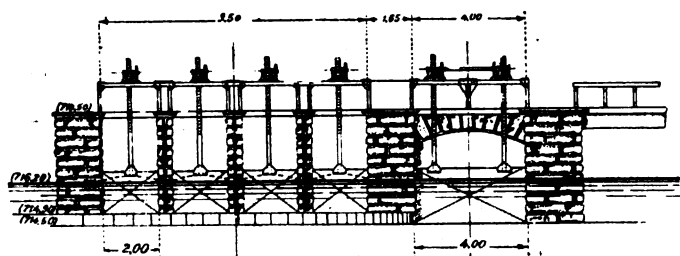


Fig. 12. — Prospetto della presa, a monte.

Le bocche di presa immettono direttamente nel bacino o canale moderatore, costituito da un tronco di canale largo m 9,50 e profondo m 1,68 e della lunghezza totale di m 50. Il fondo del bacino è inclinato dell'1 per mille verso l'estremità a valle, dove trovasi praticato uno scarico di fondo provvisto di due paratoie in ferro di dimensioni identiche a quelle delle bocche di presa.

Lo scarico del canale moderatore viene, con un breve tronco di canale, restituito al Toce.

Alla sua estremità verso valle il canale moderatore si rastrema fino alla larghezza di m 5,80. Ivi sorge un piccolo edificio a due piani che superiormente è adibito ad abitazione del guardiano, mentre il piano terreno, oltrechè per la manovra delle paratoie di regolazione, serve anche come magazzino e come laboratorio da falegname per la manutenzione dei panconcelli della diga, che viene effettuata dallo stesso guardiano.

Le paratoie di regolazione sono in numero di tre, hanno una luce di m 1,60 e immettono direttamente nel canale di presa della Centrale.

(Continua).

LETTERE ALLA REDAZIONE

A proposito del galvanometro differenziale.

Riceviamo:

Palermo, 21 dicembre 1922.

Spettabile Redazione,

Ringrazio per le parole cortesi usatemi nel fascicolo 34, a proposito del mio articolo sul Galvanometro differenziale.

In quanto all'osservazione ovvia che l'inconveniente, il quale fornì lo spunto allo studio, «si sarebbe potuto evitare differenziando in un ordinario microamperometro» (o nello stesso Du Bois Rutens, giacchè si trattava di 10⁻⁸ amp.) «le correnti o le f. e. m. anzichè differenziare la loro azione sull'ago magnetico», faccio notare che le esigenze speciali imposte dal fenomeno da studiarsi richiedevano l'uso di due pinze termoelettriche e due circuiti completamente separati, cioè isolati elettricamente.

Di ciò mi limitai a dare appena qualche cenno per brevità, ma vedo che sarebbe stato meglio esser più esplicito, e invio perciò la presente a maggiore chiarimento. Evidentemente, nel caso considerato si deve rinunciare ai comodi metodi di sovrapposizione o compensazione delle f. e. m., e ricorrere alla sovrapposizione o compensazione degli effetti meccanici.

Con ogni osservanza.

Dev.mo A. SELLERIO.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

L. A. TERVEN — Applicazioni dei relais. (The Electric Journal, agosto 1922, pag. 328).

La figura 1 rappresenta un relais destinato ad agire in caso di guasti nell'interno di una macchina o apparecchio elettrico. In condizioni normali la potenza che da una parte arriva all'apparecchio è eguale a quella che ne esce, salvo le perdite interne.

Il relais consiste di due wattmetri polifasi montati sullo stesso asse; le connessioni dei due wattmetri sono invertite cosicchè in condizioni normali l'asse sta fermo. Se avviene un guasto nell'interno dell'apparecchio protetto, l'eccesso di potenza in arrivo fa sì che il wattmetro corrispondente faccia ruotare l'alberino chiudendo un contatto che produce lo scatto dell'interruttore staccando l'apparecchio.

Nella figura 1 sono indicati dei trasformatori di tensione di servizio del relais a monte e a valle del trasformatore protetto. Ma

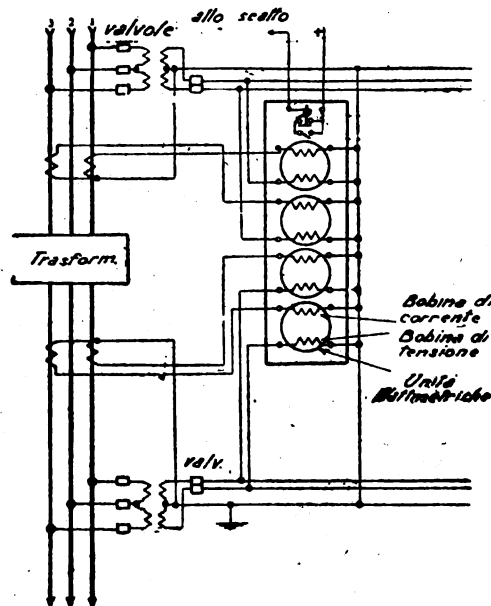


Fig. 1

spesso non si può disporre di trasformatori di servizio sull'alta tensione. Bisogna allora ricorrere a qualche artificio per eguagliare la potenza che in condizioni normali arriva ai due wattmetri del relais. Per esempio i trasformatori di corrente da una parte possono essere connessi a stella e dall'altra a triangolo, ma in questo caso occorrono dei trasformatori di corrente ausiliari con rapporto da 5 a 8,66 affinché la corrente normale negli avvolgimenti del relais sia eguale in tutte le bobine dei wattmetri.

In figura 2 è rappresentato un altro dispositivo. Il trasformatore

da proteggere è connesso triangolo-stella. Sul lato a stella sono montati dei trasformatori di tensione di servizio. In questo caso i trasformatori di corrente sono connessi a triangolo da ambe le parti del trasformatore da proteggere; occorre disporre le cose in modo da utilizzare la differenza di potenziale fra le linee 1-2, e 2-3 e 3-1. Ciò si ottiene con l'installazione di piccoli trasformatori ausiliari da 57 a 100 V connessi in modo che le linee primarie A, B, C ricevano 57 V al punto neutro, mentre il secondario fornisce 100 V fra gli estremi di ogni trasformatore.

In figura 2 sono anche rappresentate le relazioni vettoriali. Sul primario, le tensioni sono indicate coi vettori E_{12} , E_{23} , E_{31} e le cor-

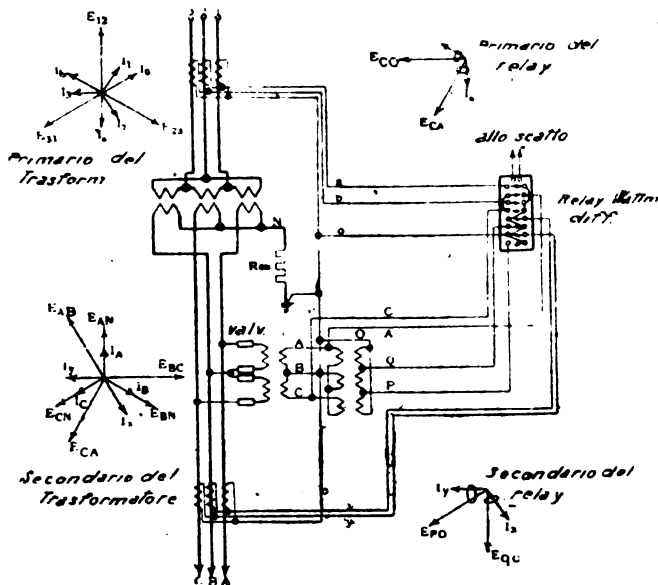


Fig. 2

renti coi vettori I_1 , I_2 , e I_3 in ritardo di 30° . Sul secondario, il vettore E_{AN} corrisponde alla tensione fra 1 e 2 nel primario, E_{BN} a quella fra 2 e 3, e E_{CN} a quella fra 3 e 1.

La corrente in ogni conduttore è in fase colla tensione fra il conduttore e il neutro, i vettori I_A , I_B , I_C saranno in fase con E_{AN} , E_{BN} , E_{CN} .

Rovesciando E_{BN} e componendolo con E_{AN} risulta il vettore E_{AB} . Sul secondario dei trasformatori ausiliari, la tensione fra O e Q corrisponde a quella fra A e N in fase con I_A , la tensione fra Q e P corrisponde a quella fra B e N in fase con I_B e quella fra P e O corrisponde a quella fra C e N in fase con I_C .

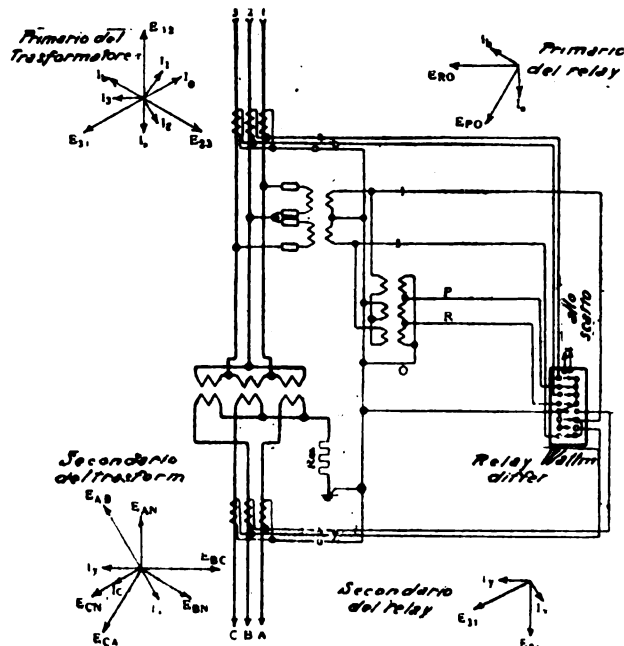


Fig. 3

Nel trasformatore di corrente, la corrente in a è eguale a I_2-I_1 ; quella in b è eguale a I_3-I_2 ; quella in c è eguale a I_1-I_3 . Sul secondario la corrente in x è eguale a I_B-I_A , quella in y è eguale a I_C-I_B e quella in o è eguale a I_A-I_C .

Le connessioni degli elementi dei due wattmetri dalla parte del primario del trasformatore, sono fatte in modo che I_a agisce con E_{CA} , mentre I_b agisce con $E^{(0)}$. Sul secondario, I_y agisce con E_{PO} ,

e I_x con E_{QO} e le direzioni di I_y e I_x sono rovesciate rispetto alle tensioni cosicché l'impulso dato dai due elementi inferiori del relè wattmetrico differenziale, equilibra quello dei due elementi superiori, in condizioni normali.

La figura 3 rappresenta lo stesso relè connesso coi trasformatori di tensione sul lato a triangolo del trasformatore da proteggere; sono anche indicate le relazioni vettoriali.

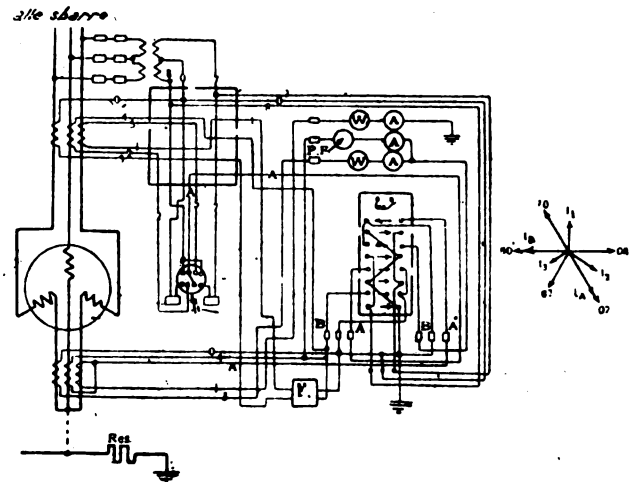


Fig. 4

La figura 4 indica l'installazione del relè wattmetrico differenziale a protezione di un generatore. Occorrono tre trasformatori di corrente connessi a triangolo a monte e a valle del generatore.

È opportuno disporre i vari relè e gli strumenti in modo che il carico sopportato da ogni gruppo di trasformatori sia eguale a quello degli altri. Altrimenti, un gruppo potrebbe essere troppo caricato, o almeno possono venire introdotti piccoli errori nel relè wattmetrico, per fatto della differenza nelle reattanze e nel carico dei diversi elementi wattmetrici.

R. S. N.

* *

GENERATORI ELETTRICI.

M. W. SMITH — La ricostruzione degli alternatori di tipo a ombrello, dell'impianto del Niagara. (The Electric Journal, agosto 1922, pag. 342).

Le macchine installate inizialmente, del tipo a ombrello, erano state costruite dalla Westinghouse Company. Erano del tipo ad asse verticale. Il punto nel quale in queste macchine maggiormente si rivela l'imperfetta conoscenza dei fenomeni elettrici del tempo loro,

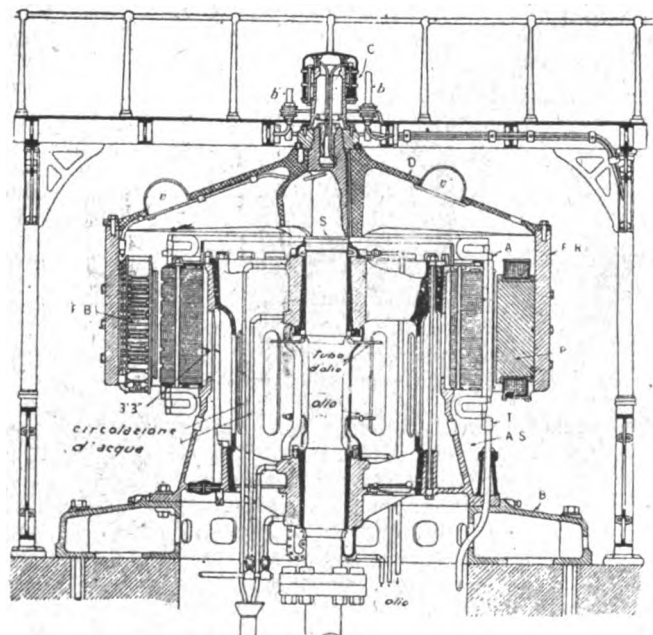


Fig. 1

è nella difesa contro le correnti parassite. I costruttori si preoccuparono, infatti, soltanto di mettere nei canali la massima quantità di rame per diminuire la densità di corrente; in ogni canale vi sono due sbarre da mm 11 x 34. Fortunatamente, per la preoccupazione di eventuali riscaldamento, si era provvisto un abbondante rivestimento in mica; esperienze eseguite negli ultimi anni con termocoppie rivelarono una temperatura di rame media di 200° durante il funzio-

Metallurgica Bresciana già Tempini

SOCIETÀ ANONIMA - Capitale L. 5.200.000 interamente versato

STABILIMENTO
FONDATO NEL 1886

Sede in BRESCIA

STABILIMENTO
FONDATO NEL 1886



Sezione: Fonderie, Laminatoi, Trafilerie Rame, Alluminio e loro leghe

Filo e Corda di rame elettrolitico ad alta conducibilità per condutture elettriche. — **Filo** da trolley tondo e sagomato. — **Fili** carcasses. — **Filo** di bronzo fosforoso ad alta resistenza meccanica per linee telefoniche e telegrafiche. — **Fili** di ottone e di alluminio.

Barre di rame elettrolitico e di bronzo, quadre tonde e sagomate. — **Barre** trapezoidali per collettori di macchine elettriche. — **Barre** di ottone da décolletage. — **Barre** di ottoni e bronzi speciali. — **Barre** di alluminio.

Tubi di rame e di ottone senza saldatura per tutte le applicazioni. — **Tubi** d'alluminio.

Lamiere di rame, di ottone di alluminio e di zinco.

Bandelle di rame. — **Bandelle** di ottone e di maillechort per cartucce da fucile e per bossoli da cannone.

Sezione: Armi e Munizioni

(73)

Fabbrica di armi automatiche: Mitragliatrici - Fucili - Pistole automatiche ed a rotazione.

Munizioni per Cannoni: Bossoli ottone. — Proiettili. — Spolette, cannelli, inneschi, ecc.



Ditta fornitrice dei Ministeri della Guerra e della Marina
e delle Ferrovie dello Stato

Telefoni: 3-81 e 11-60 — Indirizzo Telegrafico: **METALLURGICA BRESCIANA - BRESCIA.**

MAFFEI SCHWARTZKOPFF WERKE

MSW

CENTRALI ELETTRICHE COMPLETE

TURBOGENERATORI - TURBINE A VAPORE

ALTERNATORI - DINAMO - CONVERTITORI - TRASFORMATORI

MOTORI ELETTRICI

GRUPPI ELETTROPOMPE - POMPE CENTRIFUGHE

Per preventivi e schiarimenti
rivolgersi ai Rappresentanti Generali
per l'Italia e Colonie

Ing. ri Galanti & Cambiaggi

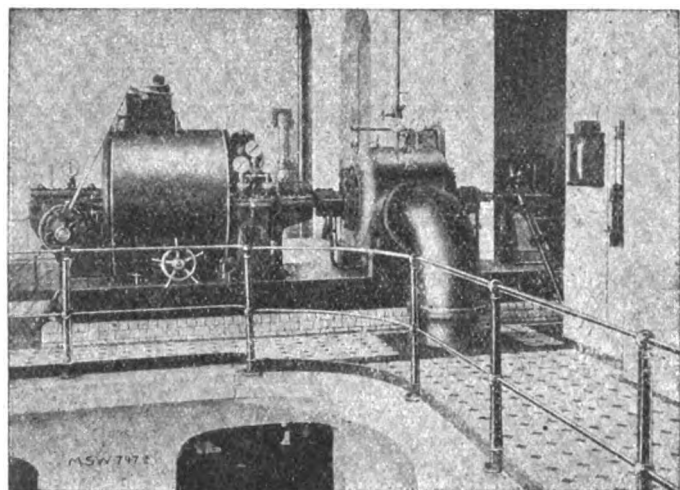
MILANO (16)

Via Carducci, 20 C — Telefono 92-14

ROMA — Galleria Regina Margherita, 9

(Via A. De Pretis)

Telefono N. 10-09



(42)

ARTURO MAZZOLENI

MUSOCCO - (Cagnoletta) Via Privata S. Martino, 2

TELEFONO N. 12-126

(72)

Fabbrica Conduttori Elettrici Isolati

copertura in cotone e seta a spirale ed a treccia.

Fabbrica di Isolanti in Mica, Micanite, Micarta, Carta, Cartoni Compresi, Bakelite, ecc., per Macchine ed Apparecchi Elettrici di qualsiasi tensione.

Commercio, con forti Depositi, di Materiale Isolante
per la costruzione di Macchinario Elettrico

namento, con lunghi periodi a 225°; eppure dopo 25 anni di servizio l'isolamento fu ritrovato quasi intatto.

Cinque di queste macchine furono recentemente ricostruite e riavvolte da bifase per 2200 V, a trifasi per 12000 V. Fu necessario

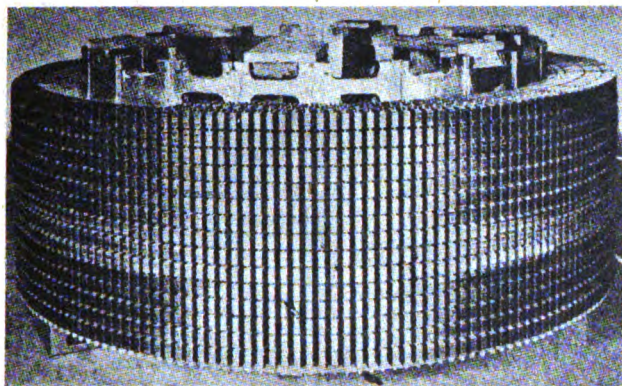


Fig. 2. — Montaggio dei lamierini sull'anello ausiliario.

rifare gli avvolgimenti; le nuove bobine avevano testate molto più sporgenti delle vecchie e fu perciò necessario modificare le dimensioni del rotor.

I lamierini di tre dei vecchi generatori non avevano incastrati a coda di rondine. Il supporto dell'armatura portava invece venti code di rondine fuse intorno ad esso e che entravano in venti scanala-

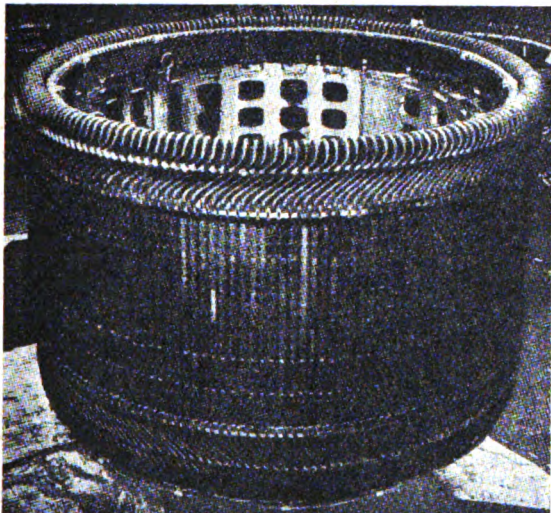


Fig. 3. — L'anello ausiliario coll'avvolgimento finito.

ture del pacco di lamierini; nelle scanalature veniva poi fusa della ghisa che stabiliva il collegamento. In altre sette macchine invece il pacco di lamierini aveva 23 code di rondine che entravano in corrispondenti incastrati ricavati nel supporto fuso, cosicché il collegamento avveniva in modo affatto analogo a quanto si pratica oggi. Nelle prime tre macchine il diametro esterno del supporto era di circa 10 cm più piccolo che nelle altre sette.

Era naturalmente desiderabile avere macchine tutte identiche per dimensioni e per bobine. A tale scopo si costruì per le tre prime macchine una specie di anello ausiliario col diametro interno eguale al diametro esterno del supporto primitivo e col diametro esterno eguale a quello del supporto delle altre tre macchine. In questo anello furono praticati 23 incavi a coda di rondine e su di esso vennero montati i lamierini, e su questi fu praticato l'avvolgimento; l'insieme venne poi infilato sul vecchio supporto al quale l'anello ausiliario fu saldamente fissato mediante chiodi d'acciaio introdotti in appositi fori predisposti.

Per le altre sette macchine si rifecero semplicemente gli avvolgimenti in posto, non occorrendo anello ausiliario.

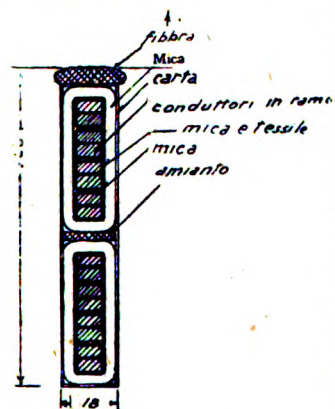


Fig. 4.

Le bobine dell'armatura consistono di otto conduttori, ognuno dei quali è formato da due piattine disuguali, una essendo di mm 3,78 x 8,25 e l'altra di mm 4,11 x 8,25.

Le due piattine sono entrambe isolate in mica, e così pure lo sono gli otto conduttori, e l'intera bobina, come è indicato in fig. 4.

Si modificarono poi anche le espansioni polari per ottenere una curva d'onda più regolare.

Dopo le modifiche apportate si ebbe un notevole aumento del rendimento; soltanto per la riduzione delle correnti parassite si ebbe

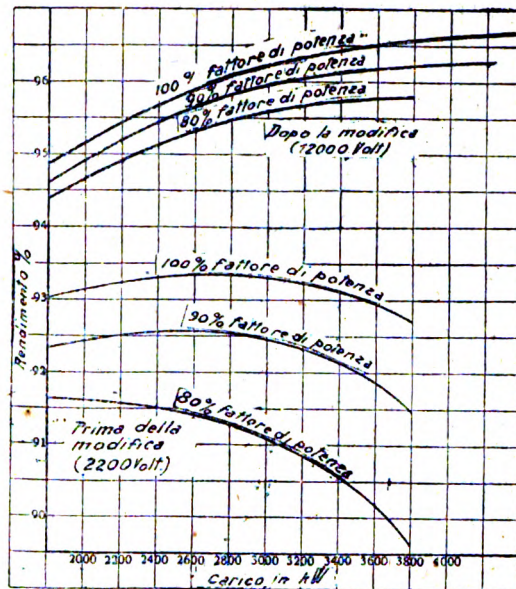


Fig. 5

una diminuzione di perdite da 210 kW a 17,4 kW ciò che corrisponde a un aumento del rendimento di circa 4,5 %; il diagramma di figura 5 indica chiaramente il fenomeno.

Benché nelle macchine modificate la densità del flusso nel ferro sia quasi una volta e mezzo quella che si aveva prima delle modifiche, le perdite nel ferro risultarono da misurazioni eseguite, minori di prima. Ciò dipende da migliore lavorazione del pacco di lamiere. Nelle vecchie macchine, nella lavorazione della foratura centrale e nel montaggio si erano prodotte abbondanti slabbature che riuscivano a collegare i vari lamierini realizzando quasi un insieme compatto.

Nelle macchine modificate si collegarono sei termocoppie per la misura della temperatura del rame. In una prova a 4500 kW con fattore di potenza 0,95 prolungata oltre 12 ore, si ebbe una temperatura massima di 68°,5, mentre precedentemente si è detto che si superavano i 200°. Il risultato è dovuto alle minori perdite nel rame e nel ferro, e alla migliore ventilazione.

R. S. N.

* *

MOTORI PRIMI.

F. H. ROGERS — Le turbine da 55 000 HP dell'impianto di Queenston. (The Electric Journal, agosto 1922, pag. 317).

Le turbine da 40 000 kW installate nel 1921 nell'impianto idroelettrico di Queenston in America, sono le più potenti finora installate, superando di gran lunga quelle dell'impianto del Niagara che hanno la potenza di 27 500 kW.

A Queenston sono installate otto unità, tutte della stessa potenza, funzionanti con salto di m 93 e con velocità di 187,5 giri al minuto. La portata smaltita a piena potenza sale a quasi 50 m³ al secondo per ogni unità.

La turbine sono ad asse verticale, ad una sola ruota in acciaio fuso, e camera a spirale pure in acciaio; il tubo di scarico è ricavato nel calcestruzzo di fondazione.

Date le enormi dimensioni si è fatto ricorso per la camera spirale ad una costruzione particolare. La camera è divisa radialmente in sezioni; i più grandi fra questi pezzi radiali risultano ancora di due parti, di cui una più interna fusa coi deviatori fissi e collegata colla parte esterna mediante flange longitudinali. Le diverse sezioni radiali sono invece collegate con flange radiali. La camera spirale risulta composta di dodici sezioni e pesa complessivamente 131 tonnellate; essa fu collaudata a una pressione doppia di quella funzionante.

La ruota mobile è dello stesso tipo di quelle usate per le turbine da 25 500 kW del Niagara, che diedero risultati soddisfacenti con un rendimento di oltre 90 % dal pieno carico a metà carico. Per aumentare il rendimento idraulico vi è un triplice dispositivo di tenuta fra il distributore e il tubo di scarico; si calcola che le perdite ammontino solo a 400 litri al secondo ossia al 0,8 % della portata totale.

Le palette mobili sono fuse insieme col resto della ruota che è interamente in acciaio; il diametro esterno è di m 3,170 e il peso di 19 tonnellate; le palette del distributore sono del tipo a disco.

Particolare attenzione fu portata allo studio della regolazione. Per avere una regolazione uniforme della velocità in ogni caso, oc-

corre che a un dato cambiamento di carico del generatore corrisponda sempre un'eguale variazione di velocità qualunque sia il carico del generatore al manifestarsi della variazione del carico stesso. I regolatori sono costruiti in modo che a una stessa variazione di velocità corrisponde sempre una eguale escursione dello stantuffo del servo motore. Bisogna dunque cercare che un eguale spostamento

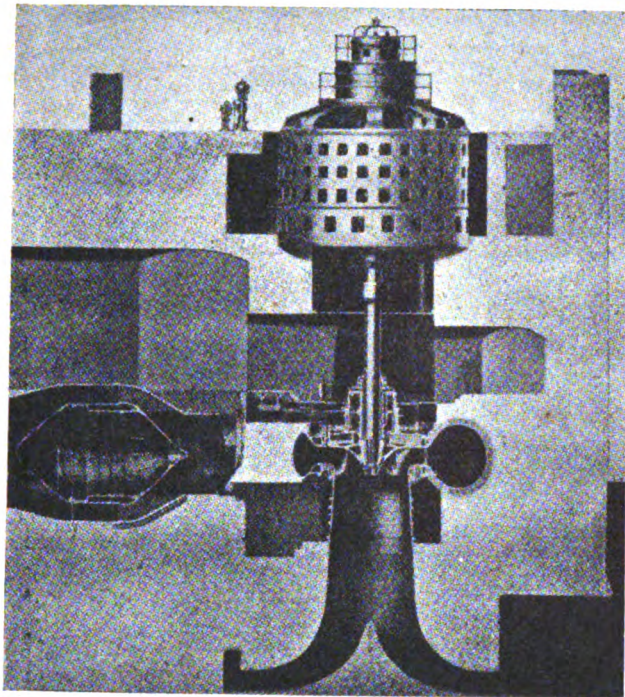


Fig. 1. — Sezione longitudinale.

dello stantuffo produca sempre una stessa variazione della potenza della turbina, a qualsiasi carico.

Questo scopo si è raggiunto col seguente dispositivo.

Le leve attaccate ai perni delle palette mobili non sono, come di solito avviene, radiali. Per chiudere il distributore l'anello di comando ruota in senso inverso alle lancette di un orologio, in modo che quanto più si chiudono le palette e tanto più le leve sono deviate dalla posizione radiale. Perciò i collegamenti fra il disco e le

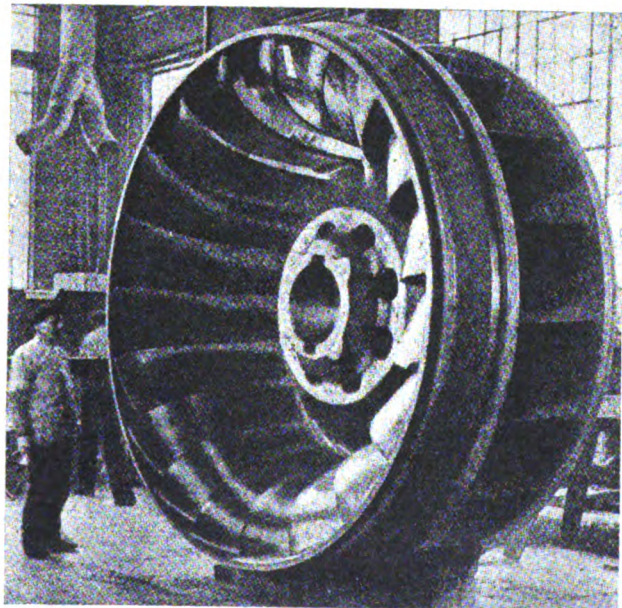


Fig. 2. — La ruota mobile per s. s. 20 x 12.

leve sono in pressione quando le palette si chiudono. E' evidente che in tal modo lo spostamento delle palette diminuisce man mano che si avvicinano alla posizione di chiusura. Questa condizione di cose è anche utile perchè riduce il lavoro del regolatore, quando la turbina lavora a bassi carichi e quindi a condizioni idrauliche molto perturbate che si manifestano con vortici e variazioni di carico improvvise sulle palette del distributore.

Inoltre si ha anche il vantaggio di richiedere un minore lavoro di chiusura che non coi soliti tipi di regolatore.

Il liquido per azionare i servomotori è l'acqua; essa è fornita da due elettropompe ciascuna della portata di 3200 litri circa al minuto alla pressione di circa 15 atmosfere.

L'acqua d'alimentazione dei servomotori compie un ciclo chiuso passando da un serbatoio alle pompe, da queste al regolatore e ritornando al serbatoio; essa è trattata con piccole quantità di bicromato di potassa per evitare corrosioni, o formazioni di ruggine.

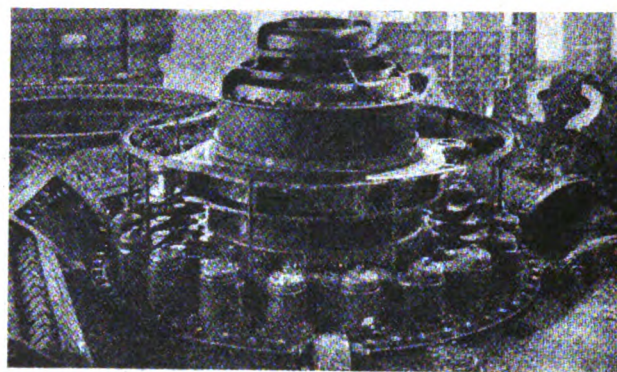


Fig. 3. — Comando del distributore.

Le turbine sono munite di valvole di tipo Johnson, subito prima della camera delle turbine. La valvola è azionata dalla pressione idrostatica nella tubazione. Per chiudere la valvola, si aprono a mezzo del regolatore a mano le valvole n. 2 e 3 in figura 4; in tal modo si comincia la pressione all'interno A della valvola e la si toglie alla camera anulare B.

Per impedire uno sbattere troppo violento della valvola sulla sede, vi è un dispositivo automatico che chiude le valvole A e B quando la valvola Johnson non dista più che pochi millimetri dalla sede.

Per riaprire la valvola, si apre la prima che toglie la pressione alla camera interna A; la pressione nella camera anulare B produce allora l'apertura. Questa però avviene soltanto dopo che la valvola Johnson ha compiuto una serie di piccole oscillazioni che permettono che si riempia la camera della turbina prima che si apra interamente la tubazione.

La valvola Johnson è poi progettata in modo da produrre la chiusura automatica in caso di un accidente, come ad esempio, di rottura della tubazione.

Un apposito quadro di manovra raccoglie gli apparecchi indicatori di tutte le condizioni dei vari organi: apertura delle palette, pressione nel servomotore, pressione nella camera spirale, grado di vuoto nel tubo di scarico, numero dei giri, ecc. Un solo operatore può, stando al quadro, avere una completa conoscenza delle condizioni di funzionamento e compiere tutte le manovre necessarie.

R. S. N.

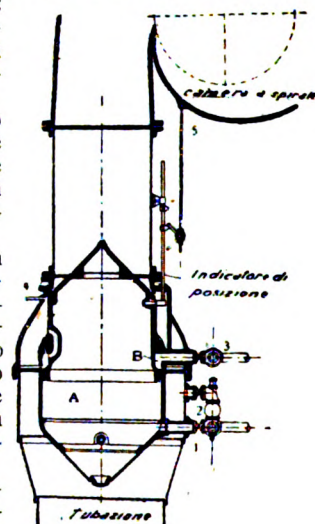


Fig. 4.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

H. GUÉRIN — L'illuminazione dei treni. (Génie Civil, 2° semestre 1922, N. 1, pag. 13; N. 2, pag. 36; N. 3, pag. 59).

L'A. esamina nell'articolo i principali sistemi in uso nelle ferrovie francesi per l'illuminazione elettrica dei treni. Il problema generale che si tratta di risolvere può così prospettarsi: Si ha una dinamo, messa in movimento dall'asse di un veicolo, girante quindi a velocità eminentemente variabile ed anche invertibile, in parallelo con una batteria di accumulatori. Si tratta di regolare la tensione e la corrente erogata dalla dinamo, in guisa che la carica degli accumulatori avvenga in maniera tutt'affatto regolare, e di far sì che, in ogni caso, le variazioni di tensione alle lampade si mantengano entro tali limiti da non produrre variazioni sgradevoli di intensità luminosa, e da non ridurre la durata delle lampade stesse.

Sistema « Dick E. V. R. » (fig. 1). — Costruito dalla « Société l'Eclairage des véhicules sur rails » (E. V. R.). La dinamo, A, è una comune dinamo in derivazione; all'atto della inversione della marcia, la corona portaspazzole, che può rotare trascinata dall'attrito delle spazzole sul collettore, percorre un arco di circa 90°, sufficiente a far sì che non si inverta la polarità ai morsetti. Allorquando la velocità della dinamo ha raggiunto un valore sufficiente per poter caricare la batteria, la bobina di tensione B attirando il pezzo C, chiude il circuito dinamo-batteria, attraverso il sistema di regolazione. Questo, agendo sulla resistenza di eccitazione E a mezzo della bobina F, tende a mantenere ad un valore determinato la tensione della dinamo (tensione massima di carica della batteria), ed a mezzo della bobina serie G, limita la corrente che può essere erogata. (Tale regolazione di

corrente è necessaria affinché, allorché la batteria è molto scarica, la corrente di carica non assuma valori eccessivi. In serie con la bobina di tensione F è disposta la resistenza H di cui una parte viene corto-circuitata all'atto della chiusura dell'interruttore generale I ; il valore della resistenza stessa è scelto in guisa che, ad interruttore aperto (carica della batteria), la bobina F mantenga la tensione della dinamo a 29,5 volt e ad interruttore chiuso (dinamo e batteria funzionanti in parallelo sulle lampade), la tensione della dinamo scenda a 28 volt. Quando poi tutte le lampade sono accese, per l'azione della bobina di corrente G , la tensione della dinamo si abbassa ulteriormente a 27 volt (2,25 volt per elemento), tensione che è tuttavia sufficiente a mantenere in carica la batteria.

In questo sistema, le oscillazioni di intensità luminosa dovute alle variazioni di tensione, sono automaticamente ridotte per il fatto che le lampade adottate sono a filamento metallico, e quindi con coefficiente di temperatura positivo. L'esperienza ha dimostrato che tali lampade possono subire delle variazioni di tensione, purché lente e continue, dell'8-10%, senza che ne risentano sensibilmente né la intensità luminosa, né la durata.

Sistema «Etat - E. V. R.» (fig. 2a-b). — Qui il problema della non inversione della polarità con la inversione della marcia, è stato risolto con l'adozione di una dinamo Rosenberg, A , e quello della re-

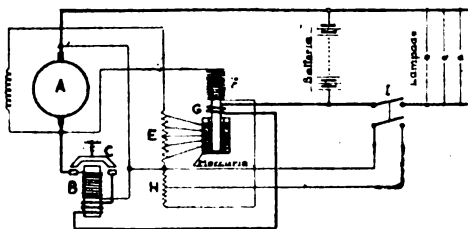


Fig. 1.

golazione della tensione, con un regolatore-limitatore tipo «Tirill» (fig. 2-a). In riposo (contatto B_1 effettuato), la corrente nell'induttore C ha il senso della freccia a . Innalzandosi la tensione della dinamo oltre un certo limite, l'elettrocalamita di tensione D sposta la leva E in guisa da rompere il contatto B_1 , e da introdurre quindi nel circuito di eccitazione la resistenza F : in conseguenza di ciò, si abbassa la tensione, si ristabilisce il contatto B_1 , e così via. Se poi la inserzione della resistenza F non è sufficiente a riportare la tensione al valore normale, l'elettrocalamita D seguita ad attirare la leva E fino a stabilire il contatto B_2 : in questo momento le quattro resistenze F , G , H , K , (H e K sono costituite dall'avvolgimento indotto) vengono a disporsi in ponte di Wheatstone, C essendo una delle diagonali; basta allora aver preventivamente regolato F e G in modo che la corrente nel lato C abbia il senso indicato dalla freccia b , perché la corrente di eccitazione, a contatto B_2 effettuato, si trovi addirittura rovesciata.

L'interruttore automatico (fig. 2-b), comandato dalla bobina di tensione L (la bobina di corrente M non ha altro scopo che di aumentare

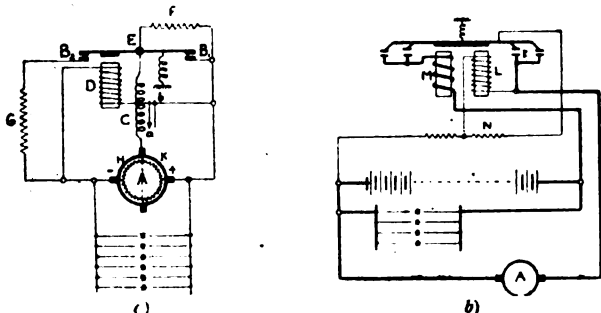


Fig. 2.

la forza attrattiva sulla armatura mobile, a contatto effettuato, e di rendere quindi migliore il contatto stesso), non differisce sostanzialmente dal tipo precedentemente descritto. La resistenza N che, ad interruttore chiuso, viene a shuntare la bobina di tensione L ed a ridurre quindi la forza attrattiva, ha lo scopo di ridurre quest'ultima, ad armatura attratta (traferro minimo) eguale alla forza attrattiva che si esercita sull'armatura mobile allorché l'interruttore è aperto (traferro massimo). Si raggiunge in tal modo lo scopo di far sì che l'interruttore apra e chiuda il circuito per un medesimo valore della tensione di dinamo. L'impianto è completato da un regolatore automatico tipo «Thury» che inserisce o esclude dal circuito principale delle resistenze, a seconda che si è in fase di carica della batteria, o di scarica.

Sistema «Stone» (fig. 3 a-b). — La parte essenziale di questo sistema è costituita dalla dinamo, A , la quale (fig. 3-a) ha tre spazzole da due di esse, a , b , si diparte la linea, mentre l'eccitazione, e è inserita tra una terza spazzola c e quella delle due principali che la segue nel senso del movimento. Come si riconosce tenendo presenti i fenomeni di reazione (campo trasverso) e la curva di distribuzione del potenziale lungo il collettore, una tale dinamo ha la proprietà, allorché sia in parallelo con una f. c. e. m. (batteria), di erogare una corrente sensibilmente costante sotto velocità variabili.

La fig. 3-b, dà lo schema generale dell'impianto. In B si ha l'inversore automatico, il cui funzionamento appare chiaro se si tien presente l'azione di trascinamento esercitata per attrito dal collettore sulle spazzole e quindi sull'anello portaspazzole, girevole entro un certo angolo, ed al quale è raccomandata la leva d .

Per avere una corrente in relazione alla richiesta ed alle modalità di carica della batteria, la Casa Stone agisce in modo opportuno sulla eccitazione: quest'ultima è costituita da tre avvolgimenti separati; due (E , F) in derivazione, ed uno (G) in serie sul circuito d'illuminazione. Finché la batteria non ha raggiunto una determinata tensione, i due avvolgimenti E , F sono percorsi da corrente nel medesimo senso; ma allorché la tensione di batteria ha raggiunto quel valore, entra in

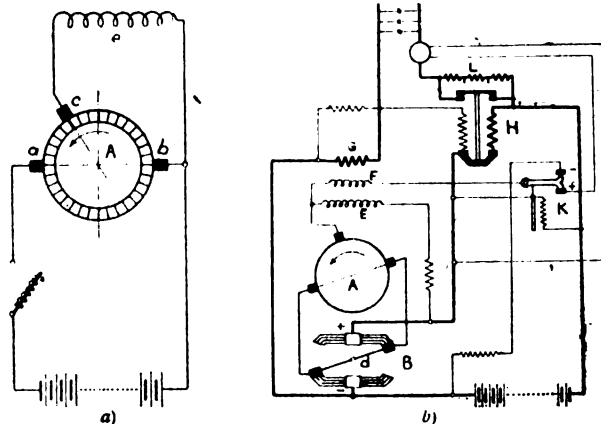


Fig. 3.

funzione il commutatore K il quale inverte il senso della corrente nell'avvolgimento F ; con che resta diminuita la intensità di carica. Allorché poi si accendono le lampade, entra in funzione l'eccitazione serie G , la quale agisce nel senso di aumentare il campo coll'aumentare del carico.

L'impianto è completato da un interruttore automatico, H , comandato, al solito, da una bobina di tensione: l'interruttore medesimo agisce sulle resistenze L le quali compensano gli scarti di tensione che si avrebbero alle lampade passando dalla fase di carica a quella di scarica.

Sistema «Leitner». — E' sostanzialmente analogo al precedente. La regolazione si fa qui a mezzo di un voltmetro-relais che, coll'intermediario di un servomotore comanda un reostato regolabile inserito nel circuito principale.

Sistema «E. S. B.» (Electric Storage Battery Co.) (fig. 4-a). — E' costruito ed applicato in America. L'A. lo esamina egualmente per-

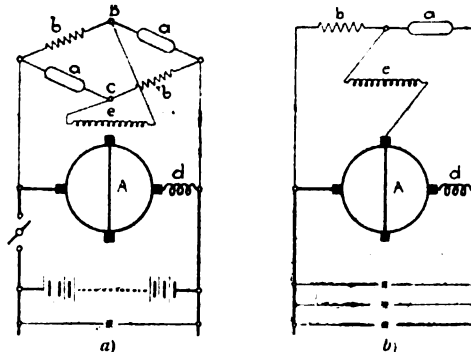


Fig. 4.

ché ha il singolare pregio di non avere organi meccanici di regolazione. La dinamo, A , è del tipo Rosenberg ed è eccitata dalla spirale e la quale costituisce una diagonale del ponte di Wheatstone formato dalle resistenze aa (Resistenze «Nernst») e bb (Resistenze ordinarie). La reazione d'indotto è compensata dall'avvolgimento serie d e le resistenze aa bb sono tali che, per una determinata velocità della dinamo, la d. d. p. tra i punti B e C sia nulla, e sia nulla quindi la corrente circolante nell'eccitazione e . In questo istante, la dinamo fornisce la tensione normale, il campo essendo fornito dal solo magnetismo residuo: a seconda ora che la velocità cresce o diminuisce, la d. d. p. tra i punti B e C e quindi la corrente circolante in e assume tal senso da diminuire od aumentare il magnetismo residuo, talché la tensione ai morsetti della dinamo, si mantiene sensibilmente costante. Un tale complesso può funzionare indifferentemente con o senza batteria: qualunque variazione brusca di velocità non si ripercuote che lentamente sulla tensione; per cui, impiegando lampade a filamento metallico, esse si possono direttamente inserire sulla dinamo senza intermedietà di reostato.

Tale dispositivo è stato ulteriormente semplificato con la creazione del sistema «A. J.» per parte della «E. V. R.». Qui due delle resistenze del ponte sono sostituite dall'avvolgimento indotto (fig. 4-b).

L'A. passa quindi ad esaminare molto brevemente l'altra parte costituente l'impianto di illuminazione; e cioè la batteria, soffermandosi unicamente sugli accumulatori Ferro-Nikel, dei quali considera

due tipi: l'«Edison» ed il «S. A. F. T.» (Société des Accumulateurs fixes et de traction)

La disposizione del tipo «Edison» (placca negativa formata da buste in acciaio perforato, contenenti la materia attiva, incastrate in un sottilissimo telaio pure in acciaio (Fig. 5-a); placca positiva costituita da cilindretti di materia attiva rivestita da nastro perforato di acciaio

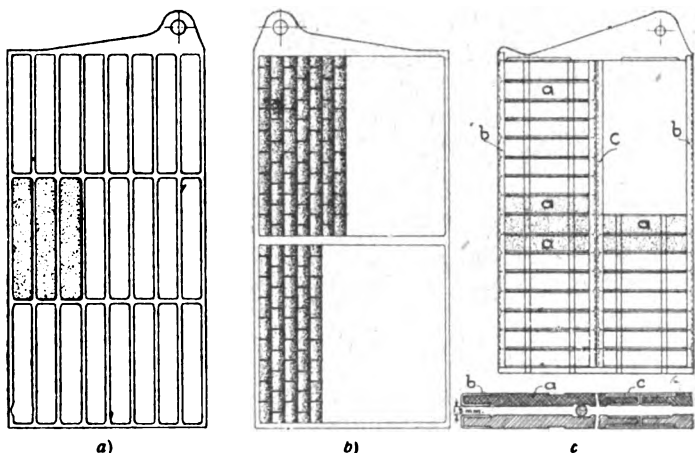


Fig. 5.

(Fig. 5-b), non è del tutto esente da inconvenienti, perchè da una parte la costituzione della placca negativa non dà garanzia di resistenza contro eventuali deformazioni della pasta attiva; e dall'altra quella della placca positiva dà luogo ad un aumento di resistenza interna dell'elemento.

Ad ovviare a questi inconvenienti, la «S. A. F. T.» ha adottato una costruzione assai più compatta e robusta: le placche negative e positive che hanno un'identica forma sono costituite da una serie di buste metalliche a racchiudenti la pasta attiva, e tenute fortemente in posto col semplice dispositivo indicato in fig. 5-c.

Alcune considerazioni di indole economica chiudono l'articolo: l'A. calcola in 8-10 000 Fr. per vettura, il costo di installazione dell'impianto completo (con batteria a Piombo; per batteria Ferro-Nikel, tale cifra va aumentata). Però, per quei treni che potranno essere illuminati collettivamente (5 vetture con un solo gruppo elettrogeno), la spesa si abbassa intorno ai 4600 Fr. per vettura. f. n.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

Lo scioglimento del Consiglio Superiore delle acque.

Fra le recenti deliberazioni del Consiglio dei Ministri si ebbe la soppressione del Consiglio superiore delle acque. Poichè si sa che il Ministero dei LL. PP. intende riorganizzare *ab imis* tutta la sua costituzione, non vogliamo anticipare giudizi su un singolo provvedimento, staccato dall'insieme della riforma. Ma siamo s'curi di interpretare il pensiero di tutti gli Elettrotecnici Italiani affermando che poco liete sarebbero le loro impressioni ove si trattasse veramente o di soppressione completa, o di trasformazione così radicale, delle sue caratteristiche di composizione e di funzionamento, da rendere irricognoscibile questo che era uno dei pochi organismi centrali che abbiano sicuramente giovato al coordinato sviluppo dei nostri impianti idroelettrici.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Riunione Annuale 1923.

La Commissione tecnica per i Congressi ha stabilito in una recente seduta che la XXVIII Riunione Sociale, che si terrà nell'autunno 1923, debba trattare, in generale, delle *Applicazioni dell'energia elettrica* (applicazioni meccaniche, agricole, termiche, elettrochimiche, all'illuminazione, ecc.).

Saranno però ammesse anche comunicazioni su argomenti vari. Tutti coloro che intendono presentare al Congresso memorie o relazioni sono pregati a darne al più presto notizia alla Presidenza Generale. In ogni caso i manoscritti completi dovranno essere consegnati entro il prossimo mese di Giugno.

Si ricorda infatti, che tutte le memorie dovranno essere pubblicate preventivamente e che nelle sedute della riunione gli A. dovranno solo riassumere brevemente i loro lavori, allo scopo di iniziare la discussione.

LA PRESIDENZA.

TEDESCHI GIOVANNI fu Giovanni, gerente responsabile.

La Commemorazione di Moisè Ascoli.

Per iniziativa della R. Scuola degli Ingegneri di Roma, e della Associazione Elettrotecnica Italiana, ebbe luogo il 10 dicembre, alle ore 10,30, in una aula della Scuola, la solenne commemorazione del compianto Prof. Moisè Ascoli, che per circa quaranta anni insegnò Fisica-Tecnica e poi Elettrotecnica, e che, come i Soci ben sanno, fu ripetutamente Presidente della Sezione di Roma ed anche Presidente Generale della nostra Associazione.

Alla cerimonia intervennero in gran numero cospicue personalità del mondo scientifico, tecnico e politico. Notammo LL. EE. Lupi e Caradonna in rappresentanza, rispettivamente, del Ministero della P. I. e delle PP. TT.; i Senatori Volterra, Corbino, Fano, l'On. Lucifero, l'Assessore Ing. V. Foschi in rappresentanza del Sindaco, il Comm. Soriso in rappresentanza del Prefetto, il Comm. Pavoni in rappresentanza dell'Azienda Elettrica Municipale, il Prof. Ceradini, già Direttore della Scuola, i Professori Vivante, Scaduto, Levi-Civita, Castelnuovo, Severi, Pittarelli, Dina, Giorgis, il Presidente del Consiglio Superiore delle Acque, Prof. Lombardi, il Prof. Anastasi, il Presidente della Sezione di Roma dell'Associazione Elettrotecnica Prof. Bordonì, i Professori Nazari, Gallo, Levi della Vida, Di Pirro, Direttore dell'Istituto superiore Postale-Telegrafico, il Prof. Revessi, il Prof. Chierici, l'Ing. Allievi, l'Ing. Marchesi, il Comm. Reggiani, l'Ing. Puccioni, l'Ing. Di Cave; l'Ing. Coltellacci, e numerosissimi altri, colleghi, amici ed ex allievi, i quali gremivano la vasta aula. Intervennero pure numerose signore che attorniarono la vedova signora Lilia Ascoli-Nathan, ed alcuni stretti parenti dell'Illustre Estinto.

Dolenti che lo spazio non ci consenta di ricordare tutti e tutto, non possiamo però dimenticare le più significative fra le moltissime adesioni pervenute, fra cui quella del Ministro dell'Industria Onorevole T. Rossi, del Ministro dei LL. PP., On. Carnazza, del Senatore Mengarini, del Senatore Stringher, dell'On. Netti, della Scuola per gli Ingegneri di Torino, del Prof. G. Grassi, del Professor Arnò, dell'Ing. Semenza, Presidente della Sezione di Milano dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, del Prof. G. Cattaneo di Genova, del Presidente della Deputazione Provinciale, del Professor G. A. Maggi di Pisa, del Prof. R. Pirotta, del Prof. S. Lussana e così via.

Sorse primo a parlare l'attuale Direttore della Scuola per gli Ingegneri, On. Prof. Anselmo Ciappi, che con parola affettuosa, ringraziati gli intervenuti, rievocò la nobile figura di Moisè Ascoli come cittadino, mettendo in luce le grandissime sue benemerite, che l'eccessiva modestia dell'Estinto mantenne troppo, finchè Egli visse, nell'ombra; e, anche, suscitando negli intervenuti la più sincera commozione col ricordo di taluni episodi di squisito patriottismo e di delicato disinteresse.

L'Ing. Comm. U. Del Buono, nostro attuale Presidente Generale, con parola elevata ed efficace, illustrò la importanza dell'opera compiuta da Moisè Ascoli a favore della costituzione e del progredire dell'Associazione e del Comitato Elettrotecnico Italiano che l'Estinto ebbe più volte a rappresentare all'Estero, in riunioni scientifiche; ed annunciò, a nome della Presidenza della Sezione di Roma, la istituzione di un cospicuo premio annuale intitolato a Moisè Ascoli, a favore dei migliori allievi della Scuola, che intendano perfezionarsi nel campo della elettrotecnica.

Sorse quindi l'oratore ufficiale Prof. F. Lori. Poichè pubblicheremo fra breve il testo del discorso, non è qui il caso di riassumere con qualche larghezza quanto egli disse, riuscendo ad esporre e lumeggiare mirabilmente, con la competenza e la lucidità che i Soci ben conoscono, l'opera scientifica di Moisè Ascoli. Ma è necessario ricordare, almeno, che addestratosi nelle ricerche scientifiche nella Scuola di Roma sotto la guida d'un altro illustre fisico, suo predecessore, di Giuseppe Pisati, l'Ascoli continuò nobilmente le tradizioni della Scuola stessa, legando il proprio nome ad una complessa serie di lavori scientifici, fra i quali emerge il gruppo delle sue ricerche sperimentali sopra il comportamento dei corpi ferromagnetici.

S. E. Caradonna, infine, pronunziò elevate parole per ricordare i grandi e disinteressati servizi resi dall'Estinto all'Amministrazione dei Telegrafi e dei Telefoni.

La riunione si sciolse alle ore 12, dopo che gli intervenuti ebbero potuto ammirare un magnifico pastello del prof. Pittarelli, riproducente le sembianze dell'Estinto.

DESCRIZIONE IMPIANTI ELETTRICI ITALIANI.

Si inizia in questo mese sull'*Elettrotecnica* la pubblicazione di una serie di descrizioni di alcuni recenti ed importanti impianti elettrici italiani. Ciascuna descrizione sarà successivamente pubblicata in fascicolo a sè, tanto su carta comune che su carta patinata.

Tali fascicoli, con copertina, saranno in vendita all'Ufficio Centrale dell'A. E. I. ai seguenti prezzi:

Per ogni 8 pagine (di testo e illustrazioni)

su carta comune L. 2,40

su carta patinata " 3,—

In più, quando ne sia il caso, L. 0,50 per la spedizione di ogni fascicolo sottofascia e L. 1,— raccomandato.

I Soci dell'A. E. I. e gli abbonati dell'*Elettrotecnica* che si noteranno entro il corrente Gennaio avranno uno sconto del 25%, cioè ogni 8 pagine su carta comune L. 1,80, su carta patinata L. 2,25.

L'ELETTRATECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTRATECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

I raggi X.

Proseguendo nel programma di dare notizie ai lettori, attraverso monografie succinte, ma sufficientemente complete, di quanto di più notevole è stato fatto in questi ultimi anni, sia dal lato teorico che da quello sperimentale, nel campo della elettrofisica e delle questioni affini, pubblichiamo nel presente fascicolo un articolo della dottoressa R. BRUNETTI, riguardante i raggi X.

Sono appena dieci anni che la natura periodica di queste radiazioni è stata messa fuori d'ogni dubbio; ma in questo breve periodo di tempo (tanto più breve in quanto bisogna sottrarsi, o quasi, gli anni di guerra!) è veramente grandioso il complesso dei fatti nuovi acquisiti, che hanno provocato la trasformazione completa di molte idee, sulla struttura atomica, le quali sembravano pressochè assodate sino a giungere, con le recentissime ricerche di Ashton, alla conclusione che, forse, sono corpi semplici soltanto quelli il cui peso atomico soddisfa a determinare condizioni: gli altri, sarebbero miscugli di elementi isotopi⁽¹⁾.

Pensiamo perciò che i lettori troveranno giustificata ed interessante la monografia della dott.ssa Brunetti e apprezzeranno una sua caratteristica nuova: un certo numero di indicazioni bibliografiche finali, aventi lo scopo di agevolare, a chi ne avesse il desiderio, l'approfondimento di una questione così delicata, ma così attraente.

L'impianto di Crego.

Continuiamo in questo articolo la descrizione dell'impianto di Crego in Valle d'Ossola, che è l'ultimo entrato in esercizio nel gruppo degli impianti Conti. Con l'odierna pubblicazione si esaurisce la parte relativa alle opere idrauliche, cosicchè la prossima puntata sarà interamente dedicata alla Centrale. Richiamiamo particolarmente l'attenzione dei lettori sulla condotta forzata che è senza dubbio una fra le più ripide dei nostri impianti alpini.

*

Da un punto di vista puramente « editoriale » vogliamo anche richiamare l'attenzione dei lettori sui disegni inseriti nella pubblicazione.

I disegni di progetto o di costruzione che Società o Case costruttrici possono mettere a disposizione, non si prestano, infatti, anche se disegnati in nero su bianco, ad una riproduzione tipografica. Sono in generale troppo ricchi di particolari e, sempre, lo spessore delle linee e le proporzioni delle diciture e dei numeri sono tali da diventare illeggibili, nella riproduzione, a meno di ricorrere a tavole esageratamente ed inutilmente ampie. Per fare opera organica si è quindi dovuto prendere la disposizione radicale di rifare ex-novo tutte le tavole coi criteri più opportuni per la loro riproduzione in cliché. Solo così la raccolta di descrizioni che si verrà a poco a poco formando con gli estratti delle nostre pubblicazioni potrà riuscire omogenea e tale da consentire degli immediati confronti fra impianto e impianto.

Rinnoviamo intanto la preghiera a coloro che intendono acquistare la raccolta della iniziata descrizione, di volerne darne avviso al più presto all'Ufficio Centrale.

LA REDAZIONE.

(¹) Questo giornale, 1922, pag. 128.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTRATECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

SPETTRO DI EMISSIONE DEI RAGGI X

R. BRUNETTI

Nel 1912 il matematico M. Laue previde e i mineralogisti Friedrich e Knipping provarono che i raggi X subiscono diffrazione nell'attraversare cristalli. Due strade ha aperto tale scoperta: una è propria del fisico e l'altra è utile pel mineralogista. Il metodo di lavoro è press'a poco comune.

Ma mentre i raggi X pel secondo vengono usati come un mezzo atto a penetrare nell'intimo della molecola cristallina, pel primo l'oggetto principale sono i raggi stessi di cui il cristallo permette rivelare la natura.

Questa a sua volta ha fornito indicazioni utilissime per la speculazione atomica, ideale filosofico della scienza sperimentale dall'epoca prealchimistica ad oggi.

Esporre ora la parte fisica dell'argomento.

Dalla scoperta dei raggi X a quella della loro diffrazione nei cristalli.

La storia della scoperta è breve. Dal momento in cui il Röntgen (1895) ebbe la sorpresa di veder lo scheletro della propria mano disegnarsi sopra uno schermo di platinocianuro di bario irradiandolo con « qualche cosa » che proveniva da un tubo a raggi catodici, fino al 1912, pochi passi fece la conoscenza della natura della radiazione del Röntgen, che ben a ragione ha quindi conservato per tanto tempo il nome di raggi X. Emissione di particelle o radiazione per onde?

È interessante notare come in questa occasione venisse riagitata una questione dibattuta per la luce due secoli avanti.

Nel 1666 la esperienza del Newton aveva messa in evidenza la sua complessità; tuttavia essa non decideva nulla fra la vecchia teoria della emissione e la allora appena disegnata teoria della ondulazione.

Questa andò affermandosi sul principio del 1800 in seguito alla osservazione e allo studio di fenomeni che si possono spiegare bene soltanto col suo sussidio (interferenza e polarizzazione). Tali esperienze non erano tuttavia cruciali perchè appoggiavano una teoria senza contraddire direttamente l'altra.

Cruciale doveva invece riuscire il confronto della velocità della luce nell'aria e in altri mezzi (acqua p. es.). Infatti il fenomeno della rifrazione ordinaria con l'ipotesi della emissione portava a concludere che la velocità della luce nell'acqua è maggiore che nell'aria; con l'ipotesi ondulatoria porta precisamente alla conclusione opposta.

Le misure di velocità della luce nell'aria e nell'acqua eseguite dal Foucault (1850) hanno confermato la seconda conclusione ed esclusa la prima. La luce propaga più lentamente nell'acqua che nell'aria. La teoria della emissione riceveva così un colpo diretto e definitivo e poteva essere con sicurezza abbandonata.

Nel caso dei raggi X chiaro risultò fin da principio il meccanismo di emissione: bombardamento della materia da parte di elettroni (raggi X primari) e irradiazione di sostanze da parte dei raggi X stessi (raggi X secondari).

Le prime esclusioni ipotetiche fatte dallo stesso Röntgen nello studiare le proprietà singolari della nuova radiazione: grande capacità di penetrazione, potere ionizzante, furono confermate ed estese dai numerosi sperimentatori che seguirono con entusiasmo la scoperta. Non particelle cariche di elettricità, perchè il campo magnetico non influisce sul cammino dei raggi X; non luce ultravioletta nel senso ordinario della parola, perchè le proprietà dei raggi X superano largamente i limiti cui si spingono quelle dei raggi ultravioletti.

Anzi rispetto a questi i raggi X presentano una discontinuità. Essi non danno luogo al fenomeno della rifrazione; numerose

ricerche condotte in questo senso hanno portato a stabilire che il loro indice di rifrazione rispetto all'aria deve differire dall'unità di meno di $5 \cdot 10^{-5}$ (Barkla, 1916). Nessuna probabilità dunque di scomporre un fascio per questa via. Nè avrebbe senso quindi sperare per essi nella esperienza cruciale valida per la luce.

Per molti anni le indicazioni relative alla natura di questa radiazione sono quindi state dedotte:

- 1° da esperienze di assorbimento;
- 2° da esperienze chiamate di polarizzazione;
- 3° da misure della velocità di propagazione.

Queste, eseguite dal Marx (1910), davano come risultato un valore eguale a quello della velocità della luce e però deponevano in favore della ipotesi ondulatoria o addirittura elettromagnetica sostenuta da J. J. Thomson e usata come ipotesi euristica ed esplicativa dal Barkla nelle sue belle ricerche.

Anche esperienze miranti a produrre fenomeni di interferenza con reticoli ottici o con fenditure sono riusciti negativi o incerti (Haga e Wind, 1903, Walter e Pohl, 1909). Il fatto è che la materia ha una tale trasparenza per questa sorta di radiazioni che una sgraffatura in una lastra di vetro non è un ostacolo sufficiente al loro passaggio. D'altra parte le fenditure che si possono costruire con materiale opaco superano eccessivamente l'ordine di grandezza necessario per dar luogo a fenomeni di interferenza con una radiazione, la cui lunghezza d'onda presumibile è un migliaio di volte più piccola di quella della luce (10^{-8} cm, Thomson, Barkla).

Bisognerebbe poter costruire un reticolo le cui parti opache fossero a una distanza reciproca dell'ordine del raggio atomico. Ma se questo limite è irraggiungibile alla tecnica umana più accurata per una duplice difficoltà, la natura maestra di ogni arte non ha forse già costruita una così preziosa specie di reticoli?

Haüy fin dal 1860 aveva supposto che la struttura cristallina fosse dovuta non a una sovrapposizione di molecole a forma poliedrica, ma piuttosto a una disposizione di atomi ai vertici di poliedri elementari regolari contigui, tale da soddisfare alle condizioni chimiche del composto cristallino.

Così un cristallo cubico presenterà una successione di atomi allineati su file parallele in piani paralleli disposti secondo le tre direzioni ortogonali. La distanza fra file e piani successivi è costante e dell'ordine 10^{-8} : lo spazio fra atomo e atomo è vuoto o tutt'al più colmato di quel materiale così leggero, così sottile, così trasparente in confronto della materia, il quale noi chiamiamo «etere» e che ha la proprietà di trasportare le onde luminose ed elettromagnetiche in generale.

La sola differenza dai reticoli è che questi occupano una o due dimensioni, siano essi rigati o quadrigliati, piani o sferici: i reticoli cristallini invece si sviluppano secondo le tre dimensioni.

Il Laue costruì la teoria della diffrazione per tali reticoli spaziali e propose l'esperienza. Questa, eseguita da Friedrich e Knipping (1912) facendo passare un fascio di raggi X attraverso un cristallo di blenda di zinco, diede una immagine centrale su una lastra fotografica circondata da macchie regolarmente disposte e interpretabili qualitativamente e quantitativamente come immagini di diffrazione secondo la teoria.

Il primo passo era fatto. All'ingegno e alla tecnica lo sfruttare.

Diffrazione per riflessione sui cristalli.

H. W. Bragg osservò che invece di raccogliere i raggi diffratti che hanno traversato il cristallo si poteva con notevole vantaggio nell'intensità delle immagini adoperare i raggi diffratti lateralmente alla superficie colpita dal fascio primario.

Poichè questo è il processo che più alla fisica ha reso servizio, ne descriveremo sommariamente la teoria elementare e la tecnica di uso: riservando il processo per trasparenza alla esposizione dei metodi cristallografici.

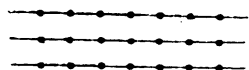


Fig. 1.

Consideriamo con H. W. Bragg una faccia di clivaggio di un cristallo, p. es. cubico, in proiezione sul piano del foglio. Essa dovrà apparire a una visione ultra-ultramicroscopica come una successione di piani eteri solcati longitudinalmente da nodi materiali, gli atomi della sostanza cristallina (fig. 1).

Ammettiamo di possedere un cristallo così sottile da non contenere che un'unica fila di atomi, la superficiale.

Ammettiamo pure che i raggi X, procedendo con una velocità eguale a quella della luce, $c = 3 \cdot 10^{10}$ cm/sec, senza trasportare cariche elettriche, si propagano nello spazio per onde sferiche, se la sorgente

è puntiforme, o *piana*, se la sorgente si può considerare come infinitamente lontana, con un processo simile a quello che vale per tutte le onde elettromagnetiche.

La lunghezza d'onda sarà allora espressa dalla solita relazione $\lambda = cT$, ove T è il periodo della particella eterea oscillante; la frequenza, cioè il numero di vibrazioni per secondo, si definisce con

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{c}{\lambda}$$

Se, come si è accennato, la lunghezza d'onda dei raggi X è mille volte più piccola di quella della luce, la frequenza risulterà un migliaio di volte più grande delle frequenze appartenenti allo spettro luminoso e ultravioletto. Per questo i raggi X hanno preso anche il nome corrente di radiazioni «di alta frequenza».

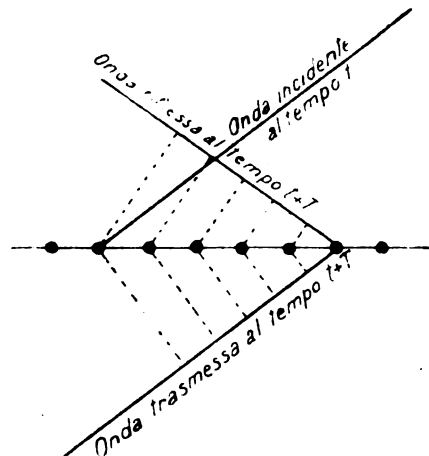


Fig. 2.

Ora supponiamo che un'onda piana (fascio di raggi paralleli) vada a colpire lo strato cristallino a spessore monoatomico formando un angolo θ con la normale alla superficie. Là dove l'onda non trova nulla passa inalterata, ma quando essa incontra un atomo questo si fa centro di un'onda sferica della stessa velocità della incidente, per modo che l'insieme delle onde sferiche che partono contemporaneamente dagli atomi successivi del piano cristallino inviluppano un'onda piana che si allontana dal cristallo colla inclinazione simmetrica a questa (fig. 2).

Tale forma avrà il principio di Huyghens che si incontra nella ottica fisica, se opportunamente modificato perchè valga per i raggi X.

Resulta da esso che, se effettivamente si potesse in un cristallo trascurare i piani successivi al primo, il sistema cristallino a un solo piano costituirebbe uno specchio per i raggi X e l'onda riflessa seguirebbe le leggi dell'ottica geometrica.

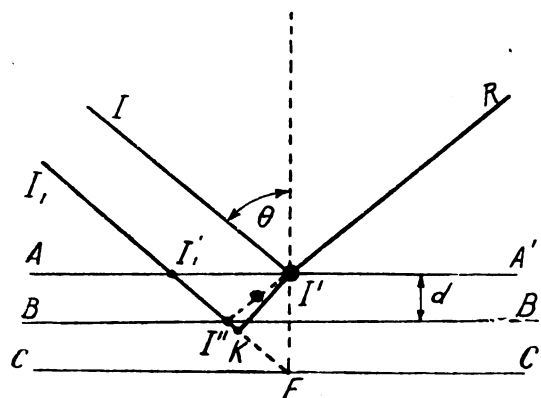


Fig. 3.

Ma in effetto una lamina cristallina monoatomica non è praticamente raggiungibile e bisogna sempre tener conto dello spessore del cristallo.

Il secondo piano cristallino dà luogo a un'onda riflessa come il primo. Questa raggiunge la prima con un certo ritardo di fase. Deve manifestarsi quindi interferenza. Per fissar le idee siano AA' , BB' , CC' piani successivi del cristallo. I' un raggio incidente nel nodo I' . Nella direzione $I'R$ è un raggio riflesso a cui si sovrappone il raggio $I''R$ proveniente per riflessione di $I_1 I_1'$ sul piano BB' . La superficie dell'onda incidente essendo $I'K$, la differenza di cammino dei due raggi $I'R$, $I''R$ è eguale a $I''K = FI'' - I'K = KF$, perchè $I'F = I'T$. Dal triangolo KFI' si ha

$$KF = I'F \cos \theta = 2d \cos \theta$$

se θ è l'angolo del raggio II' con la normale alla superficie cristallina e $I'F$ il doppio della distanza fra due piani successivi, d .

Affinchè nella direzione $I'R$ si abbia un massimo di intensità luminosa bisogna che i due raggi $I'R$, $I''R$ siano in concordanza di fase, cioè che la loro differenza di cammino sia eguale a un numero intero di lunghezze d'onda λ . Allora

$$n\lambda = 2d \cos \theta$$

è la condizione cui deve soddisfare l'angolo di incidenza del fascio in arrivo contenente la radiazione λ , perchè si abbia un fascio riflesso dalla superficie del cristallo contenente la medesima radiazione. In effetto per angoli di incidenza tali che KF resulti compreso fra $n\lambda + \frac{\lambda}{2}$ e $n\lambda - \frac{\lambda}{2}$ si avrà agli estremi dell'intervallo una intensità di radiazione nulla e all'interno dell'intervallo a cominciare dagli estremi una radiazione debole per un buon tratto, tuttavia crescente per oscillazioni successive fino a raggiungere simmetricamente il massimo per quel valore di KF per cui $KF = n\lambda$.

La differenza dunque della riflessione della luce ordinaria su uno specchio, da quella dei raggi X su una superficie cristallina a spessore non trascurabile sta appunto in ciò che quest'ultima è selettiva, la parola potendo essere riferita sia alla radiazione come all'angolo di incidenza. Di una radiazione si avrà cioè riflessione solo per quelle incidenze per cui sia soddisfatta una delle condizioni

$$\lambda = 2d \cos \theta_1, 2\lambda = 2d \cos \theta_2, \dots, n\lambda = 2d \cos \theta_n.$$

Ad ogni angolo θ si può viceversa associare una radiazione in generale unica che si riflette alla condizione $\cos \theta = \frac{n\lambda}{2d}$.

In conclusione, se il fascio di raggi X è complesso e la superficie cristallina gli viene presentata con inclinazioni successivamente crescenti da 0° a 90° , le radiazioni del fascio si rifletteranno successivamente ogni volta che la incontreranno coll'angolo opportuno; si rifletteranno perciò separatamente una per volta così da disegnare su uno schermo che le raccolga e le segnali lo «spettro dei raggi X » contenuti nel fascio.

Le condizioni di riflessione potranno ripetersi come si è visto per ogni serie di radiazioni più di una volta durante la rotazione della incidenza fra 0° e 90° e però si avranno come nei reticoli ottici spettri di primo, secondo, terzo ordine.

Spettrografo a raggi X .

Il dispositivo atto a mettere alla prova queste previsioni è semplice. Si può pensare costruito come uno spettroscopio ordinario in cui al collimatore sono sostituite una o più fenditure stabili per cui passa la radiazione proveniente dalla sorgente, larghe non più di qualche decimo di millimetro; al posto del prisma è un cristallo (sal-gemma, spatò d'Islanda, gesso, ferricianuro di potassio, mica) montato su un movimento d'orologeria lento (un giro in dodici ore). Esso riceve la radiazione proveniente dalle fenditure su una faccia di clivaggio abbastanza estesa, non otticamente lavorata, ma possibilmente perfetta. Invece del cannocchiale a una distanza dall'asse di rotazione uguale a quella che esso ha dalla fenditura si pone un segnalatore di radiazione. In questa condizione si può facilmente dimostrare come lo spettro riesca puro e definito nonostante la divergenza dei raggi incidenti e le imperfezioni di struttura del cristallo.

In luogo di cristallo piano e movimento d'orologeria per presentare al fascio da analizzare una successione larga di incidenze differenti si può piegare un cristallo flessibile o plastico ad arco di cerchio come suggerirono de Broglie e Lindemann e l'autrice. Si può anche con Seeman far uso di un cristallo tagliato a lama e allora si rendono inutili le fenditure e il fascio è lasciato nella sua forma divergente.

Il metodo classico con cui sono state ottenute in questi anni misure di lunghezza d'onda di precisione rimane tuttavia quello del Bragg a cristallo rotante.

Segnalatore di radiazione fu da principio la camera di ionizzazione. Essa può essere costituita di un tubo di ottone $ABCD$. Sulla faccia AB , in generale protetta con piombo, è praticata una fenditura F_1 parallela all'asse di rotazione del cristallo e ricoperta di un sottilissimo foglio di alluminio. Per essa penetra la radiazione che esce poi da una fenditura simile della parete opposta CD , F_2 . Nella scatola suo due condensatori L_1, L_2 di alluminio dei quali uno è in comunicazione con un polo di una batteria B , di cui il secondo polo è a terra; l'altro con un elettrometro di grande sensibilità. Nella fig. 4 è rappresentato quello di Kaye-Wilson nelle sue parti essenziali. La scatola contiene aria a pressione normale o un gas di forte potere assorbente per la qualità di radiazione studiata (anidride carbonica o ioduro di metile).

Quando dalla fenditura interviene la radiazione, l'aria o il gas della scatola si ionizzano e permettono lo stabilirsi di una corrente fra i condensatori L_1, L_2 . L'elettrometro segna le variazioni di potenziale sulla lastra L_1 dovute a questa corrente.

Essa, se mantenuta sopra il limite di saturazione, poichè in tal caso la intensità di corrente è proporzionale alla intensità di radiazione I , misurerà questa come funzione della corrente i segnalata dall'elettrometro; $I = Ki$, dove K è una costante dipendente dal gas e dalla capacità dell'apparecchio (fig. 5).

De Broglie sostituì alla camera di ionizzazione una lastra fotografica ferma o rotante: riuscì così a registrare uno spettro che ha tutte le apparenze di uno spettro ottico.

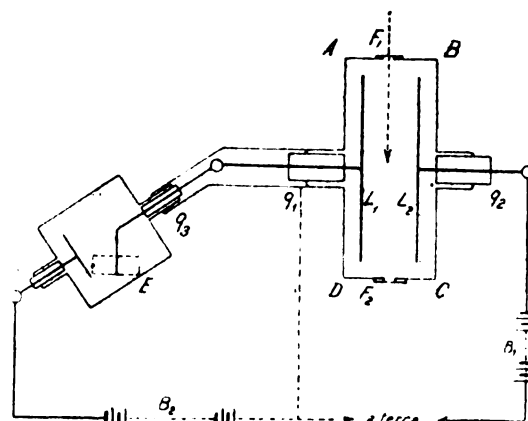


Fig. 4.

Ambedue i metodi hanno reso utili servizi. L'uno è molto sensibile, l'altro permette registrazioni più stabili, tanto che la maggior copia di materiale spettrale raccolto corrisponde all'uso del metodo fotografico.

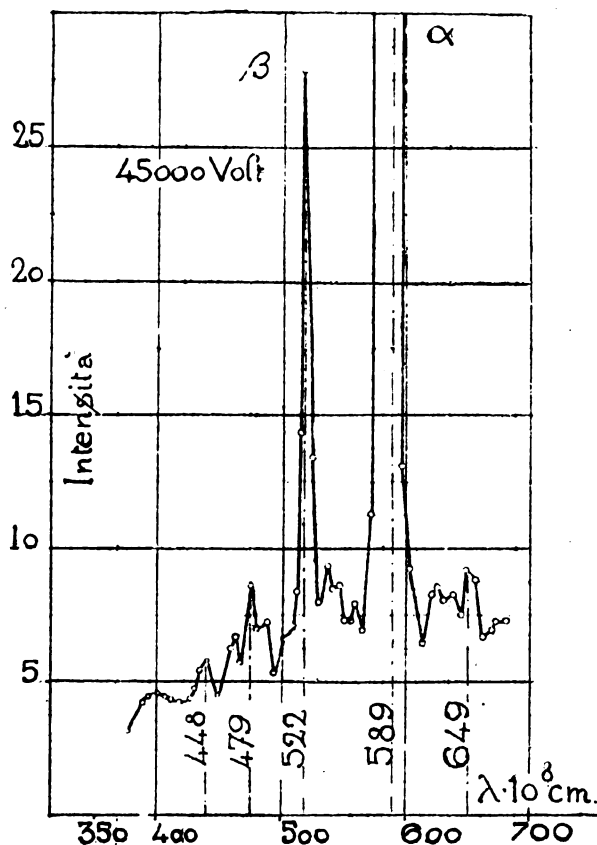


Fig. 5. — Spettro del Pd ottenuto con camera di ionizzazione. Le lunghezze d'onda sono espresse in millesimi di $\lambda \cdot 10^8$ cm.

Per accoppiare i vantaggi della sensibilità e della stabilità è stato ideato da A. H. Compton un dispositivo che permette di registrare automaticamente le indicazioni dell'elettrometro col metodo della camera di ionizzazione.

Certo i difetti di sensibilità dei segnalatori di radiazione può lo sperimentatore correggere sia ponendo in opportune condizioni tutto l'apparecchio (p. es. nel vuoto), sia aumentando la potenza dei generatori per la regione spettrale da studiare.

I generatori di raggi X .

Le sorgenti di raggi X adoperate sono i tubi a vuoto catodico o quelli a pura scarica elettronica prodotta da un filamento metallico arroventato mediante corrente elettrica. Nell'un caso e nell'altro si

ha una emissione dal catodo di particelle negative più o meno veloci. Esse bombardando un ostacolo metallico producono la radiazione di alta frequenza con un processo di cui ora non ci occuperemo.

L'intensità della corrente che percorre il tubo è indice della quantità delle particelle prodotte. La loro velocità dipende dal voltaggio applicato agli estremi del tubo.

L'intensità della radiazione X emessa è funzione della quantità delle particelle catodiche che nell'unità di tempo bombardano l'anticatodo e però dell'intensità di corrente: la differenza di potenziale agli estremi del tubo ossia la velocità delle particelle si riflette essenzialmente sulla qualità della radiazione X prodotta.

I raggi X ottenuti per bombardamento si chiamano «primari» per distinguerli da quelli ottenuti col processo che si può dire per «irradiazione».

Si è già accennato che quando un metallo è investito da un fascio di raggi X emette, purché siano soddisfatte certe condizioni di cui parleremo in seguito, insieme a particelle negative (effetto fotoelettrico), una radiazione di alta frequenza come la incidente, ma differente da questa pel carattere. Questa nuova radiazione si chiama «secondaria».

Costituzione dello spettro a raggi X.

In ogni modo i risultati che l'analisi della radiazione con cristallo ruotante ha offerto, qualunque sia il metodo di produzione, si possono riassumere così. Un fascio di raggi X è composto:

1) di una serie di radiazioni comuni a tutti gli anticatodi. Esse si succedono con continuità e però costituiscono uno spettro «continuo», simile allo spettro emesso dai corpi incandescenti.

2) una successione discontinua di radiazioni diverse da anticatodo ad anticatodo; caratteristiche cioè dell'elemento su cui batte il fascio elettronico, come sono caratteristiche del sodio le righe gialle del suo spettro o pel litio la riga rossa che esso emette quando è introdotto nella fiamma. Questo è più o meno semplice e costituisce lo spettro «di righe» dei raggi X.

Lo spettro continuo delle radiazioni secondarie non è stato accertato.

Misura della lunghezza d'onda.

E' essenziale per lo studio dell'uno e dell'altro spettro la determinazione della lunghezza d'onda. Essa si compie assai facilmente mediante la relazione $n\lambda = 2d \cos \theta$ quando si faccia uso di un cristallo a costante reticolare nota. Tutto sta nella misura dell'angolo θ secondo cui la radiazione viene riflessa nella camera di ionizzazione o sulla lastra. E questa si legge direttamente con un goniometro di precisione o si deduce indirettamente mediante la relazione geometrica esistente fra la superficie di registrazione e la superficie cristallina riflettente.

Per l'analisi di radiazioni a lunghezza d'onda media molto grande si debbono scegliere cristalli a grande costante reticolare (gesso), viceversa per radiazioni a lunghezza d'onda media molto piccola è opportuno adoperare cristalli a costante reticolare piccola.

Condizioni di eccitazione dei due spettri dei raggi X.

Con uno spettrografo a camera ionizzante e un dispositivo utile a variare la tensione agli estremi del tubo, Webster nel 1916 misurò l'intensità della radiazione riflessa in diverse inclinazioni rispetto al cristallo, per tensioni crescenti e intensità di corrente costante.

La direzione di misura era quella secondo cui si palesa una radiazione caratteristica dell'anticatodo oppure un'altra qualunque. I risultati nei due casi per anticatodo di rodio sono rappresentati nella figura 6.

Essi si riassumono brevemente:

1) la radiazione per inclinazioni differenti comincia a tensioni differenti

2) la sua intensità al crescere della tensione cresce sempre con legge lineare nella direzione in cui non esiste radiazione caratteristica (curva A).

3) nella direzione in cui esiste una radiazione caratteristica (curve B e C) la curva «intensità di radiazione-tensione» si innalza rapidamente a un certo momento mantenendosi lievemente convessa verso l'asse delle tensioni; cioè l'intensità al di là di un certo valore presenta un aumento più forte del lineare primitivo e indica che al punto in cui la curva piega è intervenuto un fatto nuovo: la emissione della radiazione caratteristica. La posizione della punteggiata nella direzione del tratto rettilineo indica l'intensità della radiazione non caratteristica. La differenza delle coordinate fra punteggiata e curva superiore misura esclusivamente l'intensità della radiazione caratteristica. Concludiamo: anche questa incomincia solo quando è raggiunto un limite inferiore del valore del potenziale limite, del resto superiore a quello della radiazione generica nella stessa direzione.

Spettro continuo puro.

Visto questo, studiamo lo spettro continuo dei raggi X in condizioni di purezza, vale a dire partendo dall'applicazione di tensioni molto basse e mantenendoci al di sotto del limite inferiore delle radiazioni caratteristiche.

Sappiamo già che la intensità della radiazione continua I , cresce proporzionalmente alla tensione V .

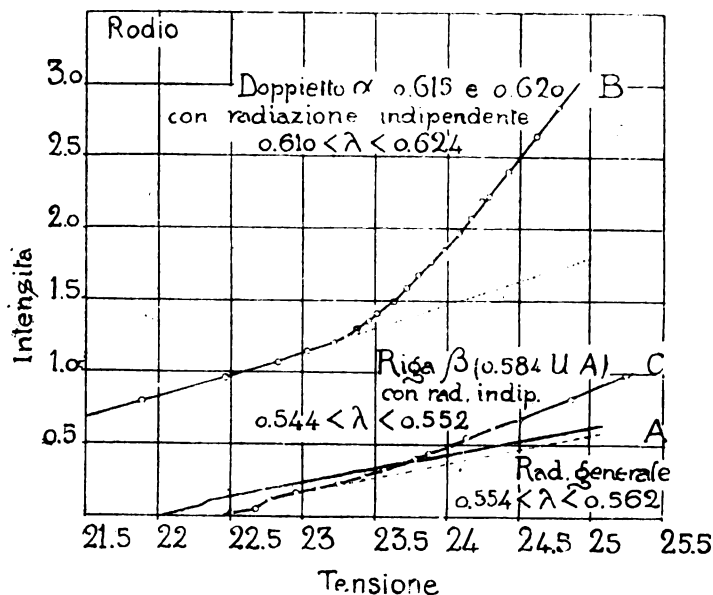


Fig. 6.

Questo si può esprimere così: $I = \text{cost.} \times (V - V_0)$; infatti la retta (IV) per una radiazione λ dello spettro continuo ha inizio (curva A, fig. 6 e fig. 7 e 8) per una V maggiore di O . Ora se si cambia l'anticatodo o la radiazione la forma della curva (IV) rimane lineare e a) non cambia il valore iniziale di V (V_0) cioè qualunque sia l'anticatodo usato a parità di tensione lo spettro continuo si arresta al medesimo valore di V (fig. 7);

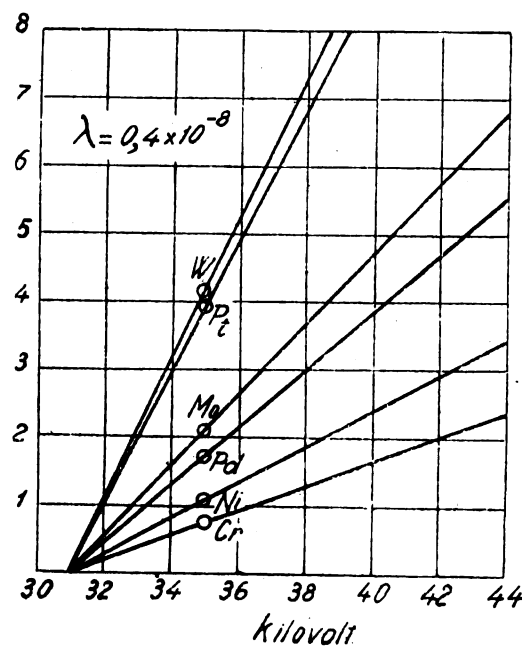


Fig. 7.

b, invece al variare dell'anticatodo varia a parità di tensione la inclinazione delle singole corrispondenti rette (IV); l'intensità della radiazione dello spettro continuo in una certa direzione dipende cioè dalla natura dell'anticatodo (fig. 7, 8).

Vediamo ora quale è la distribuzione della intensità in tutto lo spettro per un dato valore della tensione e per tensioni successivamente crescenti, con diversi anticatodi.

Sarà necessario allora determinare il valore dell'intensità di radiazione in una vasta regione angolare. Le curve delle figure 9, 10 sono ottenute da esperienze che soddisfano a queste condizioni. Si portino in ascisse le lunghezze d'onda fornite da un certo anticatodo, in ordinate le intensità. Le curve che si ottengono

a) tagliano l'asse delle λ dalla parte delle λ brevi nello stesso punto qualunque sia l'anticatodo, se la tensione è per tutte la stessa; ma per tensioni crescenti il punto di intersezione si sposta sempre più dalla parte delle λ piccole (figg. 11 e 12). Questo indica che lo spettro continuo per una certa tensione V si arresta a una frequenza

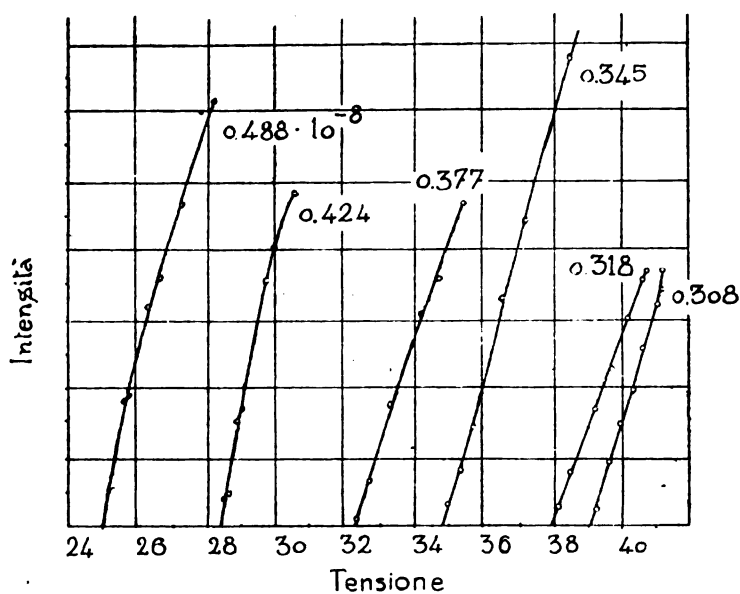


Fig. 8.

massima che dipende dalla tensione in uso. Tale relazione è stata trovata della forma $eV = h\nu$ dove e rappresenta la carica elettronica, $4,77 \times 10^{-10}$ U. E. S., V la tensione espressa in U. E. S. h una costante universale pari a $6,555 \times 10^{-27}$ erg.sec;

b) ognuna delle curve delle tre figure presenta un massimo localizzato in una certa lunghezza d'onda, così come lo spettro con-

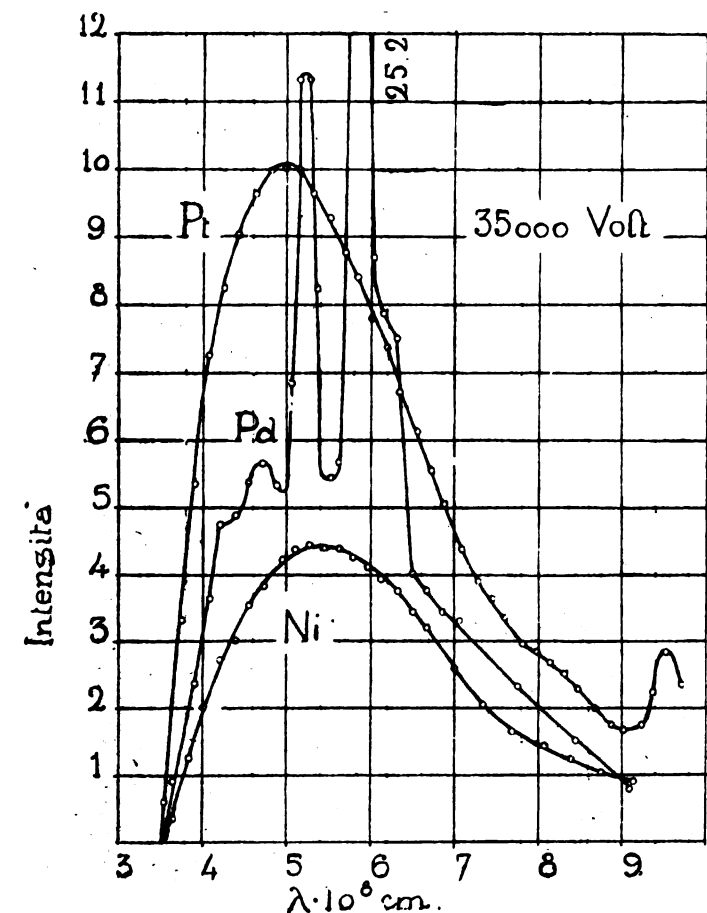


Fig. 9.

Nella figura le lunghezze d'onda sono espresse in decimi di $\lambda \cdot 10^8$ cm

tinuo di una qualunque sorgente di luce bianca. Man mano che la tensione cresce, il massimo di intensità (fig. 12) aumenta e si sposta verso le lunghezze d'onda brevi.

Cosicché è lecito domandare se veramente non si possa stabilire fra lunghezza d'onda in cui è collocato il massimo d'energia dello

spettro continuo ad alta frequenza e tensione una relazione analoga a quella che Wien trovò esistere fra temperatura assoluta T e lunghezza d'onda a intensità massima dello spettro del corpo nero $\lambda_{\text{mass}} T = \text{cost.}$ In effetto Ulrey trovò empiricamente la relazione $\lambda_{\text{mass}} V^{\frac{1}{2}} = \text{cost.}$, mentre Ledoux Lebard e Dauvillier operando sotto tensione costante e applicando tutte le possibili correzioni giunsero all'opinione che senz'altro si verifichi l'altra $\lambda_{\text{mass}} V = \text{cost.}$

c) la fine dello spettro continuo dalla parte delle λ lunghe dipende esclusivamente dalle condizioni in cui vien fatto l'esame (pressione, qualità del cristallo, ecc.).

d) se sulle curve eseguite con differenti anticatodi: W, Mo, Cr, Pt, Pd, Ni, sotto potenziale di 35 kilovolt (figg. 9, 10) si misura l'area compresa fra esse e l'asse delle λ , si ottiene la energia totale emessa come radiazione continua e si trova che essa cresce linearmente col numero d'ordine dell'elemento radiatore nella tabella di Mendeleeff. Se analogo esame si porta sulla energia massima risulta per essa che esiste una periodicità coincidente con quella del sistema periodico.

Spettro a righe.

Lo spettro di righe si presenta soltanto quando la tensione agli estremi del tubo ha raggiunto il valore minimo che soddisfa alla relazione $h\nu = eV$, ove ν è la frequenza minima dello spettro di cui

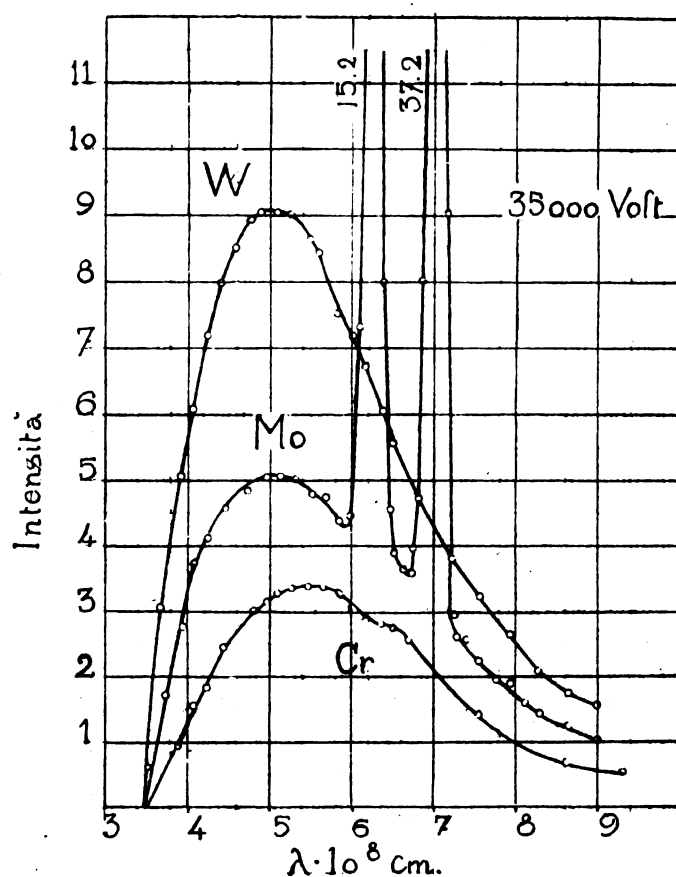


Fig. 10.

Le lunghezze d'onda sono espresse in decimi di $\lambda \cdot 10^8$ cm.

si tratta (lunghezza d'onda massima). Questo fatto che si può dedurre dalla figura 6 e dalla 13 anche quantitativamente viene confermato dalle esperienze, cui corrisponde la figura 14, dove le ordinate portano le intensità e le ascisse gli angoli di incidenza sotto cui con lo spettrografo è stato eseguito l'esame.

Le curve di questa figura descrivono completamente lo spettro del rodio per tensioni differenti: 23.2, 31.8, 40.0 kilovolt. In esse sin nota sul fondo lo spettro continuo; poi quattro cuspidi principali di altezza differente che rappresentano le righe principali caratteristiche del rodio; in più esistono accenni a piccole cuspidi dovute al rutenio contenuto come impurità nel metallo all'anticatodo. Miscele, leghe o composti danno luogo infatti a spettri che sono la sovrapposizione degli spettri degli elementi componenti (v. anche Mo e Pd nelle figure 9 e 10).

Se il potenziale passa da 31.8 a 40 kilovolt l'intensità I delle radiazioni caratteristiche cresce enormemente. Dall'esame della figura 13 si trova che l'intensità non segue un andamento lineare al crescere della tensione; analiticamente tale legame è rappresentato dalla relazione

$$I = K (V - V_0)^2$$

dove K è una costante che varia da riga a riga, V_0 è il potenziale limite del gruppo a cui la riga appartiene (in questo caso 24 kilovolt circa).

Infatti le righe di uno spettro ad alta frequenza si suddividono in gruppi che compaiono a differenti tensioni limite e sono caratterizzati dalla somiglianza di struttura e spesso di intensità relativa. Essi prendono il nome di gruppi K , L , M , J .

Non tutti questi gruppi sono noti per ogni elemento.

Gruppo K. È il più intenso e per ogni elemento quello che corrisponde a più alta frequenza (escluso il gruppo J); si compone di due doppietti i cui costituenti hanno diversa intensità $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$; α_1, β_1 sono le componenti più intense del doppietto. Si conoscono gli elementi K degli elementi da Na a Ur per quanto non di tutti si sia misurata la lunghezza d'onda. Esso si può dire lo spettro degli elementi di peso medio nei quali è facilmente osservabile senza precauzioni particolari. Gli elementi, fino al lantanio, oltre i due doppietti principali ne posseggono due intermedi che sono stati misurati fino al titanio, escluso l'argon.

Gruppo L. - È più complesso del precedente e si divide in tre sottogruppi. Si compone in tutto di una ventina di righe che sono state osservate prima per gli elementi più pesanti da Zr a Ur .

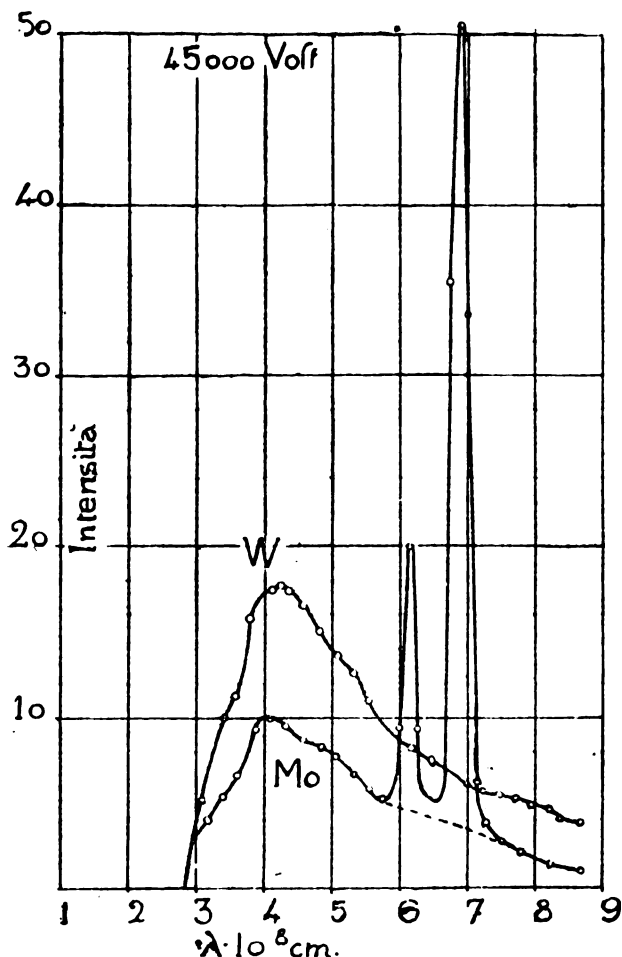


Fig. 11

Le lunghezze d'onda sono espresse in decimi di $\lambda \cdot 10^8$ cm.

Gruppo M. - È estremamente assorbibile e si è potuto mettere in evidenza solo mediante un tubo apposito funzionante sotto tensione inferiore a 10 kilovolt, con spettrografo nel vuoto e cristallo a costante reticolare molto grande (gesso $d = 7,621 \cdot 10^{-8}$ cm). È composto di tre righe principali α, β, γ , accompagnate da tre satelliti $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$. Esse hanno l'aspetto di bande larghe con bordo netto dalla parte delle grandi lunghezze d'onda, forse costituite di righe fini successive, allo stesso modo di alcune bande della regione visibile.

Le suddivisioni e i nomi imposti alle varie radiazioni apparirebbero arbitrari, anche tenendo conto del concetto di tensione limite non del tutto sufficiente a definirli, se non si parlasse di un fatto che è stato messo in evidenza fin dalle prime ricerche del Moseley sugli spettri ad alta frequenza, fatto che abbiamo già avuto occasione di citare in altra occasione ⁽¹⁾.

Se si portano in ordinate le radici quadrate delle frequenze e in ascisse il numero d'ordine dell'elemento nella tavola del Mendeleeff le righe simili di ogni gruppo si dispongono sopra una medesima retta.

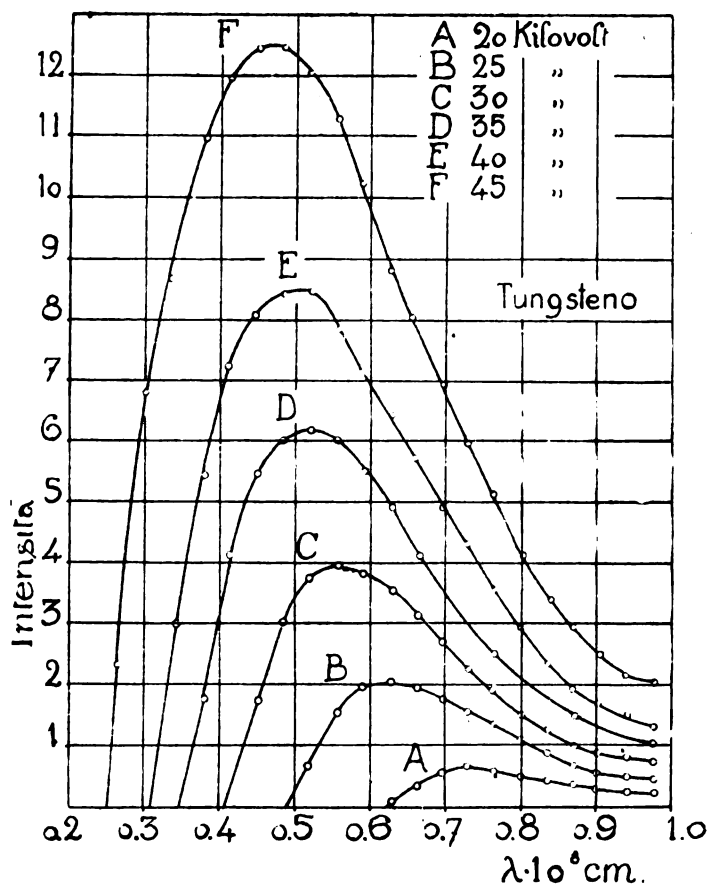


Fig. 12.

Queste rette mediante il grafico (fig. 15) o nella loro relazione analitica

$$\nu = \nu_0 (N-1)^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) \text{ (serie K)}$$

$$\nu = \nu_0 (N-7,4)^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \text{ (serie L)}$$

offrono un mezzo sicuro per la classificazione delle righe spettrali ad alta frequenza.

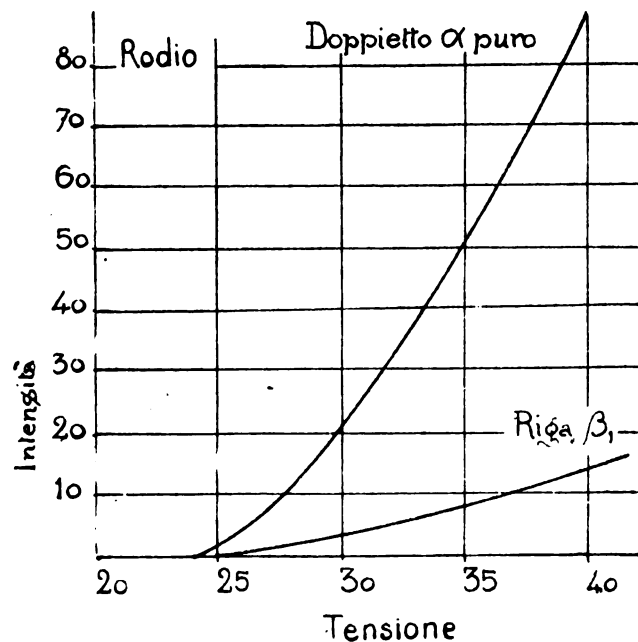


Fig. 13.

Le due formule scritte hanno altresì il pregio di essere paragonabili alle formule di serie che valgono per le radiazioni caratteristiche della regione visibile, ultrarossa e ultravioletta; in particolare alla formula di Balmer per l'idrogeno.

Una differenza sostanziale hanno tuttavia da quelle; mentre le

⁽¹⁾ R. BRUNETTI - Il Nucleo Atomico - L'Elettrotecnica, Vol. IX, p. 439, 1922.

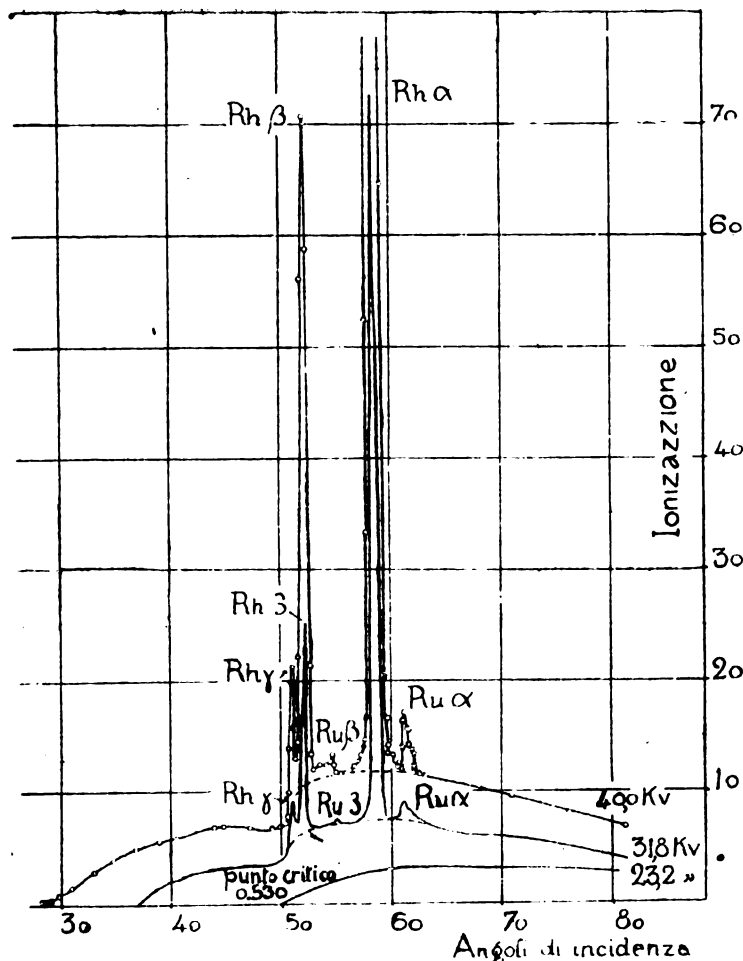


Fig. 14.

serie delle radiazioni luminose legano fra loro radiazioni dello spettro di uno stesso elemento, queste legano fra loro radiazioni di elementi differenti.

Una vera e propria serie fra righe ad alta frequenza di uno stesso elemento non è ancora stata trovata, per quanto qualche relazione

esista fra le righe K ed L ; mentre manca ancora allo spettro luminoso una formula che stabilisca una corrispondenza fra righe di elementi differenti.

I raggi γ e il gruppo J .

I raggi γ emessi da alcune sostanze radiattive hanno le proprietà generali dei raggi X primari o secondari. Era naturale analizzarli con lo stesso procedimento. Ricerche eseguite da Rutherford e Andrade e da Siegbahn permettono di stabilire che lo spettro da radio B è identico a quello L del piombo e quello da radio C a quello del bismuto. Infatti piombo e bismuto sono isotopi di questi due elementi. Ma con un metodo per trasparenza assai adatto a questa sorta di radiazioni molto penetranti, Rutherford e Andrade trovarono, oltre alle righe proprie degli isotopi di questi elementi, altre righe a frequenza superiore, che presuppongono o la presenza di elementi sconosciuti oltre l'Uranio di cui esse sarebbero le radiazioni K o più semplicemente l'esistenza di una serie sconosciuta a frequenza superiore. Questa ipotesi era più plausibile perchè concordava coi risultati di uno studio sull'assorbimento della radiazione dell'alluminio eseguita dal Barkla. La presenza di questo gruppo è stata ancora confermata da Ledoux-Lebard e Dauvillier per lo stesso alluminio direttamente con lo spettrografo a raggi X , per altri elementi indirettamente.

La legge di Einstein.

Del complesso dei fenomeni esposti, riprendiamone uno solo importante e comune alle due sorta di spettri, continuo e a righe. La eccitazione di una loro radiazione non ha luogo prima che sia raggiunto un minimo di energia rappresentato dalla relazione

$$h\nu = eV.$$

Questo minimo denota la emissione della più alta frequenza corrispondente al valore di V raggiunto: superato questo valore, insieme alle radiazioni imposte dalla V di cui si fa uso, si manifesteranno le frequenze più basse inevitabilmente. Non si può cioè eccitare la radiazione corrispondente alla più corta lunghezza d'onda di un certo gruppo senza produrre insieme quelle a lunghezza d'onda superiore.

Possiamo ora enunciare un ulteriore fenomeno che si manifesta con le radiazioni secondarie. Sappiamo che lo spettro continuo di queste è tanto debole da non essere stato messo in evidenza. Fermiamo l'attenzione sullo spettro caratteristico. Esso non si eccita finchè la radiazione del radiatore primario non possieda una frequenza ν tale che il suo quanto elementare di energia $h\nu$ resulti eguale o superiore al quanto di energia $h\nu'$ proprio delle frequenze ν' caratteristiche dell'elemento in esame come radiatore secondario.

$$h\nu \geq h\nu'$$

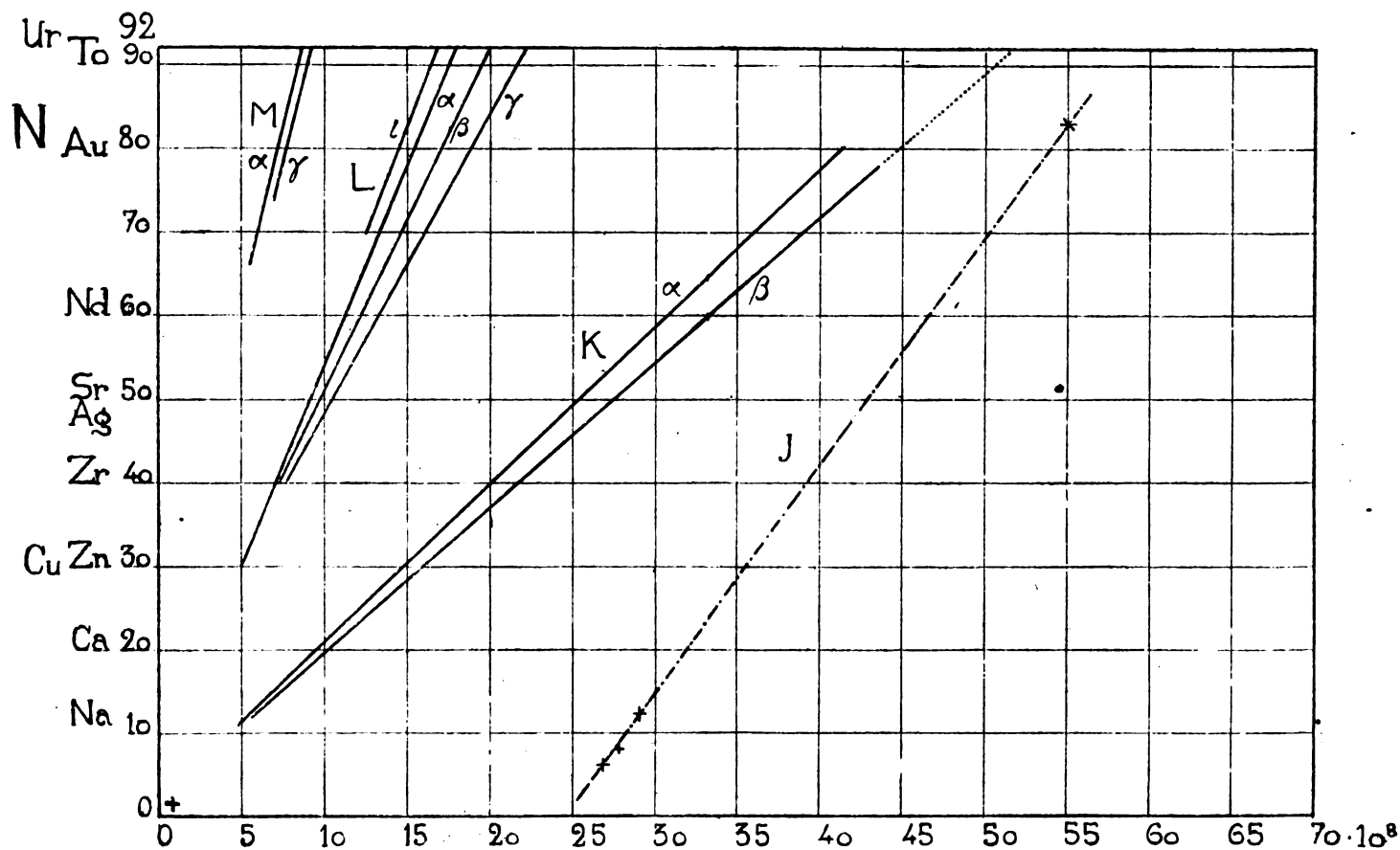


Fig. 15

Ricordiamo un fenomeno ottico: un fascio di luce monocromatica batte sopra una sostanza capace di emettere luce per fluorescenza: solfuro di zinco, p. es., vapori di sodio, mercurio, ecc.

Perchè la fluorescenza si manifesti è necessario che la frequenza della luce incidente sia superiore alla frequenza propria della sostanza fluorescente. Questa legge prende il nome di legge di Stokes.

Un analogo della legge di Stokes vale dunque per le alte frequenze primarie e secondarie, se si assimila il processo del bombardamento catodico a quello di un fascio di radiazioni primarie; essa si esprime accoppiando i due enunciati $h\nu > h\nu'$ per le radiazioni secondarie: $eV > h\nu'$ per le primarie.

Vediamo il significato meccanico di questo secondo enunciato.

Se v è la velocità di una particella in moto (elettrone o ione gassoso), m la sua massa, si verifica la relazione

$$\frac{1}{2}mv^2 = eV$$

Deve dunque essere $\frac{1}{2}mv^2 > h\nu$. Vale a dire finchè la velocità massima del fascio catodico non uguaglia o non supera un valore minimo dato da $v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$ la radiazione desiderata non si manifesta, sia essa dello spettro continuo o del caratteristico. La prova di questo è stata eseguita direttamente da vari sperimentatori, dal Whiddington pel primo nel 1912, e recentemente dall'autrice.

Conclusioni.

Dalla semplice idea del Laue è dunque scaturita una prova di valore indiscutibile della presunta natura ondulatoria dei raggi X e insieme offerto un mezzo per analizzarli. L'analisi diretta ha confermato i risultati grossolani ottenuti con molta fatica dal Barkla seguendo un metodo paragonabile a quello che il Melloni usò per lo studio della radiazione calorifica. Ma oltre i fenomeni intravisti dal Barkla altri sono stati raccolti che solo questo metodo di analisi poteva garantire. Gli uni e gli altri si riassumono in una serie di fatti che hanno una notevole analogia con fenomeni dell'ottica ordinaria: essi sono

presenza di uno spettro continuo per cui vale una legge di distribuzione simile a quella del Wien;

presenza di uno spettro di righe fra i cui elementi si possono scrivere relazioni analoghe alle formule di serie più recenti escogitate per gli spettri ottici per quanto con estensione differente;

validità per l'uno e per l'altro spettro di una legge equivalente a quella che porta il nome di Stokes.

A tutto questo è da aggiungere una semplicità tale nel meccanismo di eccitazione da indurre a sperare che le considerazioni meccaniche relative ad esso possano per facile via guidare a quelle teoriche.

Il parametro di eccitazione in questo caso è infatti facilmente individuale nel potenziale o, in altri termini, nella energia cinetica della particella bombardante.

Nel caso della luce il parametro di eccitazione è assai complesso: qualche volta si identifica con la temperatura assoluta ammettendo che la parola temperatura possa avere un significato meno stretto del suo proprio.

Le radiazioni calorifiche si manifestano a bassa temperatura e man mano che questa aumenta si rende possibile la eccitazione di radiazioni a minor lunghezza d'onda.

Fra le radiazioni eccitate a lunghezza d'onda più breve, ultraviolette della così detta regione di Schumann, e i raggi X rimaneva fino a qualche mese fa una successione di radiazioni che non era stato possibile produrre.

Tentativi sono stati diretti a penetrare sperimentalmente in questa regione usando i processi di eccitazione dei raggi ultravioletti. Citeremo i più recenti di Lyman e Millikan. Quest'ultimo, partendo appunto dal concetto del parametro eccitatore «temperatura» concepito come funzione esplicita della energia impegnata, esaminò l'estensione dello spettro di vari elementi ottenuto con scariche di grande potenza nel vuoto.

Effettivamente giunse per questa via a produrre raggi ultravioletti fino a 160×10^{-8} cm. Nè credette poter procedere oltre solo per la insufficienza dei reticoli ottici all'analisi di lunghezze d'onda così corte.

Rimaneva dunque ancora fra questo valore e i raggi X, la cui lunghezza d'onda non supera 13×10^{-8} cm, una vasta regione inesplorata. Tentare il raccordo a partire dalle maggiori frequenze fu criterio più fertile; e a guida servi la relazione dell'Einstein:

$$eV = h\nu$$

Da essa risulta che per diminuire il massimo ν eccitato basta abbassare senz'altro V .

J. J. Thomson bombardando la superficie di un metallo con raggi canale e con elettroni a bassa tensione ottenne effettivamente

una radiazione le cui proprietà denotavano una lunghezza d'onda molto alta rispetto a quella dei raggi X ordinari.

Ma miglior successo pare abbia arriso a Holweck del Laboratorio di Mme Curie e recentemente a Mohler e Foote del Bureau of Standard.

Holweck segnala infatti tutta una gamma di radiazioni da 10 a 463×10^{-8} cm di lunghezza d'onda. Egli opera con un tubo a pura scarica elettronica a tensioni inferiori a 190 volt. Dall'arco elettrico a basso potenziale in gas e vapori Mohler e Foote ottengono a loro volta radiazioni che stanno fra 25 e 640×10^{-8} cm. Nell'un e nell'altro caso si raggiunge dunque e si copre largamente la regione di Schumann-Millikan.

Queste esperienze hanno ancora il difetto di determinare la lunghezza d'onda per via indiretta a mezzo di una relazione esistente nei raggi X fra di essa e il coefficiente di assorbimento. Tuttavia, se confermato con altri procedimenti è certo che il risultato non solo colmerebbe una lacuna sperimentale, ma varrebbe a stabilire una parentela fra il modello semplice di eccitazione delle alte frequenze e quello più complesso delle altre. La natura di tale parentela apparirà soltanto a esame fatto delle caratteristiche di tali radiazioni.

Allo stato attuale delle ricerche possiamo dire soltanto che nel semplice meccanismo di eccitazione dei raggi X due distinti processi si manifestano. Per l'uno che dà luogo allo spettro continuo non si sa oggi teoricamente sostituire nulla di meglio che l'ipotesi del Thomson per cui la emissione dei raggi X è paragonata a impulsi elettromagnetici provocati dall'accelerazione elettronica all'atto della collisione o dalla irradiazione sugli atomi materiali. Per l'altro soltanto, che si manifesta con uno spettro a righe, si ha ragione di ammettere valido lo stesso processo di emissione delle radiazioni monocromatiche luminose ideato dal Bohr.

Già molto da questa ultima concezione si è potuto dedurre circa la costituzione della parte più interna dell'atmosfera elettronica dell'atomo. Speriamo che non lontano sia il tempo in cui tutti i fenomeni in questa monografia riassunti e ora ultimamente sottolineati si potranno inquadrare in teoria che abbracci tutta la regione spettrale dai raggi ultrarossi a quelli di alta frequenza. Allora giungeremo forse alla soddisfacente filosofia atomica verso cui tendono affannosamente tutte le ricerche della fisica d'oggi.

Istituto di Fisica in Arcetri, 30 Ottobre 1922.

* *

BIBLIOGRAFIA.

La bibliografia dell'argomento potrebbe ormai occupare un volume. Cito perciò soltanto alcuni dei lavori cui ho pensato mentre scrivevo e soprattutto quelli riassuntivi, in cui il lettore potrà trovare gli elementi per la ricerca delle notizie dettagliate che riterrà necessarie alla sua cultura.

Spettro continuo:

W. DUANE u F. HUNT — Phys. Rev., VI, p. 166, 1915.

DAVID WEBSTER — Phys. Rev., VII, p. 599, 1916.

C. T. ULREY — Phys. Rev., XI, p. 401, 1918.

ERNST WAGNER — Jahrb. d. Rad. u. Elekt., 16, p. 190, 1919.

HERMANN BEHNKEN — ZS. für Phys., VI, p. 241, 1921.

A. MARCH — Ann. d. Phys. 65, p. 449, 1921.

LEDOUX, LEBARD et DAUVILLIER — La physique des rayons X — Gauthier-Villars, Paris, 1921.

Spettro di righe:

R. WHIDDINGTON — Proc. Roy. Soc. London, 85, p. 99, 1911.

W. FRIEDRICH, P. KNIPPING u. M. VON LAUE — Ann. d. Phys., 41, p. 971, 1913.

M. DE BROGLIE — C. R., 157, p. 924, 1913.

M. DE BROGLIE et LINDEMANN — C. R., 158, p. 914, 1914.

H. G. J. MOSELEY — Phil. Mag., 27, p. 703, 1914.

E. RUTHERFORD, M. N. ANDRADE — Phil. Mag., 27, p. 855, 1914.

H. SEEMANN — Ann. d. Phys., 49, p. 472, 1916.

R. BRUNETTI — Nuovo Cimento, XIII, p. 224, 1917.

R. BRUNETTI — Nuovo Cimento, XVIII, p. 266, 1919.

E. WAGNER — Phys. ZS., 18, p. 418, 1917.

J. E. LILIENTHAL — Jahrb. d. Rad. u. Elek., 16, p. 105, 1919.

M. SIEGBAHN — Jahrb. d. Rad. u. Elek., 18, p. 240, 1921.

MARX — «Röntgen strahlen» in Handbuch der Radiologie, Leipzig, 1919.

Regione Schuman-Millikan — raggi X:

J. J. THOMSON — Phil. Mag., 28, p. 620, 1914.

E. LAIRD — Ann. d. Phys., 46, p. 605, 1915.

RICHARDSON, BAZZONI — Phil. Mag., 34, p. 285, 1917.

DADOURIAN — Phys. Rev., 9, p. 563, 1917.

E. LAIRD — Phys. Rev., 15, pp. 293-297, 1920.

F. HOLWECK — Ann. de Phys., 17, p. 5, 1922.

MOHLER e FOOTE — Scient. Paper Bureau of Stand., 17, p. 471, 1922.

IMPIANTI ELETTRICI DELLA SOCIETÀ ANONIMA IMPRESE ELETTRICHE CONTI IN VAL D'OSSOLA □ □ □ □ □

IMPIANTO DI CREGO

(Continuaz., v. N. 1).

11. - Canale.

Il profilo longitudinale della Fig. 13 mostra le principali caratteristiche del canale. Lungo complessivamente 3925 metri, esso si svolge per 1347 metri in galleria, ma è coperto con soletta di cemento armato anche nel resto del suo percorso. Sono 7 gallerie di cui la più lunga, quella di Cagiogno, tocca i 431 metri.

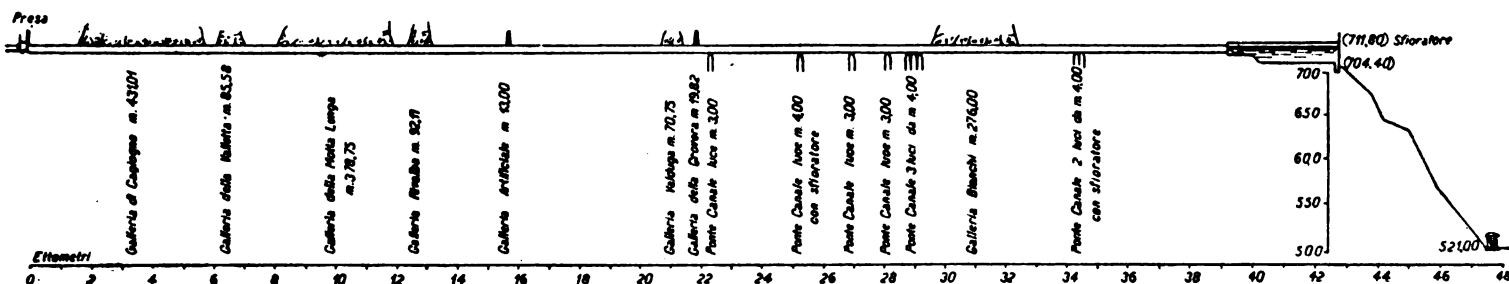


Fig. 13. — Profilo dell'Impianto di Crego.

Il canale, previsto per una portata massima di 10 m^3 per secondo, ha pendenza uniforme dell'1 per mille, e sezione normale trapezia (Fig. 14 e 15) con una base di m 2,10, una larghezza massima di m 2,60, ed una altezza d'acqua di m 1,70. Le pareti sono completamente rivestite di muratura con intonaco di cemento liscio.

Lo svolgimento planimetrico è alquanto accidentato dovendo seguire le falde della valle che sono molto irregolari.

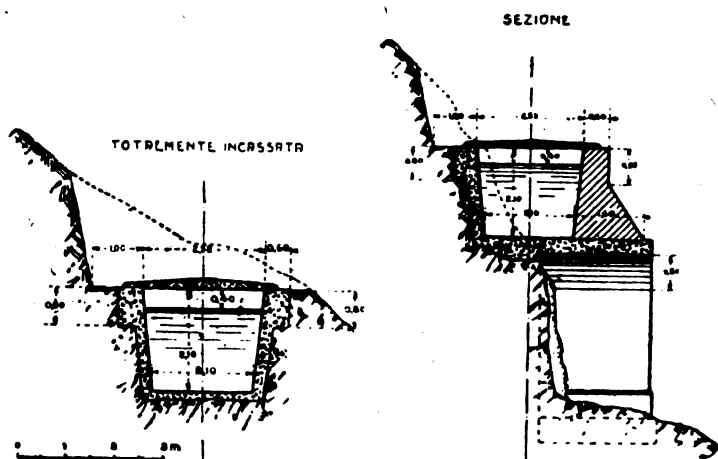


Fig. 14. — Sezione normale del canale.

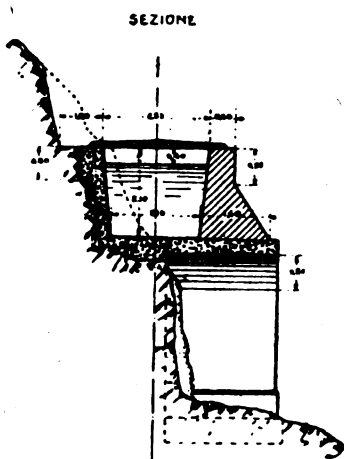


Fig. 15. — Sezione del canale, a mezza costa, su arconi.

Per le gallerie costruite in roccia sana, la sezione si mantiene del tipo di quella normale suindicata, semplicemente completata con un arco (Fig. 16). Alcune invece si svolgono in terreno spingente, ed in tali casi la sezione è superiormente ad arco a pieno centro ed inferiormente ad arco rovescio spingente.

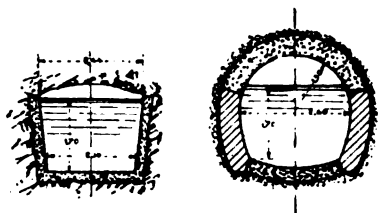


Fig. 16. — Sezioni normali del canale in galleria.

Dopo la galleria della Motta Lunga, e precisamente tra progressiva 1193 e 1220, avviene l'attraversamento, da parte del canale, del Rio Alba. Si sono qui dovute prendere particolari disposizioni per permettere l'abituale scarico dei legnami lungo il canale, senza che ne venisse danneggiato il canale. A tale scopo si è spianato il terreno intorno al canale stesso, che in questo punto è in-

cassato, mediante un riempimento a secco. Il canale è coperto con una soletta di calcestruzzo robustissimo, protetta da uno strato di terra di circa cm 80 di spessore, destinato ad attutire gli urti. Un tombino serve a drenare tutta la struttura, in modo che soltanto in casi di piena le acque del Rio Alba sorpassano il canale.

Per attraversare numerosi torrentelli che scorrono lungo la falda montana, furono necessari diversi ponti-canale.

Essi sono di due tipi. Gli uni hanno luci di m 3 e sono costituiti da una semplice piattabanda in calcestruzzo armato, di 30 cm di spessore, impostata su piedritti in muratura. Altri invece hanno luci di m 4 e sono formati da un arco, pure in calcestruzzo, a pieno centro, impostato su spalle in muratura.

Si è approfittato di due ponti-canali da m 4, e precisamente di quelli a progressive 2525 e 3450, per costituire, lungo il corso del canale, degli sfioratori. Essi sono formati da un labbro, sporgente dalla sponda del canale e costruito in cemento armato, sul quale

corre una passerella sostenuta da pilastri che dividono in più bocche la portata dello sfioratore.

Come si vede dalla Fig. 17, sugli stessi due ponti-canali di m 4, si praticarono delle luci per scarico di fondo. In questi punti il fondo del canale si abbassa di 50 cm e sulla parete di esso è praticata una luce di m 1, protetta da paratoie manovrabili a mano dalla passerella suddetta.

Naturalmente, opportuni provvedimenti furono presi per impedire che la vena stramazante possa andare a scalzare i piedritti d'imposta dell'arco.

Il più lungo dei ponti-canale è quello a quota progressiva 2888 che è costituito da tre luci di m 4.

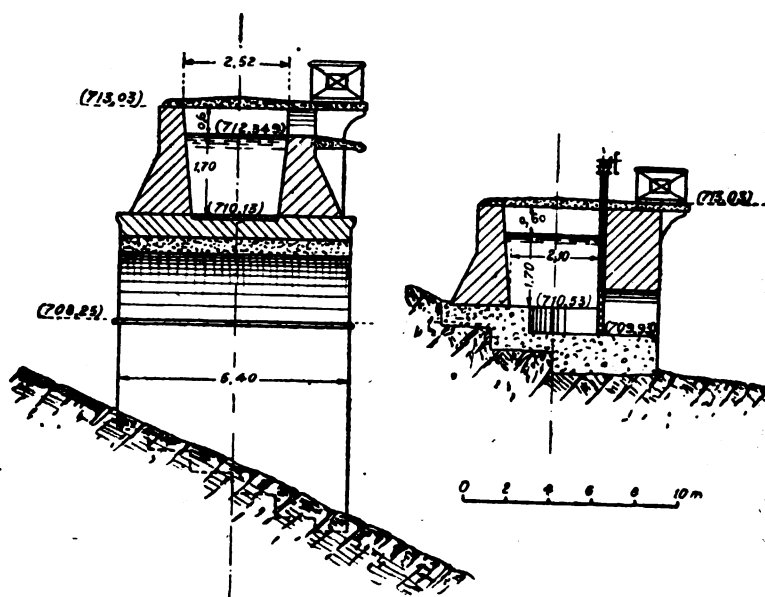


Fig. 17. — Sezioni attraverso lo sfioratore e lo scarico di fondo del canale.

12. - Bacino di carico.

La Fig. 18 rappresenta la planimetria generale del bacino di carico e delle tubazioni forzate.

Il bacino, che segue nel suo andamento planimetrico le sinuosità della costa montana, ha una lunghezza di m 340, con una larghezza media di 14 m ed una altezza d'acqua, a ritenuta massima, di m 6. La capacità complessiva è di circa $28\,000 \text{ m}^3$. Il livello del pelo d'acqua nel bacino è a quota 711,80.

Il bacino è coperto. Verso valle, essendo esso a mezza costa, è sostenuto da un muraglione di ritenuta che misura in testa lo spessore di m 0,80 ed ha una sezione trapezia con paramento a monte di 1 a 10, e paramento a valle di 2 a 3.

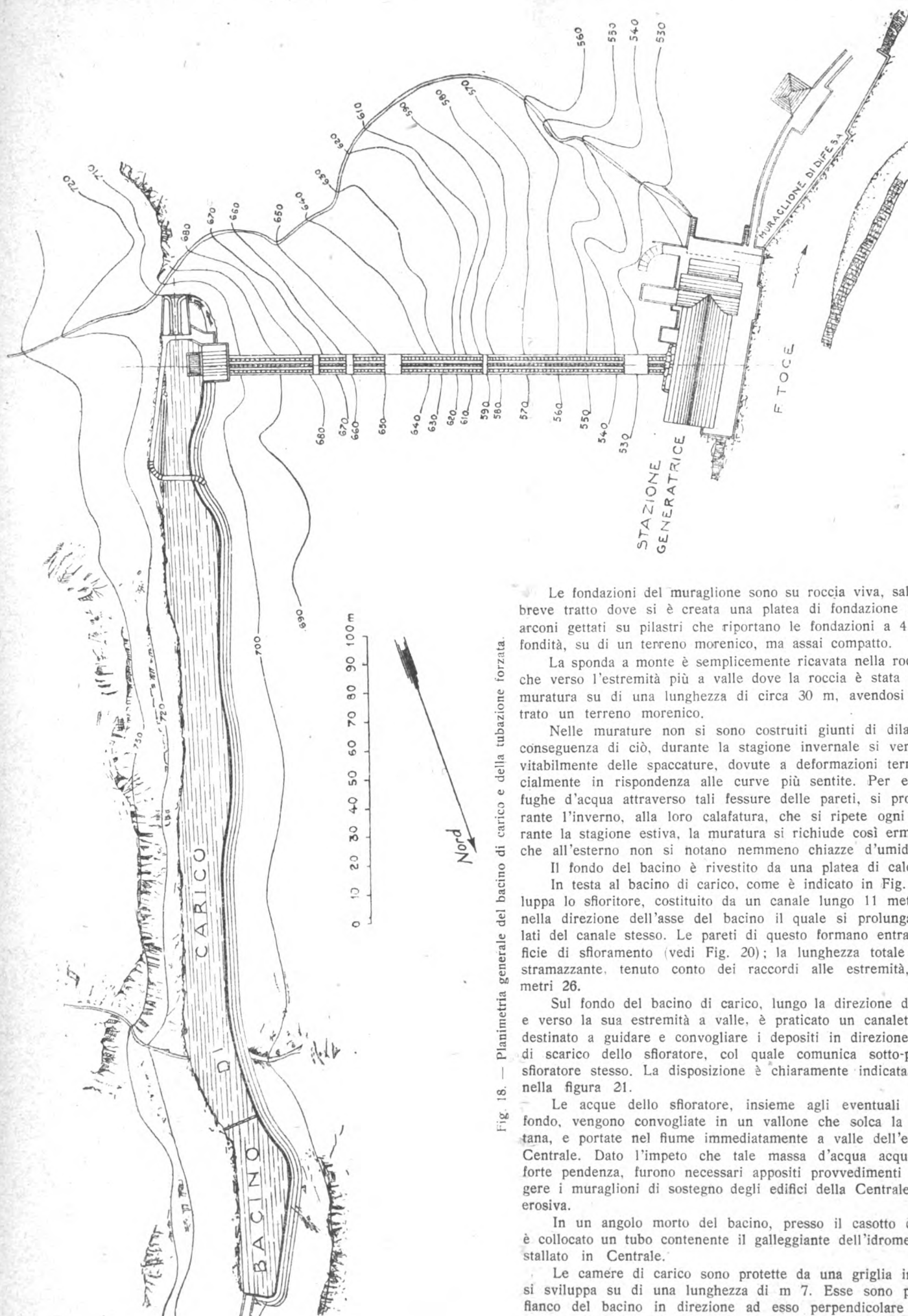


Fig. 18. — Planimetria generale del bacino di carico e della tubazione forzata.

Le fondazioni del muraglione sono su roccia viva, salvo che per breve tratto dove si è creata una platea di fondazione mediante 4 arconi gettati su pilastri che riportano le fondazioni a 4 m di profondità, su di un terreno morenico, ma assai compatto.

La sponda a monte è semplicemente ricavata nella roccia, tranne che verso l'estremità più a valle dove la roccia è stata rivestita da muratura su di una lunghezza di circa 30 m, avendosi qui incontrato un terreno morenico.

Nelle murature non si sono costruiti giunti di dilatazione. In conseguenza di ciò, durante la stagione invernale si verificano inevitabilmente delle spaccature, dovute a deformazioni termiche, specialmente in rispondenza alle curve più sentite. Per eliminare le fughe d'acqua attraverso tali fessure delle pareti, si provvede, durante l'inverno, alla loro calafatura, che si ripete ogni anno. Durante la stagione estiva, la muratura si richiude così ermeticamente, che all'esterno non si notano nemmeno chiazze d'umidità.

Il fondo del bacino è rivestito da una platea di calcestruzzo.

In testa al bacino di carico, come è indicato in Fig. 19, si sviluppa lo sfioratore, costituito da un canale lungo 11 metri praticato nella direzione dell'asse del bacino il quale si prolunga d'ambo i lati del canale stesso. Le pareti di questo formano entrambe superficie di sfioramento (vedi Fig. 20); la lunghezza totale della lama stramazante, tenuto conto dei raccordi alle estremità, risulta di metri 26.

Sul fondo del bacino di carico, lungo la direzione del suo asse e verso la sua estremità a valle, è praticato un canaletto di fondo destinato a guidare e convogliare i depositi in direzione del canale di scarico dello sfioratore, col quale comunica sotto-passando lo sfioratore stesso. La disposizione è chiaramente indicata in sezione nella figura 21.

Le acque dello sfioratore, insieme agli eventuali scarichi di fondo, vengono convogliate in un vallone che solca la costa montana, e portate nel fiume immediatamente a valle dell'edificio della Centrale. Dato l'impeto che tale massa d'acqua acquista per la forte pendenza, furono necessari appositi provvedimenti per proteggere i muraglioni di sostegno degli edifici della Centrale dall'azione erosiva.

In un angolo morto del bacino, presso il casotto di manovra, è collocato un tubo contenente il galleggiante dell'idrometrografo installato in Centrale.

Le camere di carico sono protette da una griglia inclinata che si sviluppa su di una lunghezza di m 7. Esse sono praticate sul fianco del bacino in direzione ad esso perpendicolare e sono in numero di 3. Per la presa sono disposte tre paratoie in ferro manovrabili a mano con apposito meccanismo.

Sopra le camere di carico è costruito il piccolo edificio di abitazione del guardiano idraulico.

13. - Tubazioni forzate.

La condotta forzata (Fig. 22) si svolge su una costa rocciosa e dirupata che, se ha offerto notevoli difficoltà di posa, ha reso veramente minima la lunghezza delle tubazioni.

Il livello di scarico è a quota 522 sul livello del mare, cosicché il salto utilizzato risulta di m 189,80.

All'uscita delle camere di carico le tubazioni portano un tubo di rientrata d'aria.

La presa dell'acqua nella camera di carico viene effettuata mediante un tubo orizzontale in lamiera, del diametro m 1,25 annegato nel calcestruzzo; l'asse del tubo di presa è a quota 704,40.

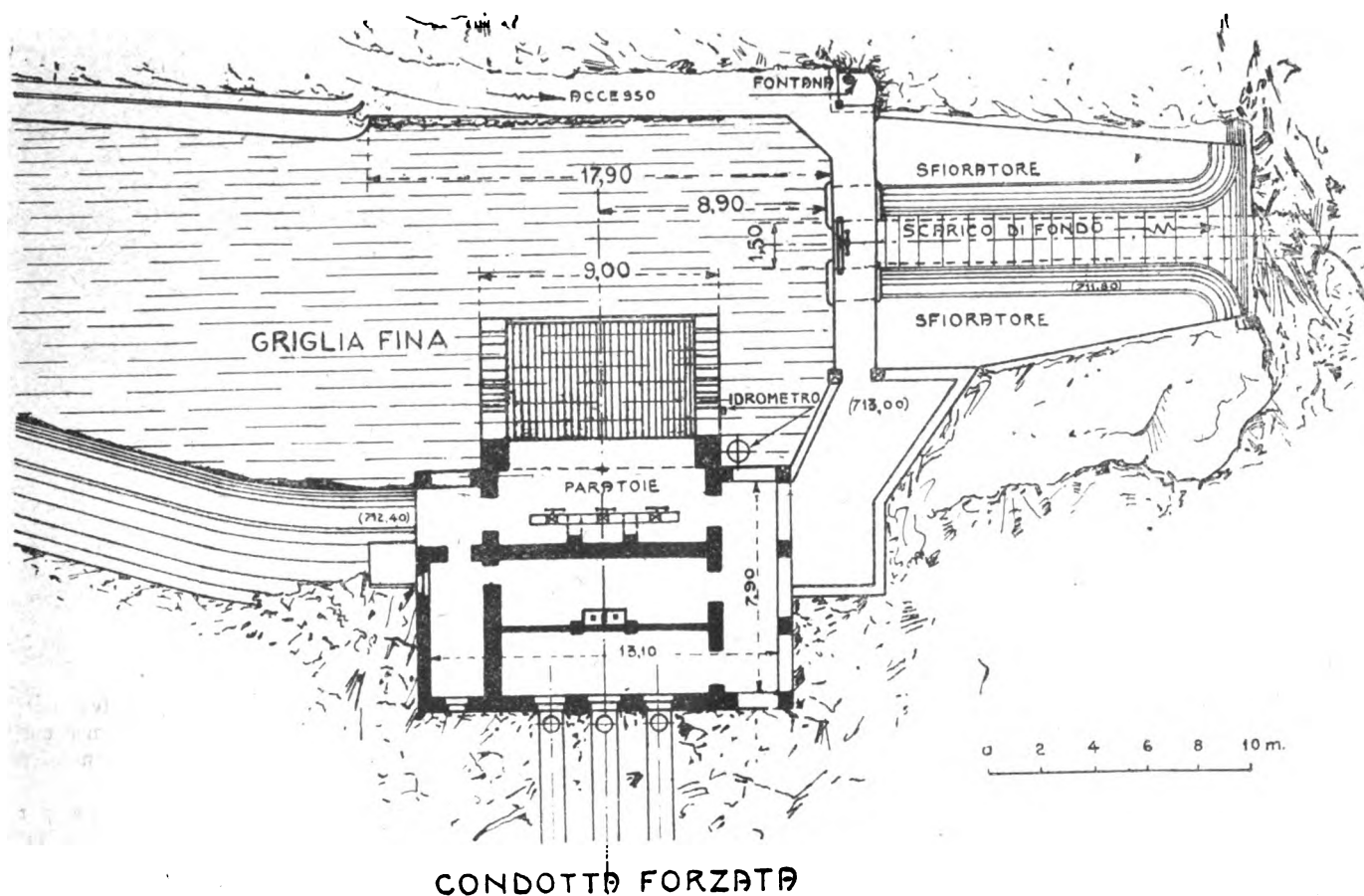


Fig. 19. — Planimetria del bacino di carico dello sfioratore.

La Fig. 23 dà il profilo e tutte le principali caratteristiche delle condotte. Come si vede, con una lunghezza complessiva di m 233,50 esse coprono un dislivello di m 178,40 (rapporto=1,31). Le condotte,

Il tubo è lungo m 6 e immette, non direttamente nella tubazione forzata, ma in una camera di lamiera nella quale si innesta verticalmente la tubazione forzata. L'imbocco di questa è munita di una

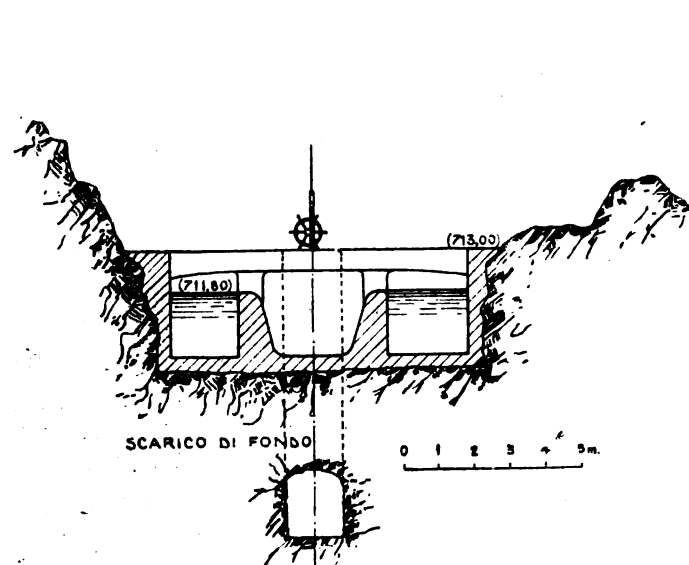


Fig. 20. — Sezione attraverso lo sfioratore.

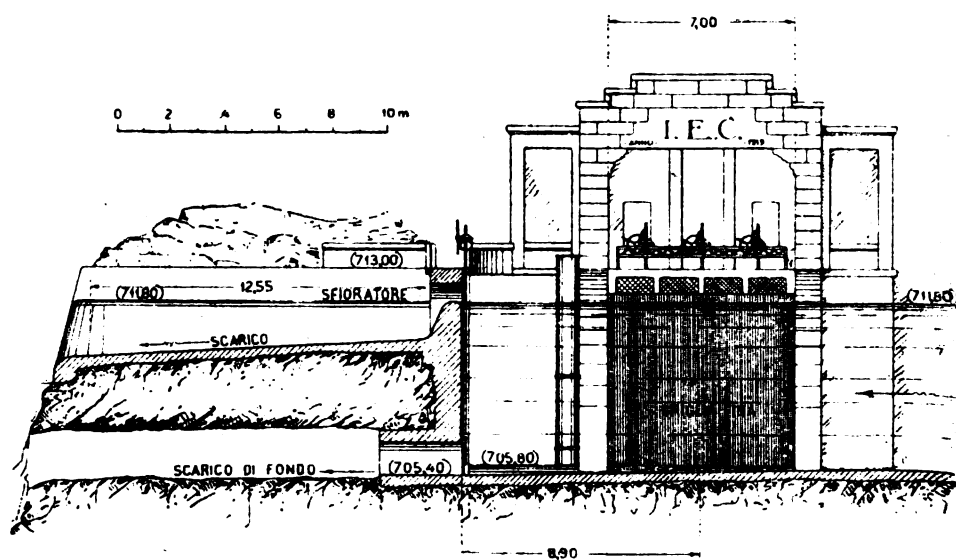


Fig. 21. — Sezione longitudinale dello sfioratore e dello scarico di fondo.

fornite dalla «Tubi Togni» sono tre, in lamiera chiodata, del diametro interno costante di 1 m, e di spessore variabile da 6 a 18 mm.

La velocità massima dell'acqua nei tubi, corrispondentemente alla portata massima di m³ 10, arriva al valore di m 4,20 al secondo; vi corrisponde una perdita di carico nelle tubazioni di m 0,50.

valvola automatica speciale destinata a chiudersi quando la velocità dell'acqua superi un certo valore. Come si vede dalla figura 24, la valvola, a sede piana, è costituita essenzialmente da un piatto di lamiera orizzontale manovrabile da un'asta di comando la quale è mobile in un tubo piezometrico.

La valvola sarebbe sollecitata a muoversi da una pressione corrispondente alla perdita di carico relativa alla velocità assunta dall'acqua, ma è tenuta aperta dall'azione di due contrappesi registrabili appesi a delle funi che, agendo su due pulegge, azionano due settori dentati che ingranano coll'asta, pure dentata, della valvola. È chiaro che, se la velocità dell'acqua nella tubazione aumenta, aumenta pure, col quadrato di essa lo sforzo che tende a chiudere la valvola, la quale pertanto si chiuderà non appena la velocità abbia raggiunto un certo valore che è determinato dal valore dei pesi attaccati alle funi di comando.

Per evitare che la valvola vada a battere contro la sede con eccessiva violenza, si è disposto un apposito freno a stantuffo che rallenta il movimento dell'asta.

Dopo avvenuta la chiusura della valvola automatica e conseguentemente lo svuotamento della tubazione, occorrerebbe uno sforzo non indifferente per riaprire la valvola stessa; si è quindi provveduto a rendere possibile di effettuare il riempimento della tubazione senza sollevare la valvola; serve a questo scopo un apposito by-pass che collega il tubo piezometrico in cui si trova l'asta di comando della valvola, col tubo di presa d'aria delle tubazioni. Aprendo il by-pass, dopo avere naturalmente sollevato la paratoia di presa, l'acqua, attraverso il by-pass stesso e il tubo d'aria, penetra nella tubazione che può così venire riempita. In tal modo però, nella parte superiore della tubazione, fra la valvola e la presa del tubo d'aria della tubazione, si formerebbe una camera d'aria in pressione; per evitare tale inconveniente si è disposto, come è indicato nella figura, un piccolo tubo di presa d'aria ausiliario, che permette di effettuare il completo riempimento della tubazione.

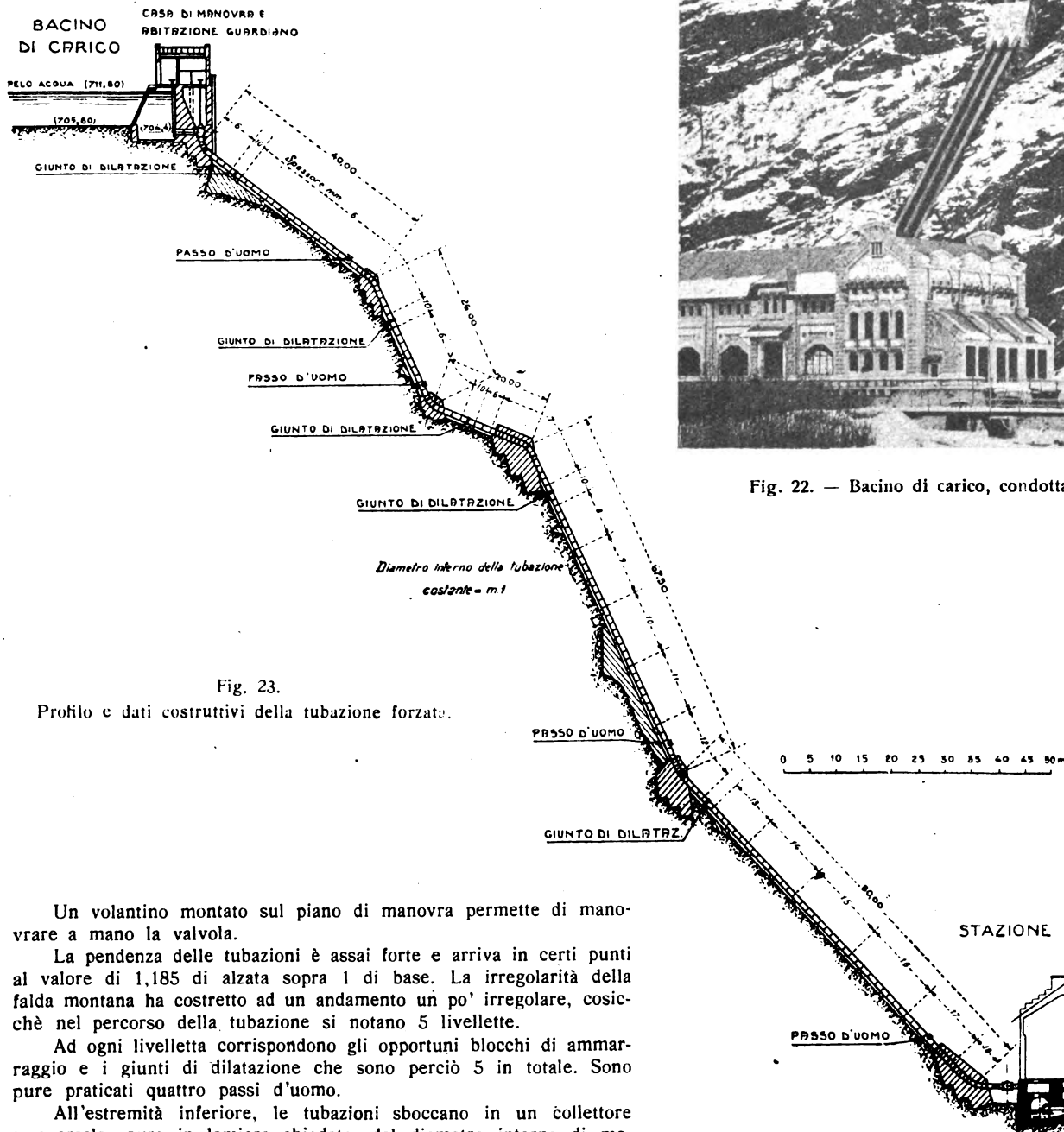


Fig. 23.

Profilo e dati costruttivi della tubazione forzata.

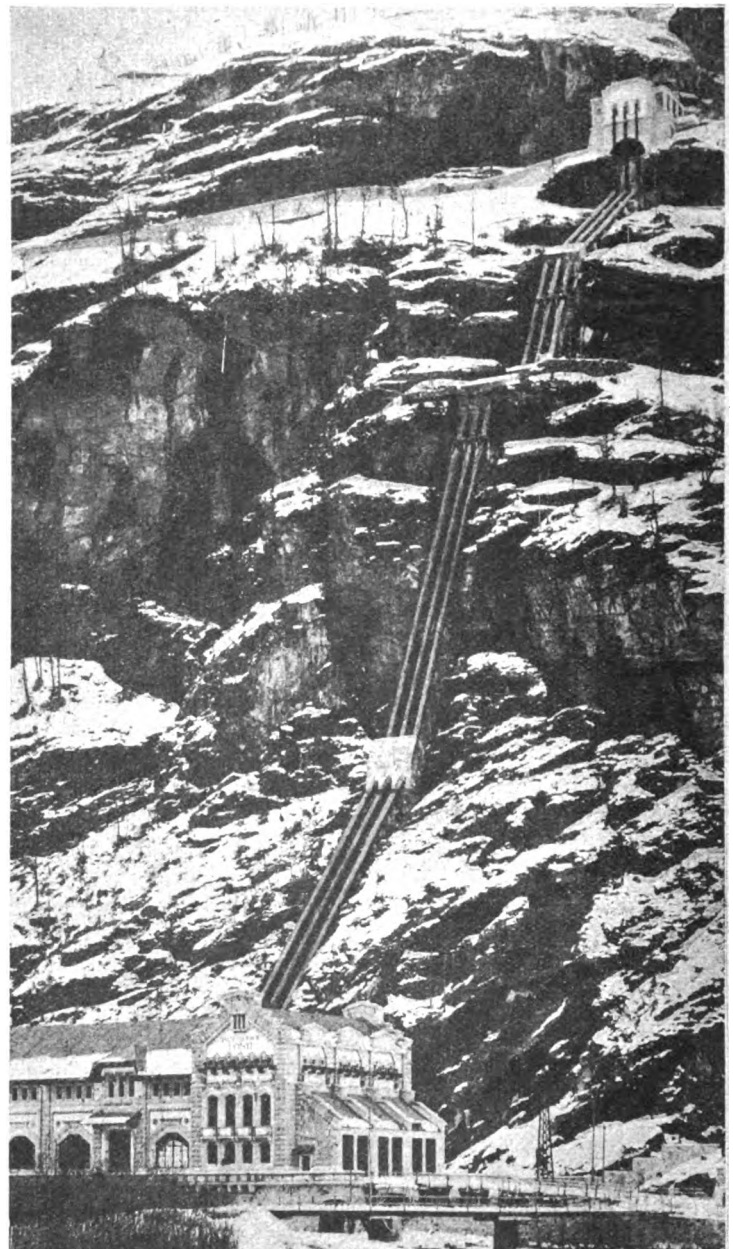


Fig. 22. — Bacino di carico, condotta forzata e centrale.

Un volantino montato sul piano di manovra permette di manovrare a mano la valvola.

La pendenza delle tubazioni è assai forte e arriva in certi punti al valore di 1,185 di alzata sopra 1 di base. La irregolarità della falda montana ha costretto ad un andamento un po' irregolare, cosicché nel percorso della tubazione si notano 5 livellette.

Ad ogni livelletta corrispondono gli opportuni blocchi di ammaraggio e i giunti di dilatazione che sono perciò 5 in totale. Sono pure praticati quattro passi d'uomo.

All'estremità inferiore, le tubazioni sboccano in un collettore trasversale, pure in lamiera chiodata, del diametro interno di metri 1,250 e dello spessore di mm 25. L'imbocco delle tubazioni nel collettore è protetto da saracinesche. Le sue estremità sono diret-

Siccome i trasformatori sono connessi a triangolo-stella, si è provveduto a una protezione con relais differenziale per ogni trasformatore monofase.

Relais di massima sono usati per le linee d'uscita, e anche sugli interruttori delle sbarre a bassa tensione ma con un lungo ritardo per agire solo nel caso che non funzionino i relais differenziali.

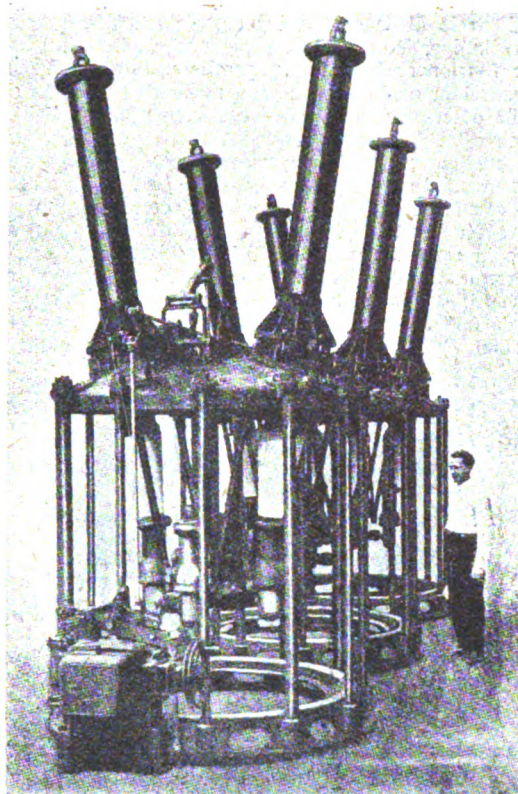


Fig. 2.

Relais di ritorno sono usati sui generatori, come ausiliari ai relais differenziali. Per la protezione contro sopraelevamento di tensione vi è un relais azionato da un trasformatore di tensione sul montante della macchina e incaricato d'introdurre una resistenza nel campo dell'eccitatrice. Un relais agisce invece in caso di abbassamento della tensione in causa di un grave corto circuito; esso esclude il relais che comanda la regolazione della macchina impedendo che esso agisca nel senso di aumentare l'eccitazione.

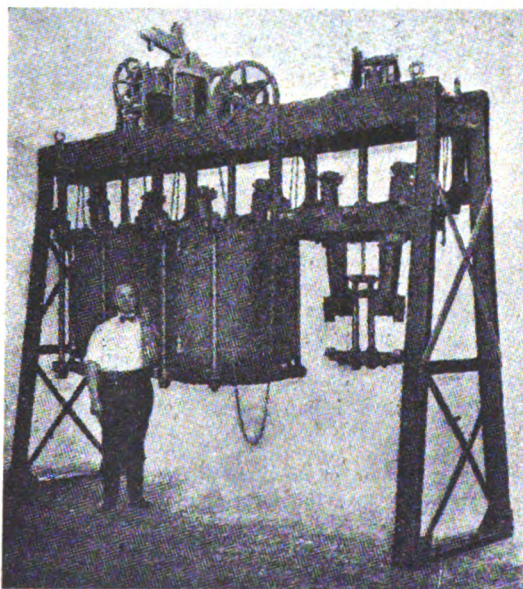


Fig. 3.

Non sono montati relais di massima sui generatori. In loro sostituzione si è provveduto a una accurata indicazione della temperatura degli avvolgimenti mediante 24 termocoppie in ogni macchina e connesse a strumenti indicatori e registratori che si trovano sia sul quadro principale, sia sul basamento della macchina stessa.

Il quadro di manovra non ha ancora raggiunto la sua sistemazione definitiva.

R. S. N.

* *

ELETTROTECNICA GENERALE.

W. BEETZ — Le proprietà dei variatori ed il loro impiego in laboratorio. (E. T. Z., N. 26 del 29 giugno 1922, pag. 881).

L'A. intende col nome di Variatori le resistenze costituite da sottili fili di ferro avvolti a spirale e racchiusi a guisa dei filamenti delle lampade ad incandescenza, entro ampolle di vetro munite di attacco Edison. A smaltire rapidamente per convenzione il calore e ad evitare nel tempo stesso fenomeni di ossidazione, le ampolle sono riempite di gas inerte (di solito idrogeno alla pressione di $1/10$ di atmosfera). Il comportamento di siffatti complessi è chiaramente rias-

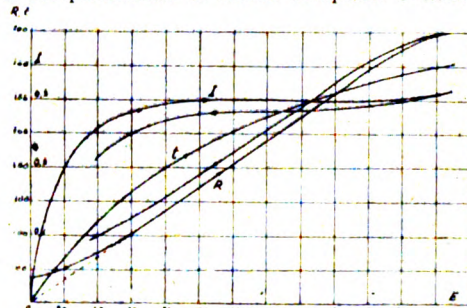


Fig. 1.

sunto nel diagramma in fig. 1. Esso si riferisce ad un variatore per 0.3 Amp e 85-225 Volt; in ascisse sono riportate le d. d. p. agli estremi del variatore stesso (E in volt), ed in ordinate la resistenza del filamento (R in ohm), la sua temperatura centigrada (t) e la intensità di corrente (I in Amp). Dal semplice esame del diagramma appare che in un ampio intervallo ($\sim$ da 85 a 225 volt) la resistenza, per l'effetto combinato dell'aumento della temperatura da una parte, e della variabilità del coefficiente di temperatura dall'altra (esso aumenta rapidamente col crescere della temperatura stessa: a 100° è 0.0048 e raggiunge il valore 0.018 a 800°), cresce all'incirca proporzionalmente alla tensione; per cui nell'intervallo stesso (intervallo di regime) la intensità di corrente si mantiene con grandissima approssimazione costante (≈ 0.3 amp) al variare della tensione applicata. E' questa appunto la caratteristica essenziale dei variatori. Se la variazione di tensione non è graduale, ma brusca, si ha naturalmente un fenomeno transitorio all'inizio del quale la corrente assume il valore che scaturisce dal rapporto della nuova tensione e della resistenza che il filamento aveva allo stato di regime precedente: in un tempo più o meno lungo a seconda delle caratteristiche del variatore (possibilità di dispersione del calore) la corrente raggiunge poi asintoticamente il valore che aveva nello stato di regime precedente stesso; ciò ben inteso, se la variazione brusca avviene entro l'intervallo di regime. Il fenomeno appare evidente dagli oscillo-

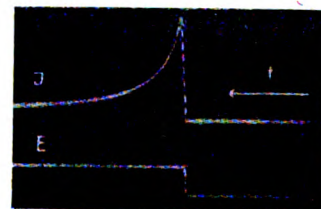


Fig. 2.

grammi: quello riportato in fig. 2 si riferisce al variatore già considerato e ad un brusco aumento della tensione da 80 a 110 volt; la durata del fenomeno transitorio è risultata di circa un secondo. Tale durata può naturalmente, se ciò interessa, essere abbreviata in primo luogo usando variatori con fili assai sottili e quindi di piccola capacità termica (sotto questo punto di vista è anzi preferibile, nel caso in cui si usino correnti di notevole intensità, disporre più variatori in parallelo anziché usare un solo variatore di grandi dimensioni) ed in secondo luogo aiutando dall'esterno con riscaldamento o refrigerazione dell'ampolla, il raggiungimento dell'equilibrio termico.

L'A. esamina poi il comportamento dei variatori sotto tensioni alternative. Premesso che la induttanza delle spirali dei variatori è sempre piccolissima (da 10^{-7} a 10^{-5} H) e tale da non provocare di per sé uno spostamento apprezzabile della curva di corrente rispetto a quella di tensione, i fenomeni di natura essenzialmente termica già descritti, alterano in generale in via assoluta la forma della curva di corrente: e tali alterazioni sono evidentemente tanto più sensibili quanto minore è la frequenza: per le frequenze industriali anche più basse (16~) gli oscillogrammi non rivelano però deformazioni apprezzabili; e ciò si spiega facilmente se si tiene presente che per il fenomeno di inerzia termica, a frequenze non piccolissime, il filamento del variatore assume una temperatura sensibilmente costante e si comporta quindi come una resistenza praticamente invariabile. Per rilevare distorsioni apprezzabili nella curva di corrente occorre scendere a frequenze di qualche periodo al secondo (3-4~). Se in tal caso, il valor massimo della tensione alternativa resta al di sotto del

limite inferiore dell'intervallo di regime, si ha uno spostamento in ritardo del valor massimo della corrente rispetto a quello della tensione (fig. 3) ⁽¹⁾; se invece il valor massimo della tensione cade entro i limiti dell'intervallo di regime, alla deformazione precedente

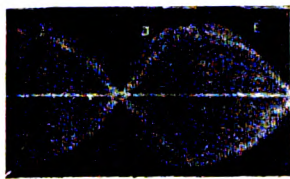


Fig. 3.

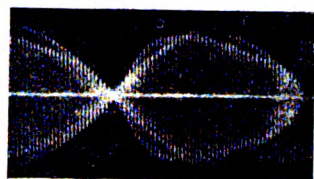


Fig. 4.

si aggiunge anche un apiattimento della curva di corrente (fig. 4) il che si spiega facilmente se si tien presente la caratteristica E-I (fig. 1).

L'uso dei variatori in laboratorio si estende a tutti quei casi in cui si richieda una corrente od una tensione sensibilmente costanti indipendentemente dalle eventuali variazioni di tensione della rete cui si attinge l'energia: col dispositivo schematizzato in fig. 5, mentre la tensione di rete, E_r , aveva delle oscillazioni del 5%, le oscillazioni della tensione E_2 non raggiungevano l'1%.

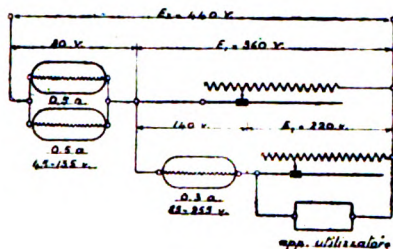


Fig. 5.

Essi possono inoltre essere utilmente impiegati nella carica di accumulatori, sol che si scelga opportunamente il variatore in guisa che le differenze tra la tensione di rete e quelle della batteria al principio ed alla fine della carica, cadano entro i limiti di regime.

L'A. esamina infine il comportamento dei variatori in serie e sconsiglia una tale disposizione: non si deve invero dimenticare che, anche se i due variatori sono nominalmente eguali, le loro caratteristiche E-I differiscono sempre; ond'è che, raggiunti il regime di corrente per quello con caratteristica più bassa, l'altro si comporta perfettamente come una comune resistenza zavorra senza alcuna peculiare proprietà.

* *

GENERATORI ELETTRICI.

BARNES e BOWNESS — I generatori da 45 000 kVA dell'impianto di Queenston. (Jour. of Am. Inst. of Elec. Eng., giugno 1922, pag. 459 - The Electric Journal, agosto 1922, pag. 320).

Nonostante la loro grandissima potenza questi alternatori non si distaccano notevolmente dal tipo costruttivo ordinario, se non per poche caratteristiche di installazione.

Gli alternatori sono ad asse verticale, a induttore mobile e indotto fisso, hanno due supporti di guida ed un supporto portante. Un basamento anulare sorregge la carcassa dello stator e porta il sostegno del supporto di guida inferiore. Il supporto di spinta è superiore ed è sostenuto da un'armatura poggiante sulla carcassa dello stator; esso sostiene il rotor e la turbina. L'eccitatrice è coassiale e montata superiormente all'alternatore.

La corrente viene prodotta a 25 periodi e a 12 000 V. il numero di giri è di 187 e mezzo per minuto; a pieno carico gli alternatori sviluppano 45 000 kVA con fattore di potenza 0,80. La temperatura dell'armatura non supera i 65° il rendimento totale non è minore del 97,75 % a fattore di potenza 1. L'eccitatrice hanno una potenza di 150 kW e funzionano a 250 V. L'incastellatura dello stator è divisa verticalmente in tre parti per ragioni di fonderia e di trasporto; essa ha un diametro di m 7,45 ed una altezza di m 3,05 e pesa più di 90 tonnellate.

Per evitare di dover praticare giunzioni nella parte laminata, essa non si è divisa in sezioni e si è provveduto a montarla in posto.

Nel progettare gli avvolgimenti dell'armatura, si ebbero presenti i seguenti scopi: ottenere una onda di tensione praticamente incapace di interferire colle vicine linee telefoniche; avere sezioni di rame capaci di sopportare la corrente di carico, ma tali da non provocare eccessive perdite per correnti parassite; realizzare un isolamento di alta rigidità dielettrica anche ad alte temperature; fis-

sare le bobine in modo che fossero capaci di resistere agli enormi sforzi che deriverebbero da eventuali corti circuiti.

Per realizzare una onda di tensione di forma voluta, è necessario moltiplicare quanto più è possibile il numero dei canali d'indotto. Non potendosi qui raggiungere il numero di canali desiderato, si arrivò allo stesso risultato stabilendo per ogni polo un numero di canali non

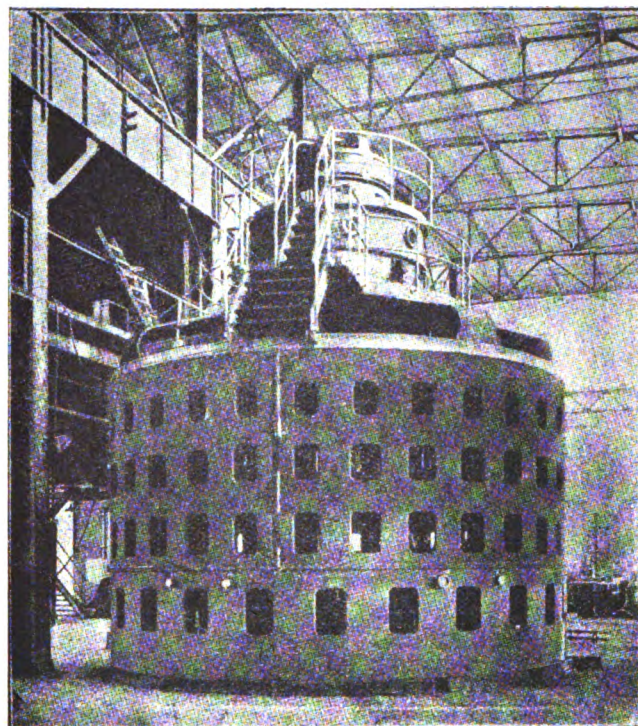


Fig. 1.

intero: si stabilirono cioè 19 canali e mezzo per ogni polo. Nella figura 2 è indicata tale disposizione; in figura sono rappresentati due poli, uno sotto l'altro anziché affiancati; siccome i canali nei successivi poli in serie, risultano spostati di mezzo passo dei canali,

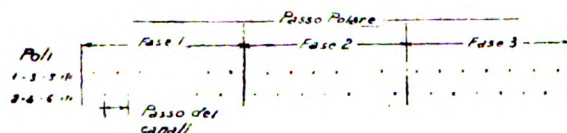


Fig. 2. — Distribuzione degli avvolgimenti di armatura.

da un polo all'altro, l'effetto sull'onda di tensione prodotta è equivalente a quello che si sarebbe ottenuto con un numero doppio di canali.

Per evitare le correnti parassite, la sezione di rame di ogni fase fu divisa in quattro circuiti in parallelo e ogni circuito fu suddiviso come è rappresentato in figura 3. Ogni canale contiene due

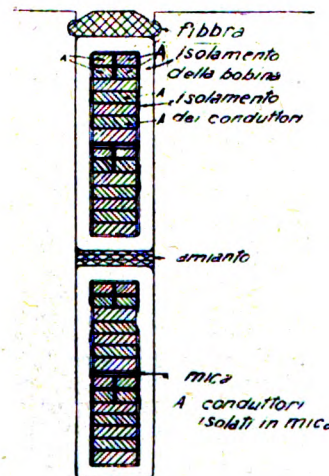


Fig. 3. — Sezione di un canale di armatura.

⁽¹⁾ Gli oscillogrammi riportati in fig. 3 e 4 si riferiscono a frequenze di 1,5 per. sec. ottenute per interferenza tra due macchine marcianti alla "velocità poco" diversa; in essi quindi è l'involuppo delle singole curve delle ampiezze, che tiene il posto delle solite curve continue di tensione e di corrente.

lati di bobina ciascuno di due giri; ogni giro è a sua volta composto da nove conduttori in parallelo. Ogni giro è diviso in sette strati in considerazione degli effetti di autoinduzione. I due strati verso l'intraferro, sono divisi a loro volta in senso longitudinale entro il canale. L'avvolgimento è affondato nel canale più dell'usato. Queste

due ultime disposizioni servono a diminuire l'effetto della variazione dell'intraferro in rispondenza al canale.

Ciascun conduttore segnato *A* sulla fig. 3 è interamente isolato in mica per assicurare un isolamento permanente fra i diversi strati.

I diversi giri sono fra loro isolati pure in mica. I lati delle bobine destinati a essere collocati nei canali vennero prima verniciati in bakelite e pressati poi in una pressa a caldo.

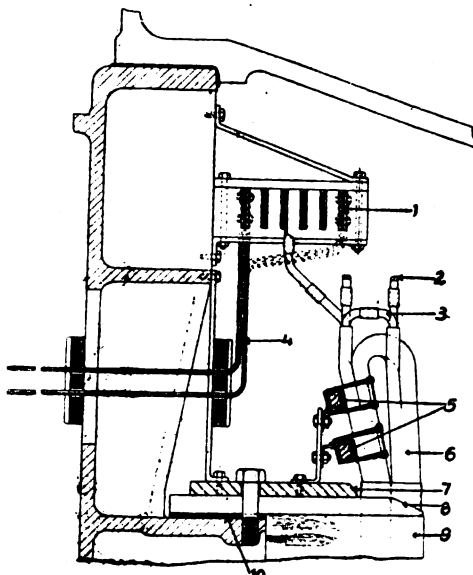


Fig. 4. — Disposizione delle connessioni fra le bobine dello stator.

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| 1. Anelli di collegamento delle fasi | 9. Lamierini dell'armatura |
| 2. Connessioni dei poli | 7. Flangia dell'armatura |
| 3. Connessioni di gruppi | 8. Lamiera di fissaggio |
| 4. Conduttori terminali | 6. Bobina dello stator |
| 5. Anelli di fissaggio | 10. Spessore smontabile. |

I lati delle bobine sono isolati in micarta, la quale veniva applicata a mano; successivamente la bobina veniva compressa a mezzo di appositi ferri riscaldati elettricamente e ruotanti, in modo da dare una uniforme compattezza al rivestimento. Le testate sporgenti sono isolate in mica rivestita in un isolante tessile verniciato.

L'isolamento può resistere a una prova con 30 000 V verso terra fra le fasi, per un minuto; esso può sopportare una temperatura di 150°.

Le estremità sporgenti delle bobine superiormente e inferiormente sono tenute insieme da piccoli distanziatori in legno, e tutto l'avvolgimento è sostenuto ad entrambe le estremità da due completi anelli d'acciaio riportati sull'incastellatura e che servono a prevenire gli effetti di distorsione provenienti da eventuali corti circuiti. Gli avvolgimenti sono assicurati da legatura di corda impregnata; questo sistema ha il vantaggio di permettere una certa elasticità per le dilatazioni dovute ai riscaldamenti. Gli anelli d'acciaio di sostegno sono rivestiti non solo a scopo di isolamento ma anche per proteggere meccanicamente le bobine.

Le connessioni di fase sono effettuate mediante sbarre ad anello fissate all'incastellatura: il collegamento fra le bobine ed il rispettivo anello è fatto con connessioni flessibili e smontabili. Questo dispositivo facilita assai la pulitura e lo smontaggio delle bobine da riparare.

L'aria di ventilazione arriva alla macchina dal basso e può essere presa dall'esterno o dalla stessa sala macchine; l'aria calda espulsa dal generatore può venire evacuata da apposito condotto o essere distribuita in diversi punti della centrale. Dato il grande volume d'aria necessario (circa 3400 m³ al minuto) si dovettero prendere speciali precauzioni nella costruzione dell'alternatore ed anche dell'edificio stesso della Centrale.

Per aumentare l'effetto di volano, non potendosi aumentare oltre un certo limite lo spessore del rotor, si disposero due anelli speciali di volano. Il rotor è fatto da cinque anelli o pacchi di lamiere coassiali sovrapposti: superiormente ed inferiormente furono aggiunti altri due anelli dello stesso diametro e adempienti la funzione di volano. La parte mobile è così costituita da sette ruote sovrapposte, fra le quali sono disposti appositi canali di ventilazione.

Le bobine di campo sono formate con un nastro di rame lungo m 346 per ciascuna bobina e pesante circa 1200 kg.

I diversi giri sono isolati con amianto e gomma lacca; invece l'isolamento contro la carcassa è ottenuto con mica, asbesto e bakelite. Le bobine così completamente rivestite vennero essicate al forno per consolidare l'isolamento. Grosse ranelle isolanti collocate alla base delle bobine e sopra di esse, le proteggono dal ferro del polo: in figura 9 è rappresentato un polo, una bobina e una ranella isolante.

I poli sono fatti con lamierini da un ottavo di pollice chiodati fra due lastre di acciaio, ed hanno tre intagli a coda di rondine. Un polo completo col suo avvolgimento pesa 5 tonnellate.

L'effetto di volano del rotore è complessivamente equivalente a quello di circa 100 000 kg e un metro di raggio medio. L'albero ha il diametro di 765 mm nei supporti.

Il supporto di spinta è del tipo sostenuto da molle; si ottiene in tal modo una flessibilità di adattamento che evita l'eventuale pe-

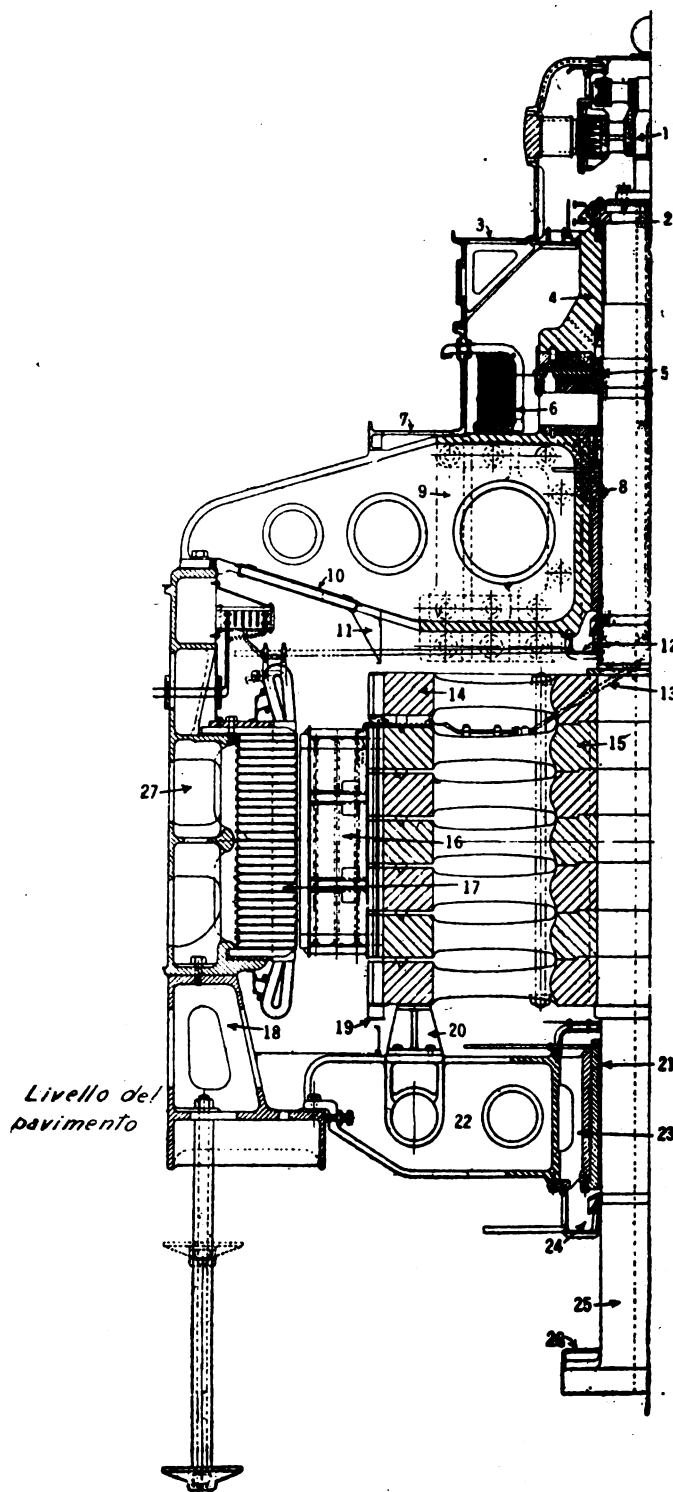


Fig. 5. — Sezione d'insieme di un'unità.

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Eccitatrice | 15. Anelli del rotor |
| 2. Anelli del collettore | 16. Espansione polare |
| 3. Piattaforma superiore | 17. Armatura dello stator |
| 4. Collare di sostegno | 18. Anello di base |
| 5. Molle del supporto | 19. Ventilatori |
| 6. Raffreddamento ad acqua | 20. Sostegno del rotor |
| 7. Piattaforma inferiore | 21. Supporto inferiore di guida |
| 8. Supporto di guida superiore | 22. Sostegno del supporto inferiore |
| 9. Sostegno del supporto di guida | 23. Appostamento del supporto |
| 10. Copertura | 24. Raccogliore d'olio |
| 11. Deviatore d'aria | 25. Albero |
| 12. Raccogliore d'olio | 26. Rivestimento del gomito |
| 13. Cavi del collettore | 27. Carcassa dello statore. |
| 14. Anelli di volano | |

ricoloso verificarsi di forti pressioni localizzate; è assicurata una circolazione d'olio che viene a sua volta raffreddato con circolazione d'acqua. L'incastellatura di sostegno del supporto di spinta è in due pezzi di acciaio fuso, e venne provata ad uno sforzo di oltre 1000 tonnellate, doppio circa del normale.

Sull'incastellatura generale sono disposte due piattaforme, la in-

feriore per l'ispezione del supporto di spinta e la superiore per la ispezione dell'eccitatrice.

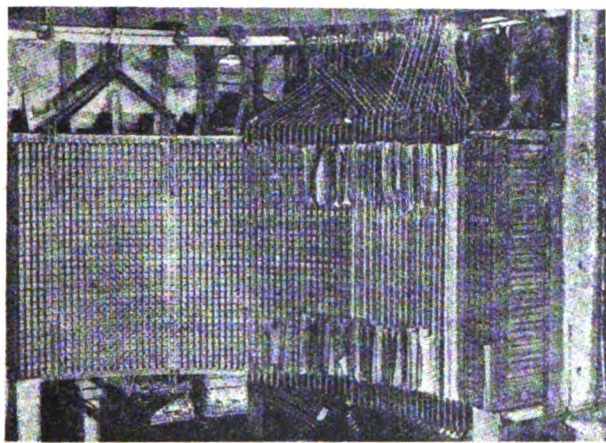


Fig. 6. — Una delle sezioni dell'armatura parzialmente avvolta.

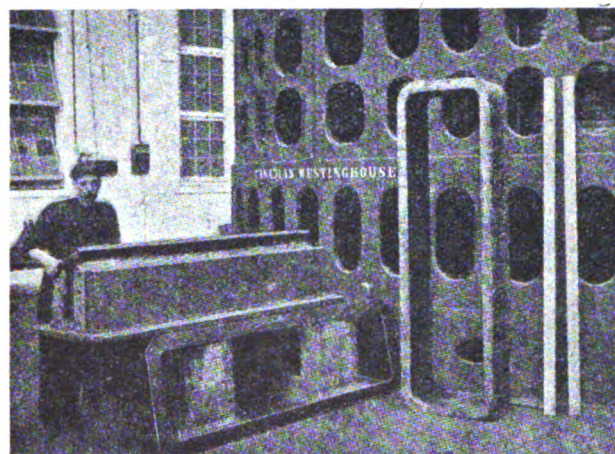


Fig. 9. — Un polo del campo e la sua bobina.

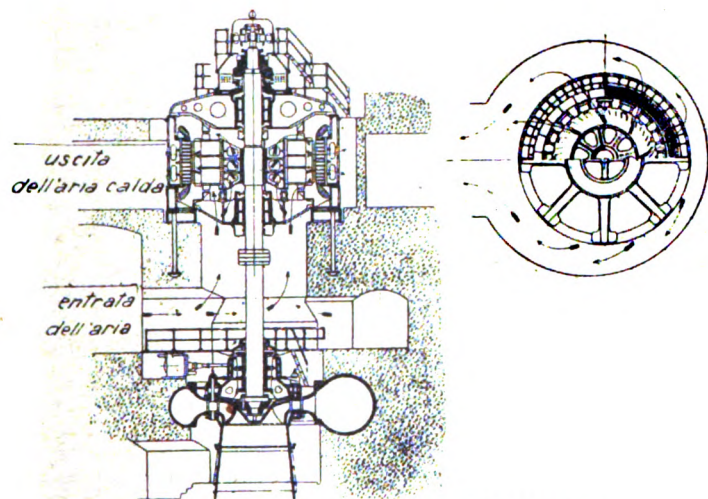


Fig. 7. — Sistema di ventilazione dell'alternatore.

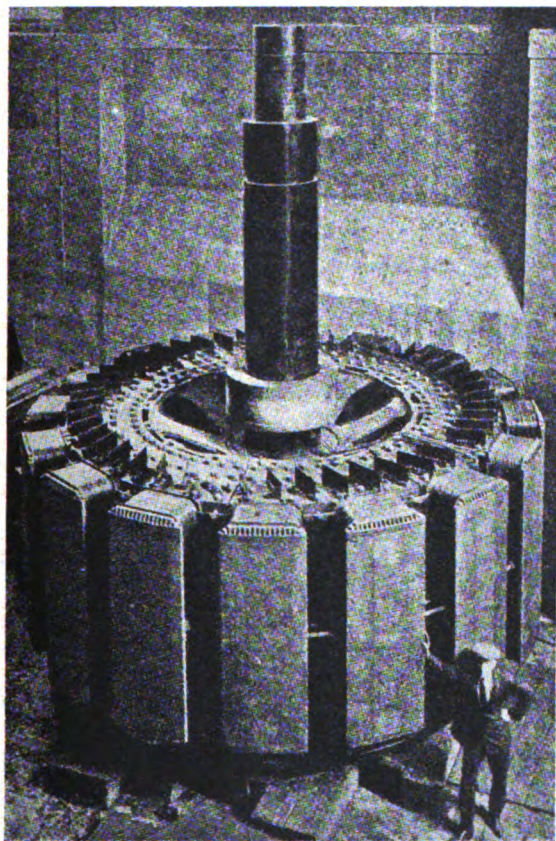


Fig. 8. — Il rotore.

L'eccitatrice è provvista di eccitazione in derivazione, ed ha 8 poli principali ed 8 poli ausiliari. Essa è munita di regolazione

per la tensione che permette di regolare il campo dell'alternatore senza ricorrere al reostato di campo dell'alternatore stesso.

Riassumendo i dati generali dell'alternatore sono i seguenti :

Diametro esterno dell'incastellatura	m	7,46
Altezza totale sull'anello di base	m	8,60
Peso totale dello stator cogli avvolgimenti	ton	178
Peso dell'anello di base	ton	37,800
Lunghezza dell'albero	m	9,14
Peso dell'albero	ton	40,700
Peso dell'incastellatura del supporto superiore	ton	50,500
Peso dell'incastellatura del supporto inferiore	ton	12
Diametro del rapporto di spinta	m	1,75
Carico del supporto di spinta	ton	508
Peso di un polo coll'avvolgimento	ton	5
Peso del rotore (7 anelli)	ton	193
Peso totale del rotore	ton	315
Peso totale dell'alternatore	ton	635
Numero dei lamierini impiegati per il rotore	num	110.000

R. S. N.

* *

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

H. E. EISENMENGER — **Equazioni semplici per le proprietà dell'e lampade.** (J. Am. I. E. E., dicembre 1921, pag. 905).

L'Autore ricava alcune relazioni fra la tensione v , l'intensità luminosa in candele c , i watt complessivamente richiesti w , i watt per candela k , la resistenza r , e la corrente i , di una lampada.

Il problema fondamentale che si è proposto di risolvere colle sue equazioni empiriche è il seguente: data una lampada che alla tensione v , col consumo unitario k_1 , ha l'intensità luminosa c_1 , determinare a che tensione v_2 la lampada darebbe una intensità c_2 , e a che tensione v_2 deve funzionare per avere un consumo unitario k_2 .

Il Merrill aveva dato le seguenti relazioni:

$$\frac{k_1}{k_2} = \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^g \quad \text{e} \quad \frac{c_1}{c_2} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^m$$

dove g ed m erano costanti.

Ma queste formule non erano molto soddisfacenti. Esse furono migliorate rendendo i coefficienti g ed m funzioni variabili con il consumo unitario: ma era allora necessario disporre delle tavole dei valori calcolati per g e per m .

L'Autore proponendosi di stabilire nuove formule di facile uso, non ha creduto necessario richiedere un'esattezza eccessiva limitandosi a procurare che gli errori rimanessero compresi fra $\pm 0,5\%$, quando il consumo unitario varia fra 0,70 e 1,30 W per candela. Le lampade prese in istudio erano lampade al tungsteno cosicchè i limiti di consumo unitario suddetti comprendono tutti i valori normali.

La curva rappresentatrice della relazione fra la tensione e il consumo unitario di una lampada è assimilabile ad una parabola che per maggior approssimazione si è considerato essere non equilatera ma di ordine n . L'equazione di essa assume la forma:

$$\left(\frac{v}{v_0} - a \right) (k - b)^n = K \quad (1)$$

e contiene, come si vede, quattro costanti.

Scrivendo la (1) per due punti I e II della curva e facendo il rapporto delle due espressioni si ottiene l'equazione seguente in cui non ricorre più il valore v_0 :

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\frac{1}{(k_1 - b)^n} + \frac{a}{K}}{\frac{1}{(k_2 - b)^n} + \frac{a}{K}} \quad (2)$$

Le costanti a , b , K , n che entrano nella (2) possono essere de-

terminate scrivendo l'equazione per 4 punti della curva. Si arriva in tal modo alla formula:

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{k_1 - 0,170}{k_2 - 0,170} \right)^{0,424} \quad (3)$$

Se invece sono date le tensioni e si cerca il consumo unitario alla tensione v_2 , si ricaverà dalla (3):

$$k_2 = \left(e_1 - 0,170 \right) \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^{2,336} + 0,170 \quad (4)$$

Poichè le tensioni entrano nella (3) e nella (4) soltanto nel loro rapporto, è evidente che esse possono essere espresse indifferente-mente o come percentuale del valore normale v_0 , o anche più semplicemente in volt.

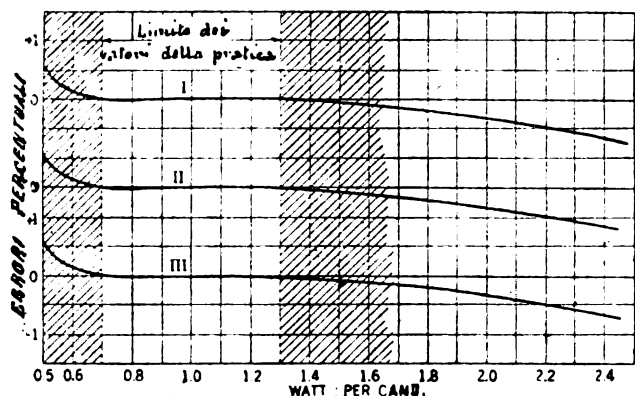


Fig. 1. — Curve degli errori relativi alla formula (3).

La fig. 1 mette in evidenza il grado di precisione della formula (3). La prima curva si riferisce al passaggio dal consumo unitario $k_1=0,71$ a qualunque altro consumo indicato dalle ascisse; le altre due curve si riferiscono analogamente ai consumi di 1,00 e di 1,31 W per candela. Come si vede le formule sono assai precise entro i limiti pratici di applicazione.

Sacrificando un poco sulla precisione si può anche arrivare ad una formula più semplice, che è la seguente:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k_1}{k_2} \frac{k_2 + 1}{k_1 + 1} \quad (5)$$

La (5) estremamente facile nel suo uso, dà risultati che non si scostano dai valori sperimentali più dell'1%.

Un poco più complesso è il problema relativo ai rapporti fra tensione e intensità luminosa.

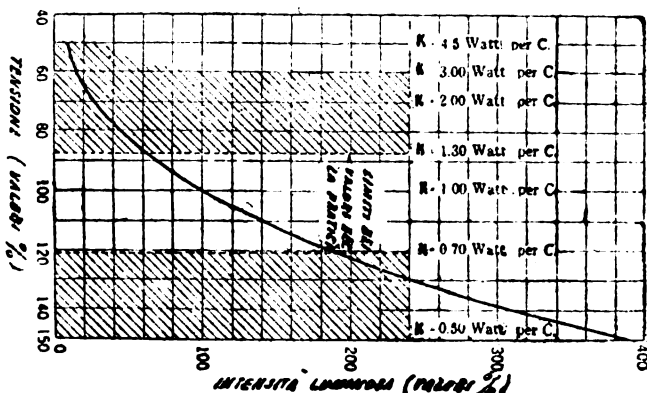


Fig. 2. — Curva sperimentale della relazione fra la tensione e l'intensità luminosa.

La fig. 2 rappresenta questa relazione. Le ordinate e le ascisse rappresentano non gli effettivi valori c e v ma i rapporti $\frac{c}{c_0}$ e $\frac{v}{v_0}$ dove c_0 e v_0 sono valori che corrispondono al funzionamento con un consumo unitario $k_0=1$ watt per candela, considerato come normale. La curva ricorda una parabola cui si può far corrispondere l'equazione generica.

$$\frac{1}{A} \frac{c}{c_0} = \left(\frac{v}{v_0} - a \right)^m + \frac{b}{A} \quad (6)$$

Occorre determinare le costanti contenute nella (6) e ciò si può fare scrivendo l'equazione per un corrispondente numero di punti della curva sperimentale. Inoltre è opportuno far scomparire i valori c_0 e v_0 e a questo si riesce con un artificio analogo a quello precedentemente usato. Si arriva ad una formula:

$$\frac{c_2}{c_1} = \left(\frac{v_2 - f(k_1)}{v_1 - f(k_1)} \right)^{2,334} \quad (7)$$

nella quale si ha

$$f(k_1) = 0,474 \frac{k_1 + 0,143}{k_1 + 1,812}$$

La (7) è troppo complicata per l'uso pratico. Ora tracciando la curva dei valori $f(k_1)$ in relazione a k_1 si vede che essa può essere assimilata, nei limiti di k_1 della pratica, ad una linea retta. Inoltre

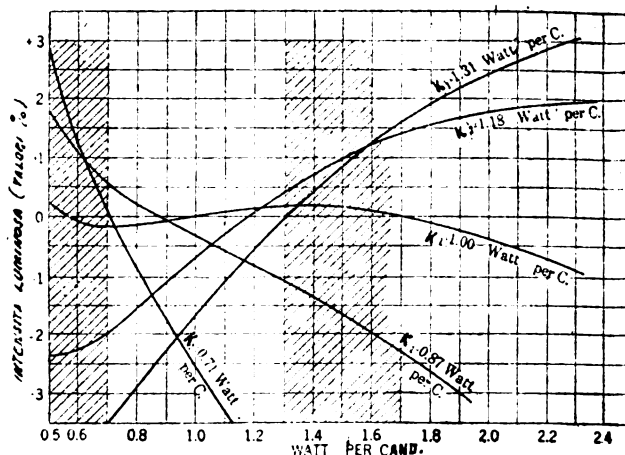


Fig. 3. — Curva degli errori della formula (8) quando si trascuri il termine in k_1 .

$f(k_1)$ è sempre piccolo rispetto alle quantità dalle quali va sottratto nella (7). La retta rappresentante $f(k_1)$ si riconosce avere la equazione: $Z=0,089+0,103 k_1$. Sostituendo nella (7) ed eseguendo le opportune riduzioni si arriva alla formula:

$$\frac{c_2}{c_1} = \left(\frac{v_2 - 0,190 + 0,1 k_1}{v_1 - 0,190 + 0,1 k_1} \right)^{2,834} \quad (8)$$

da cui per il problema inverso si ricaverebbe:

$$\frac{v_2}{v_1} = (0,810 - 0,1 k_1) \left(\frac{c_2}{c_1} \right)^{0,353} + (0,19 + 0,1 k_1) \quad (9)$$

La figura 3 mostra l'importanza del termine correttivo in k_1 tenuto nelle (8) e (9) ed è interessante confrontare le curve di figu-

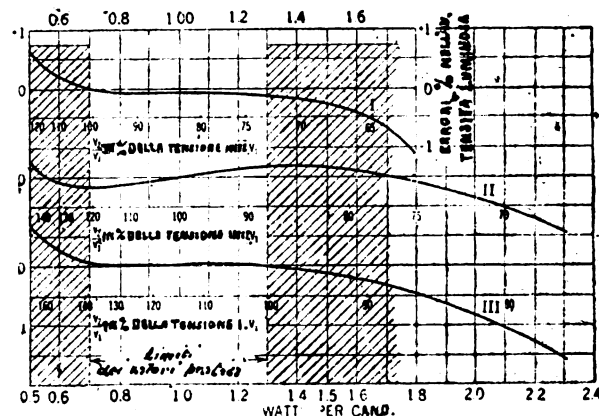


Fig. 4. — Curva degli errori della formula (8) tenendo conto del termine in k_1 .

ra 3 con quelle di figura 4 per riconoscere come il termine correttivo stesso raddrizzi la curva degli errori portandola a coincidere praticamente coll'asse delle ascisse, nei limiti di pratica applicazione.

L'Autore mette in evidenza come le formule (4), (5), (8), (9) da lui proposte sieno più precise e di più facile uso di quelle precedentemente proposte da altri autori.

*

IMPIANTI.

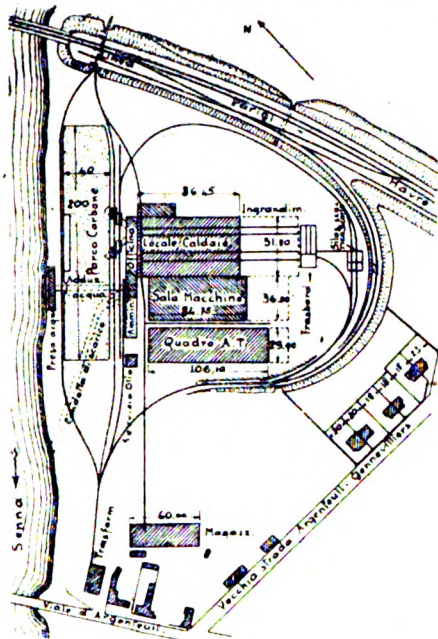
CH. DANTIN — La Centrale elettrica di Gennevilliers. (Génie Civil, 1 luglio 1922, pag. 1).

La Centrale di Gennevilliers è stata creata per sostituire le varie officine che fornivano l'energia elettrica a Parigi. Ha una potenza di 200 000 kW, ripartiti su cinque gruppi e, coll'aggiunta di altre tre unità, la cui installazione è stata prevista nella costruzione e nella disposizione degli edifici, la potenza della Centrale salirà a 320 000 kW. La disposizione generale dell'impianto appare dalla fig. 1; la figura 2 dà una sezione trasversale schematica dell'insieme.

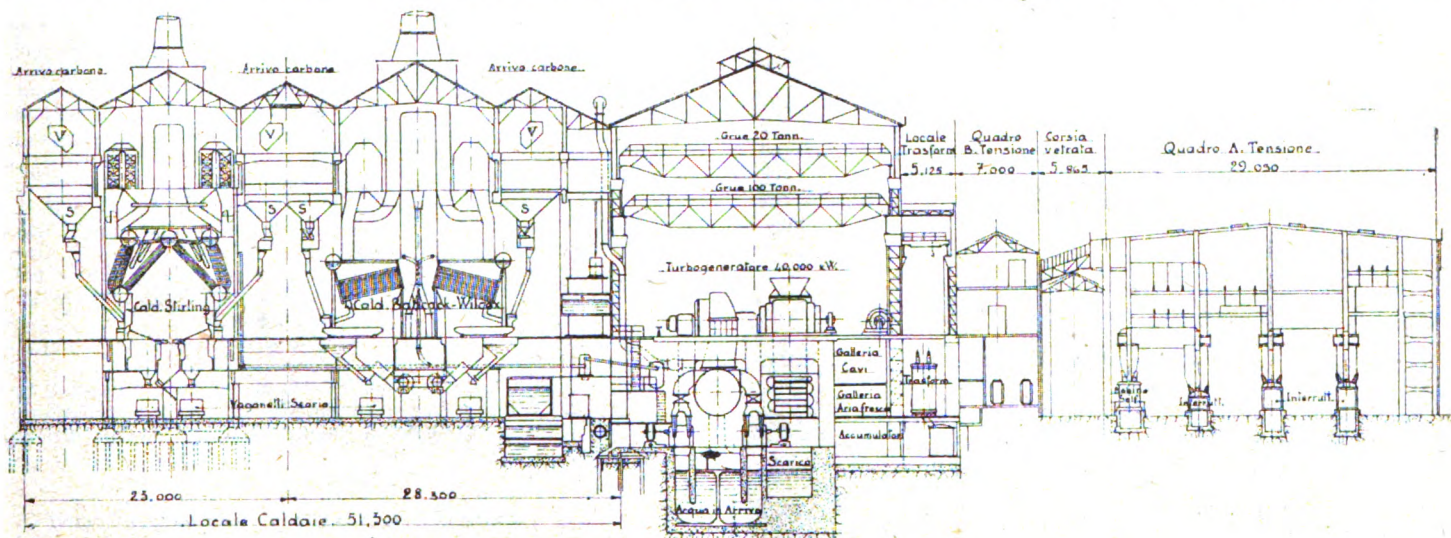
Gli edifici sono parte in cemento armato, parte in ferro. Per il locale caldaie e per la sala macchine sono occorsi rispettivamente 0,022 e 0,011 m² per kW installato, ed il prezzo di costo dell'intera

Centrale è risultato di 600 Fr-kW. Esso si ridurrà peraltro a 530 Fr-kW quando la potenza salirà a 320 000 kW.

Servizio carbone. — La Centrale può essere rifornita di combustibile sia per via di terra che per via fluviale. Il parco carbone è se-



vito da due ponti mobili da 200 tonn-ora ciascuno. Il carbone, prelevato dal parco, viene condotto, a mezzo di cinghie trasportatrici, di vagonetti e di norie a tazze, in un silos disposto in testa alla sala Caldaie. Di qui i vagonetti «monorail» V (fig. 2) da 2 tonn., prelevano



di nuovo il carbone e lo distribuiscono ai silos S di alimentazione delle caldaie.

Servizio scorie. — E' affidato a vagonetti automotori (ad accumulatori) da 40 tonn. Durante il primo anno di esercizio le scorie saranno usate per il rialzamento del terreno. In seguito si conta di utilizzarle per la fabbricazione di mattoni.

La fuliggine viene aspirata in punti convenientemente scelti dei fasci tubolari delle caldaie, degli economizzatori e dei riscaldatori di aria.

Generatori di vapore. — Date le qualità differentissime di carboni che si debbono poter bruciare, sono state installate due specie di caldaie: « Stirling unità » e « Babcock-Wilcox » (dieci unità). Le loro caratteristiche sono riassunte nel seguente prospetto.

	Unità « Stirling »	Unità « Babcock-Wilcox »
Superficie di riscaldamento m ²	2100	1330
» di surriscaldamento »	1000	760
Pressione del vapore kg/cm ²	25	25
Temperatura del vapore »	375°	375°
Produzione di vapore normale ton/ora	60	40
» » forzata »	80	53
Volume di acqua m ³	81	36,450
» di vapore »	20	16,520
Rendimento »	0,75	0,75

- I dati surriportati si intendono garantiti con acqua di alimentazione a circa 160°.

Tiraggio. — Si sono abbandonati completamente i camini in muratura e si è ricorso esclusivamente al tiraggio meccanico (Prat). I camini (uno ogni due « Stirling » od ogni quattro « Babcock-Wilcox ») in lamiera, posti a circa 20 m sopra il piano delle griglie, hanno una altezza di 40 metri ed un diametro in sommità di cinque metri. Ognuno è servito da due ventilatori a velocità variabile (da 300 a 450 giri), per poter regolare l'andamento della combustione. I ventilatori stessi possono fornire un tiraggio di 50 mm, assorbendo una potenza di 81 kW. È stato inoltre necessario munire le caldaie anche di tiraggio soffiato (Prat): all'uopo ciascuna caldaia « Babcock-Wilcox » è munita di un ventilatore soffiante da 75 000 m³ sotto una pressione di 18 mm, e ciascuna caldaia « Stirling » di due ventilatori da 56 000 m³, pure con 18 mm di pressione.

Economizzatori e Riscaldatori. — Gli economizzatori, che portano l'acqua di alimentazione da 90° a 150°, sono di un nuovo tipo: essi sono costituiti da tubi di acciaio di soli 3 cm di diametro interno (il loro peso è di 39 kg-m² a vuoto e di 45 kg-m² pieno d'acqua). I prodotti della combustione si raffreddano negli economizzatori, da 340° a 220° e si raffreddano poi ulteriormente fino a 150° attraversando i riscaldatori di aria.

Ciascuna caldaia « Stirling » (2100 m²) è munita di un economizzatore da 1200 m² e di un riscaldatore di 1792 m²; ogni gruppo di due caldaie « Babcock-Wilcox » (2260 m²), di un economizzatore di 1600 m² e di un riscaldatore di 2240 m².

Turboalternatori e servizi inerenti. — I turboalternatori hanno una potenza di 40 000 kW.

La *turbina* è del tipo « Zoelly », con dieci ruote ad azione pura, funzionante normalmente con vapore a 22 kg-cm² e 375°. Il consumo di vapore, a pieno carico è di 4.37 kg-kWh, e sale a 5 kg-kWh ad 1/4 del carico normale. Dette turbine hanno una presa in corrispondenza della 7^a ruota : prelevando ivi del vapore ed adibendolo, mediante un apposito condensatore ausiliario, a riscaldare l'acqua di alimentazione, si ha un risparmio del 4% nel consumo del carbone.

I **condensatori**, con diametro esterno di 4 m, hanno una superficie di 3500 m² (7500 tubi 20 x 22 x 7000 mm) e possono condensare 150 000 kg. di vapore all'ora (con un vuoto del 96,5% e con acqua di circolazione a 15°). Il loro peso è, a vuoto, di 90 tonn. e sale a 137

tonn. quando sono pieni di acqua. Al servizio di ciascun condensatore sono adibiti :

2 pompe di circolazione, indipendenti fra di loro, fornenti ciascuna 6750 m³-ora, con comando elettrico.

2 pompe di estrazione (200 m³-ora) con comando elettrico.

3 eiettori d'aria « Delas », di cui uno di riserva.

1 eiettore di vuotamento, per mettere rapidamente sotto vuoto

il condensatore.

2 eiettori di innesco della pomp. di circolazione.

1 turbo-gruppo (turbina-pompa di circolazione-pompa di estrazione) di riserva, che entra in funzione in caso di interruzione della corrente.

Gli *alternatori*, con una potenza normale di 40.000 kW, sono trifasi, a 6000 volt e 50~; eccitatrice direttamente accoppiata. La caduta di tensione, con $\cos \varphi = 0,8$, è del 50%, per cui l'alternatore può subire impunemente i corti circuiti con eccitazione normale, senza che la corrente sorpassi il quintuplo del valore di regime. Il raffreddamento è ottenuto con aria circolante in modo continuo: a tal uopo, sotto l'alternatore è disposto un refrigerante, percorso dall'acqua di condensazione (25°), attraversando il quale, l'aria si raffredda. Si ha così il vantaggio di recuperare una parte del calore asportato all'alternatore. Si aggiunge inoltre che, percorrendo l'aria un circuito chiuso, non occorrono filtri, e che la disposizione si presta anche ad elevare convenientemente il tenore in azoto dell'aria di raffreddamento, di guisa che, in caso di corti circuiti od altro, l'aria stessa non agisca come energico alimentatore di principi eventuali d'incendio. E' naturalmente

anche prevista una presa di aria esterna, munita di filtri, che entra in funzione in caso di guasto nel refrigerante.

Gruppi ausiliari. — Sono costituiti da due turboalternatori da 3000 kW (3000 volt). Essi alimentano direttamente a tale tensione i motori di potenza superiore a 50 kW; gli altri sono alimentati, attraverso trasformatori, da una rete a 220 volt. I motori delle griglie, ventilatori e degli apparecchi di manutenzione, sono alimentati a corrente continua (500 volt) ottenuta con commutatrice munita di batteria tampone di accumulatori. Quest'ultima, insieme a delle eccitatrici indipendenti, assicura la riserva di eccitazione.

Servizio generale dell'acqua e dell'olio. — La distribuzione generale dell'acqua è affidata a tre pompe da 250 tonn., che prelevano l'acqua dalla condotta di alimentazione e la inviano in due grandi bacini filtranti a sabbia. Di qui l'acqua passa sia alla canalizzazione di servizio dell'officina, sia ad un depuratore chimico a caldo. Uscendo da quest'ultimo, dopo distillazione in speciali caldaie « Babcock », l'acqua depurata vien raccolta in un'apposita vasca da 80 m³.

L'acqua condensata segue invece questo percorso:

Condensatore — Pompa d'estrazione — Refrigerante dell'aria dell'alternatore — Refrigerante dell'olio di lubrificazione del gruppo generatore — Riscaldatori a vapore di prelevamento — Vasca di 123 m³, in cui sboccano gli scappamenti delle pompe di alimentazione, ecc. Apparecchi degasatori (fissano l'ossigeno disciolto nell'acqua con tornitura di ferro, allo scopo di diminuire le corrosioni in caldaia) — Pompe di alimentazione — Economizzatore — Caldaia.

Le pompe di alimentazione sono nove (225 m³-ora ciascuna, sotto 30 kg/cm²) di cui sei comandate elettricamente, e tre a vapore.

Il servizio dell'olio comprende un locale esterno (vedi fig. 1) interrato, e costituito da un magazzino d'olio, una sala per il trattamento degli oli usati, filtri, apparecchi di riscaldamento per l'olio dei trasformatori, condotte e pompe per la distribuzione.

Trasformazione e Distribuzione. — I trasformatori (6 000/60 000 volt) sono installati in cellule, chiuse da lastre di ferro e cemento, sollevabili mediante apposita gru. Un recipiente, disposto sotto il trasformatore, può ricevere tutto l'olio del medesimo.

Il quadro ad alta tensione, diviso in tante sezioni quanti sono i gruppi generatori, è costituito completamente da apparecchi del tipo « out-door ». Tuttavia, per facilitare la manutenzione, il complesso è stato racchiuso in un leggerissimo edificio in cemento armato. Gli interruttori, sistemati su zoccoli di cemento armato con cavità interna che permette di raccogliere la totalità dell'olio dell'interruttore medesimo sono automatici, ma non interrompono mai per sovraccarichi, perchè, come si è detto, gli alternatori possono sopportare impunemente i corti circuiti con piena eccitazione; essi sono invece comandati da relais differenziali che provocano il disinnesto in caso di avaria interna nell'alternatore o nel trasformatore corrispondente.

La distribuzione vien fatta a mezzo di cavi unipolari a 60 000 volt (il neutro dell'impianto è a terra). La lunghezza totale della linea sotterranea, circondante Parigi, è di 125 km., e sarà completata da 250 km. di linee aeree, dipartentesi da Parigi verso Creil, Mantes, Corbeil-Orléans, Meaux.

f. n.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

F. W. CARTER — **Locomotori elettrici di manovra.** (E. R. J., 25 marzo 1922, pag. 512-513).

È interessante ricordare e riassumere brevemente gli ottimi risultati che ha ottenuto in America l'uso di locomotori elettrici per effettuare il lavoro di manovra e di smistamento negli scali e nei cantieri ferroviari.

Il rapporto presentato al Congresso di Atlantic City dalla American Electric Railway Engineering Association, si occupa principalmente

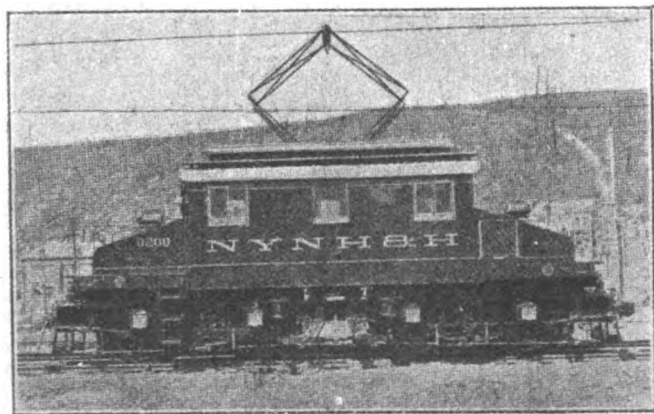


Fig. 1.

dei sedici locomotori di manovra di New Haven, di cui uno fu messo in servizio fin dal 1911, gli altri nel 1912.

Quando fu elettrificato lo scalo di New Haven, a ogni gruppo di cinque locomotive a vapore addette al servizio di manovra, si sostituirono tre locomotori.

Ciascuno di questi pesa 90 T circa, è monofase, 25 ~, 11 000

volt, con due carelli articolati, adatti ai considerevoli sforzi, cui dette locomotive sono sottoposte nel loro lavoro di manovra e smistamento.

La lunghezza totale è approssimativamente di 11 m; lo sforzo di trazione di circa 10 T, con una potenza di 550 kW e una velocità massima di 40 km all'ora. Ogni locomotiva ha quattro motori accoppiati agli assi e il diametro della ruota motrice è di m 1,60.

La fig. 1 mostra un locomotore da 80 tonn, adibito al servizio di smistamento nella stazione di New Haven.

A New Haven, dove i locomotori sono impiegati al servizio degli scali di navigazione, essi hanno dato ottimo risultato; infatti, ogni locomotore riesce a trasportare nelle ventiquattro ore un carico complessivo di 16 000 tonnellate. I locomotori addetti al lavoro di smistamento raggiungono approssimativamente le 18 000 T giornaliere. In un mese esse percorrono per servizio da 7000 a 7200 km.

Ogni locomotore lavora ininterrottamente 24 ore al giorno, con tre turni di personale; dopo aver percorso 4000 km viene inviata in rimessa per una piccola ispezione.

Alcuni di questi locomotori elettrici hanno battuto un record di lavoro giornaliero di 24 ore per 30 giorni consecutivi, senza interruzione.

a. r.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

CONCORSI.

Fondazione « Ben Nahmias ». — A titolo di esperimento è aperto il concorso per il conferimento di una prima sovvenzione ammontante a L. 50.000 (lire cinquantamila) da erogarsi a favore di un Ingegnere Industriale, di nazionalità italiana, laureato nel R. Istituto Tecnico Superiore di Milano nell'ultimo triennio (1920-1921-1922) col preciso scopo di destinare l'intera somma predetta, quale propria compartecipazione in una Società accomandata, per le spese di impianto e per l'esercizio di una azienda industriale da erigersi in Italia.

Per maggiori informazioni rivolgersi alla Segreteria del R. Istituto Tecnico Superiore di Milano.

*

IMPIANTI.

Nuovi impianti. — Nella seconda metà dello scorso dicembre sono entrate in servizio la nuova centrale del Temù (Valcamonica) della Soc. Gen. Eleett. dell'Adamello (di cui ci siamo occupati nel numero del 25 dicembre u. s., a pag. 828) e la centrale del Venina in Valtellina, presso Sondrio, delle Acciaierie e Ferriere Lombarde. La condotta forzata di questa centrale, per una portata di 1,5 m³/s con un salto di 720 m, costituisce un vero « record » per l'industria italiana. La condotta lunga circa 1800 m, e rappresentante un peso di oltre 700 tonnellate, fu ordinata alla fine di febbraio 1922 alla Tubi Togni. La tubazione poté essere messa in carico il primo di dicembre, vale a dire dopo nove mesi dall'ordinazione.

Con la Centrale di Temù è entrato in servizio il tratto della nuova linea ad isolatori sospesi, che congiunge detta centrale con quella di Cedegolo e quindi cogli altri impianti.

L'allacciamento tra il lago di Salarno e il lago d'Arno è entrato in funzione nel decorso estate.

La centralina di Ligonchio sull'Ozola, di cui pure parlammo nel numero del 25 Dicembre u. s., è entrata in funzione in Ottobre.

Dei due impianti contiamo di poterli occupare ampiamente nei prossimi mesi.

*

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

La costruzione di triodi della potenza di 100 kW. — La costruzione di tubi a vuoto della potenza di 100 kW è stata portata a termine con successo in questi ultimi giorni in America nei laboratori del « Bell Telephone System » presso la Western Electric Co. Tale costruzione fu resa possibile grazie a un nuovo tipo di saldatura fra metallo e vetro che resiste, senza rompersi e senza causare infiltrazioni d'aria, anche a fortissime variazioni di temperatura, da quella dell'aria liquida fino a +350° gradi centigradi. Il processo di vuotatura per tubi di potenza così elevata presentava serie difficoltà, a causa della grande quantità di gas occlusi contenuti dalle parti metalliche; la vuotatura doveva essere eccessivamente prolungata e, date le altissime temperature che occorreva raggiungere, si avevano inevitabili inflessioni e contorcimenti delle strutture metalliche. La difficoltà fu sormontata sottoponendo queste, prima del montaggio, a un conveniente riscaldamento in apposite stufe.

Altra caratteristica dei nuovi triodi a grande potenza è quella di presentare, nelle loro diverse parti, il minor numero possibile di saldature. Queste infatti costituivano sempre punti deboli, che conveniva perciò eliminare. L'invenzione del nuovo tipo di saldatura fra rame e vetro, dovuta al sig. Houskeeper, fu da prima applicata alla costruzione di triodi da 10 kW e da questi si passò senz'altro e senza nuove difficoltà a quelli da 100 kW (potenza oscillatoria fornita all'antenna). L'anodo di questi ultimi è fatto in un solo pezzo di tubo di rame, chiuso da un disco pure di rame, saldato alla base. Il tubo è lungo 35,5 cm e ha un diametro di 8,9 cm. Il filamento, che è di tungsteno, ha un diametro di 1,52 mm ed è lungo 161 cm; la corrente di accensione è di 91 A e il consumo relativo di 6 kW. La griglia è di molibdeno ed è avvolta su tre supporti pure di molibdeno.

Si capisce quale enorme progresso possa portare la costruzione di tali triodi, sia nella radiotelegrafia, sia nella radiotelefonica. Pare inoltre che la potenza di 100 kW non rappresenti affatto il massimo attualmente ottenibile e che, in base ai nuovi espedienti adottati, si possano senz'altro costruire triodi di potenza anche molto più rilevante.

U. So.

*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Progetto di elettrificazione in Spagna.

Il socio corrispondente della Spagna, Ing. C. A. GULLINO, ci comunica la seguente notizia:

Nei numeri corrispondenti al 7-11 settembre scorso, l'importante quotidiano di Madrid «El Sol» pubblicò un progetto di elettrificazione delle ferrovie spagnuole elaborato dall'Ing. Tullio Domenech di Barcellona, facendolo precedere da una nota illustrativa del fondatore del giornale ed esponente di un potente gruppo finanziario-industriale di Bilbao Sr. Nicola M. Urgoiti, ciò che conferisce maggiore interesse alla pubblicazione.

L'insieme della rete di 9553 chilometri viene diviso in nove reti minori da cui la più estesa raggiunge i 1716, mentre la meno sviluppata comprende 564. Ognuna di queste reti sarebbe alimentata da una stazione generatrice idroelettrica oppure termica con combustibili locali, situata ad una distanza massima di 300 chilometri dal centro di distribuzione della rete. La rete generale ad alta tensione sarebbe a 150.000 volt con stazioni secondarie di trasformazione ogni 50 chilometri in modo che i locomotori non si trovino mai ad una distanza superiore ai 25 chilometri dal punto di alimentazione.

Il costo di elettrificazione di ogni rete, comprendendovi i locomotori, viene calcolato fra 100 e 150.000 pesetas per km ossia una media di 135.000 pesetas per km ed un totale generale di 1300 milioni di pesetas per tutta la rete.

Si propone la costituzione di un ente autonomo di elettrificazione con un capitale di 1400 milioni con un interesse del 6% garantito dallo Stato ed una partecipazione nei benefici dell'impresa.

L'ente o compagnia elettrificatrice eseguirebbe i lavori nel termine di cinque anni ed assumerebbe la condotta dei treni lasciando alle attuali compagnie ferroviarie le manovre nelle stazioni, la composizione dei treni, la manutenzione del materiale mobile e delle linee, ad eccezione dei locomotori.

Le compagnie ferroviarie pagherebbero un canone per tonnellata-km di treno condotto con riduzione dopo i primi dieci anni ed altra riduzione dopo altri cinque anni; dopo 20 anni gli impianti di elettrificazione passerebbero in proprietà alle compagnie ferroviarie oppure allo Stato se avesse proceduto al riscatto.

Coi prezzi attuali dei carboni e del personale la trazione costa alle compagnie circa 4 centesimi di pesetas per tonn-km e la tonnellata utile circa 6 centesimi. Il progettista propone pertanto un prezzo di base di 2 1/2 cent per tonn-km da ridursi dopo dieci anni a 2 cent e dopo altri cinque anni a 1 1/2 cent.

Basandosi sul traffico della linea da Barcellona a Madrid per Zaragoza si calcola che la compagnia di trazione elettrica potrebbe avere una entrata di 63 milioni investendo un capitale di 230 milioni e con una spesa di 28 milioni cosicchè risulterebbe un beneficio annuo di 15,2% sul capitale investito.

L'autore del progetto sviluppa un piano dettagliato di ammortamento che permette di raggiungere una riserva di 250 milioni nel corso di 20 anni di esercizio di questo primo settore.

Il preventivo di costo dell'elettrificazione del primo settore comprende:

440 000 kW sull'asse delle turbine a 680 ptas	pesetas 30 000 000
200 km di linea ad alta tensione	» 8 000 000
Impianto stazione generatrice	» 6 000 000
Stazioni ricevitrici principali	» 4 500 000
35 sottostazioni di trasformazione	» 15 000 000
1716 km di linea di alimentazione	» 60 000 000
Locomotori	» 30 000 000
Spese generali, interessi, ecc.	» 16 500 000
1700 km di linea di distribuzione	» 60 000 000

Totale » 230 000 000

Per i servizi accessori di illuminazione delle stazioni e dei treni, eventualmente per il riscaldamento, ecc., la compagnia di elettrificazione potrà cedere alle compagnie ferroviarie l'energia occorrente al prezzo di 3 centesimi per kWh.

Riferendosi alla scelta del sistema il progettista propone per l'esercizio dei locomotori la corrente monofase a 16 periodi con trasmissione a 110 000 volt, distribuzione a 15 000 e trasformazione sul locomotore a 500-600 volt.

La potenza totale necessaria sarebbe di 220 000 kW.

*

Macchina registratrice e calcolatrice per la distribuzione dei biglietti tramviari. (E. R. J., 10 settembre 1921, pag. 401).

La Automatic Coin Change & Record Machine Co. di New York ha lanciato un nuovo tipo di macchina registratrice e calcolatrice, adatta particolarmente per l'uso delle tramvie elettriche. Questa macchina automatica incassa e trattiene la quota corrispondente al prezzo convenuto per il biglietto, calcola e restituisce il resto ai passeggeri,

macchina e permette all'operatore di alzare una leva. Il movimento iniziale di essa chiude la scatola di scarico delle monete, che è nella parte inferiore. Un ulteriore movimento fa cadere la moneta ricevuta nel suo tubo particolare e scarica le monete di resto. La liberazione della leva apre la scatola di scarico, cosicchè il passeggero può prendere il suo resto. Se, per esempio, il prezzo del biglietto è 40 centesimi e si introduce nella macchina una moneta da 1 lira, 40 centesimi vengono trattenuti e 60 restituiti. Le monete ricevute vengono classificate e introdotte nei rispettivi tubi destinati a trattenere rispettivamente le varie specie di esse. Nel medesimo tempo viene registrato su un libro il numero dei prezzi dei biglietti incassati, mentre su di un altro è marcata la somma totale di monete ricevute. La macchina può anche cambiare in ispiccioli un biglietto di 1 dollaro quando si agisca su una leva disposta lateralmente. I tubi contenenti classifica in vari gruppi le monete ricevute, registra il numero delle persone che pagano, fa il totale delle somme ricevute, marca i cambi di moneta eseguiti e suona un campanello per ciascuna operazione.

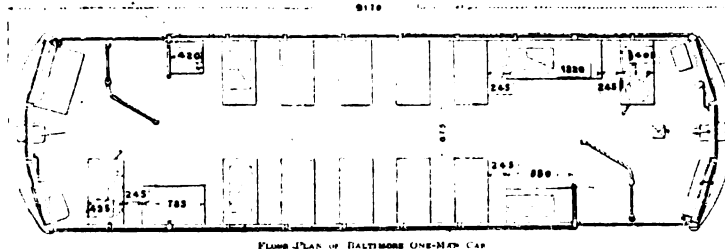
La macchina ha le dimensioni di circa 40×25×20 cm e pesa circa 15 kg. Essa può essere convenientemente montata su un piedestallo apposito, sia sull'una che sull'altra delle piattaforme della carrozza, a seconda del caso.

La parte superiore della macchina presenta una fila di fori di introduzione delle monete, ciascuno dei quali porta indicate le cifre corrispondenti al valore della moneta che è destinato a ricevere. Quando il passeggero depone in esso la moneta, si solleva un piccolo indicatore che mostra il valore corrispondente alla somma da restituire. L'introduzione di una moneta fa aprire il meccanismo della le monete da dare come resto sono separati dai tubi ricevuti, ma i primi possono venire riempiti dai secondi o viceversa, quando sia necessario.

I diversi tubi presentano un tratto in pendio nella parte inferiore in modo che il loro contenuto può essere scaricato in una sola volta. La macchina può esser chiusa in modo che sia impossibile ad una persona non autorizzata toccare le monete in essa contenute.

Quando viene introdotta la somma corrispondente esattamente al prezzo del biglietto nulla è restituito, ma l'operazione è registrata nel modo solito.

La macchina è pure provvista di un registro per i turni del personale e una scatola di registrazione contenente un rotolo di carta stampata da riempire con annotazioni dal conduttore.



Evidentemente la registrazione può variare a seconda del caso. Il conduttore registra le varie annotazioni, chiude il coperchio, gira il bottone e un tratto di carta in bianco è di nuovo pronto per la registrazione successiva.

La leva operatrice della macchina ha una manovella smontabile che può venir tolta dall'operatore nel caso ch'egli debba assentarsi dalla carrozza.

Uno dei vantaggi di questo apparecchio consiste nel fatto che dando esso il resto esatto, il conduttore non deve toccare affatto le monete. La macchina è inoltre assolutamente chiusa e quando agisce trattiene necessariamente il prezzo di un biglietto. Le monete raccolte nei tubi ricevitori e distributori possono venir estratte direttamente da essi e fatte cadere in pacchetti pronti per il deposito in cassa. Oltre al risparmio di tempo, questa nuova macchina assicura una precisione meccanica nel dare il resto e permette al conduttore di attendere più utilmente alle altre sue mansioni. (a. r.).

Questa macchina, ingegnosissima, non potrebbe evidentemente avere applicazione da noi, per la quantità enorme di monete di dimensioni diverse aventi lo stesso valore. Prima condizione è di avere una sola serie di monete, ciascuna per un solo valore e con dimensioni ben determinate. — (N. d. R.).

*

Metodo di registrazione dei periodi di sosta dei locomotori e vetture automotrici di servizio. (E. R. J., 8 aprile 1922, pag. 596).

Alcuni treni merci o di manutenzione per lavori di linea, operanti sui tronchi di ferrovie interurbane, e sostanti in speciali località di lavoro, sfuggono ad una diretta sorveglianza, perchè il loro lavoro è irregolare e deve sottostare alle esigenze del traffico ordinario della linea. Non è perciò possibile assicurarsi, per mezzo degli ordinari sistemi di registrazione, se le fermate e la durata dei periodi di sosta in questa o quella località sono giustificate da necessità imposte dal traffico regolare, oppure semplicemente dovute a non leciti abusi del personale di servizio.

Un nuovo metodo di registrazione di questi treni e carri speciali,

è stato adottato dalla Illinois Traction System, che ha montato su venticinque dei suoi locomotori un piccolo dispositivo, che permette di tracciare un grafico, dal quale è possibile rilevare, nelle ventiquattro ore, i periodi di lavoro e di sosta dei locomotori stessi. Detto dispositivo, preparato dalla Service Recorder Company, Cleveland Ohio, consiste in un meccanismo di orologeria che mette in movimento un quadrante di carta, e in un peso, munito di un punta di acciaio, premendo contro il foglio. Tutto l'apparecchio può stare in una piccola scatola di 15 cm di diametro e 10 di spessore, e può esser montato in qualunque punto del veicolo. Quando questo è fermo, la punta produce una semplice linea sulla carta, mentre quando si muove, il movimento produce un'oscillazione del peso, grazie alla quale vien tracciata dalla punta una linea frastagliata. Evidentemente adottando una carta speciale, la traccia della linea risulta chiara, senza bisogno di inchiostro o altro nella punta scrivente. Unico lavoro necessario è quello di cambiare ogni ventiquattro ore il quadrante di carta e di caricare il meccanismo d'orologeria.

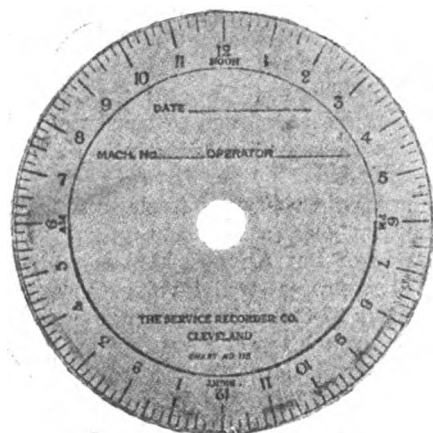


Fig. 1.

Convien notare che è bene montare il dispositivo in una posizione tale nella quale non sia possibile produrre artificiosamente la vibrazione del peso.

Il presente dispositivo è particolarmente utile per locomotori di manovra, o per sorvegliare e registrare speciali lavori sulla linea.

I quadranti registrati vengono inviati alla persona addetta alla sorveglianza, che può da essi agevolmente rilevare se sono state fatte soste abusive o troppo lunghe, verificandole in base al lavoro eseguito e al traffico regolare della linea.

La fig. 1 rappresenta un quadrante, dalla cui linea risulta chiaramente che il locomotore portante il dispositivo, partito alle 18, è arrivato a destinazione alle 6, avendo fatta una fermata verso mezzanotte in una data stazione, per aspettare il passaggio di un treno che aveva diritto di precedenza.

a. r.

:: Note Economiche, Statistiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Elettrica Mineraria — Genova — Capitale L. 3.000.000.

Il bilancio dell'esercizio 1921 si chiude con un utile di lire 103.475 che si passa interamente ad ammortamento.

Società Riunite di Elettricità — Reggio Calabria.

L'esercizio 1921-22 registra un utile netto di L. 482.567 che permette un dividendo del 12%. La Società ha attivato la nuova Centrale Termica di Giunchè come riserva agli impianti idraulici; ha inoltre in programma l'attuazione di importanti ampliamenti nelle opere idrauliche esistenti.

AUMENTI DI CAPITALE.

Società Medese di Elettricità Villorosi e C. — Meda.

È stato approvato l'aumento di capitale da L. 600.000 a un milione con l'emissione di 4000 azioni da L. 100.

Soc. An. Gas Elettricità di Bologna.

Aumenta il capitale da L. 750.000 a un milione mediante emissione di 2500 nuove azioni da L. 100.

Soc. Idroelettrica Valle del Liri — Roma.

Porta il capitale da L. 5.000.000 a L. 20.000.000.

RIDUZIONI DI CAPITALE.

Soc. Utilizzazione Combustibili Italiani — Milano.

È stata approvata la riduzione del capitale da L. 2.000.000 a L. 994.000.

Società Elettrica Negri.

Sono favorevolmente riuscite le pratiche per la costituzione del Sindacato di 120 milioni per finanziamento di questa Società.

RASSEGNA ECONOMICA.

Si rende sempre più manifesta nel paese la favorevole disposizione d'animo verso il nuovo Governo. Va diffondendosi un senso di disciplina e di fiducia che era da tempo scomparso; si riconosce la necessità di collaborare nel modo più volontoso ed efficace cogli sforzi dei nuovi Ministri per risolvere le condizioni finanziarie ed economiche della nostra Nazione.

Il partito Socialista è in piena crisi di evoluzione; la Confederazione Generale del Lavoro tende a svincolarsi dal partito socialista e a dichiararsi apolitica.

Nella politica estera sembrano invece addensarsi sempre più le nubi temporalesche. La questione di Oriente è più viva ed inacerbita che mai; la Conferenza di Losanna procede stentatamente in mezzo a mille ostacoli e difficoltà ed appena superato uno scoglio altri molti ne appaiono peggiori del primo. I Turchi si mantengono intransigenti ed i Russi li appoggiano vivacemente nella speranza di trarne profitto essi stessi. L'Inghilterra è irriducibile su molti punti, e le Nazioni Balcaniche non hanno smorzato i loro spiriti bellicosi.

D'altra parte anche il problema delle riparazioni Tedesche sembra giunto al momento più critico. La Conferenza di Londra fra i capi dei tre Governi, Italiano, Francese e Inglese, non ha portato a risultati conclusivi. La Francia riprendendo l'Alsazia e la Lorena ha inferito un colpo gravissimo alla grande industria tedesca, privandola delle miniere di ferro. Ora l'aspirazione dei Francesi sarebbe quella di impadronirsi anche delle miniere di carbone della Renania; in tal caso la Germania che ha già perduto anche le riserve di carbone della Slesia, sarebbe finita come grande potenza industriale e si troverebbe quasi alla mercé della Francia.

La Germania si è finora portata audacemente correndo verso la rovina dell'erario, ma riassetando intanto la finanza privata, sottraendosi in gran parte alle condizioni del trattato di Versailles. La Francia ne prende pretesto per richiedere dei pgni che dovrebbero assumere forma di occupazioni che nessuno sa quanto dovrebbero durare.

Alla Conferenza di Londra, Mussolini ha presentato un suo piano che tende ad abbinare il problema delle riparazioni con quello dei debiti interalleati. L'Inghilterra pare disposta a cancellare i suoi crediti verso Francia e Italia, ma esige che delle riparazioni non si parli più. La Conferenza è stata interrotta perchè Poincaré ha desiderato interpellare il Parlamento prima di modificare il suo atteggiamento intransigente.

*

Ad onta delle difficoltà della politica estera, il mercato Bancario ha manifestato una confortante tendenza all'ottimismo e al rialzo. In parte questa tendenza al rialzo è anche dovuta all'imminenza della chiusura dei bilanci di molte Società in vista della quale i gruppi finanziari hanno interesse ad elevare i prezzi per gli inventari di fine d'anno. Dall'estero giungono ordini d'acquisto di titoli nostri anche per notevoli quantità.

I cambi sono in costante miglioramento, tanto da suscitare qualche preoccupazione in industriali che si erano coperti quando la sterlina era a 100. Le oscillazioni rapide nei cambi sono dannose ed è desiderabile che il ribasso continui ma secondo una curva regolare che permetta delle ragionevoli previsioni. In generale si può dire che il denaro abbonda pur mantenendosi alti i tassi.

L'ottimismo non deve però giungere fino a pretendere dei miracoli da parte dei nuovi Ministri che si trovano a lottare con difficoltà gravissime.

L'opera di riforma e di riassetto è facilitata dalla concessione dei pieni poteri, anche in materia finanziaria che il Ministero ha ottenuto dalle due Camere.

Fra i provvedimenti finanziari disposti dal nuovo Governo merita speciale menzione l'applicazione della imposta di Ricchezza Mobile agli operai addetti a stabilimenti di Stato e ai Servizi Pubblici, come pure ai redditi degli agricoltori. Questa giusta misura tende a far contribuire alla restaurazione dello Stato tutte le classi di cittadini togliendo un privilegio che le mutate condizioni economiche più non giustificavano.

Un altro provvedimento che potrà avere una larga e benefica ripercussione facilitando il finanziamento delle nostre industrie è quello relativo invece all'esonerazione dalla stessa imposta di Ricchezza Mobile per gli interessi dei mutui e obbligazioni contratti all'estero. Questo provvedimento potrà in modo particolare riuscire utile alle nostre imprese elettriche per le quali già erano in corso da tempo trattative per finanziamenti dall'estero.

Unanime approvazione ha riscosso il Decreto per la diminuzione del dazio sulle farine; viene così abolita una ingiusta protezione fino ad ora in vigore a favore dei mulini che ne ricavarono larghi utili. Si ritiene che si potrà così addivenire ad una notevole riduzione del prezzo del pane con indubbi effetti favorevoli sulla situazione politica.

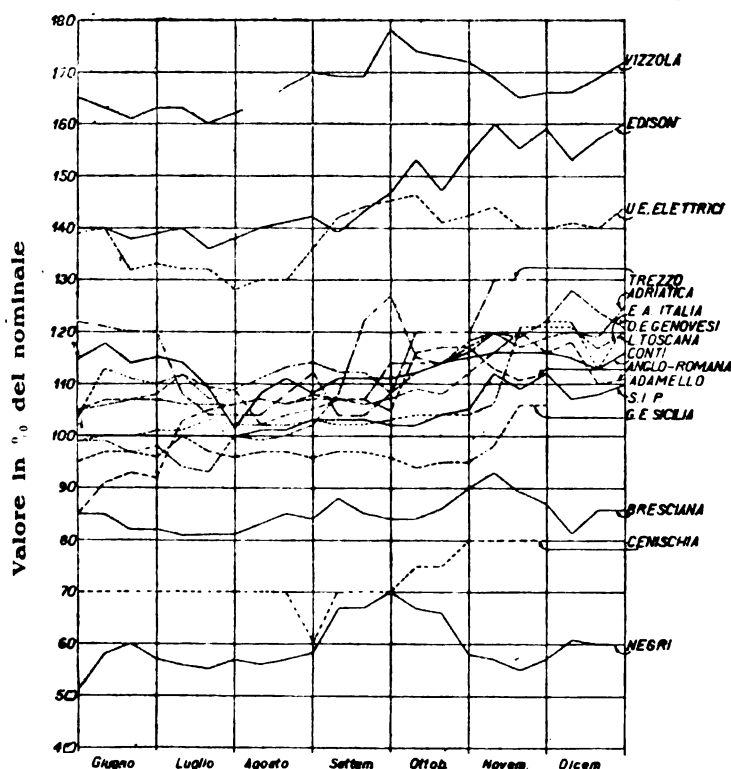
La fusione dei due Dicasteri delle Finanze e del Tesoro in un unico Ministero, raggruppando la direzione finanziaria dello Stato sotto un'unica guida, faciliterà le riforme economiche progettate, rendendo nello stesso tempo più rigorosa l'opposizione a nuove spese, non sufficientemente giustificate.

La semplificazione dei servizi, cominciata dal nuovo Ministero con coraggiosa attività procede alacramente sfondando le superfetazioni di Commissioni e di Enti che erano divenute innumerevoli. Dopo la

soppressione degli Enti Portuali, è stata la volta del Consiglio di Amministrazione delle Ferrovie dello Stato le cui attribuzioni vennero affidate ad un Commissario straordinario; tutte le Commissioni, i Comitati, i Consigli dipendenti dal Ministero della Agricoltura vennero disciolti; non meno ampia fu la riforma e la semplificazione nei servizi dipendenti dal Ministero della Pubblica Istruzione. Non vi è

TITOLI.

Titoli delle principali Società elettriche.



Dettaglio dell'ultimo bimestre.

	Valore nomin.	Novembre			Dicembre		
		I decade	II decade	III decade	I decade	II decade	III decade
Edison	300	480	465	478	460	471	480
Conti	250	290	290	290	288	283	290
Vizzola	500	845	825	830	830	845	860
Bresciana	100	93	89	87	81	86	86
Adamello	200	232	240	232	236	220	222
Trezzo	250	325	325	325	—	—	—
Unione Es. Elett.	50	72	70	70	70	70	72
Elett. Alta Italia	250	300	298	305	305	283	303
Cenischia	100	80	80	80	—	—	—
Idr. El. Piem. S.I.P.	125	140	136	140	133	134	137
Offc. Elett. Genovesi	250	300	298	305	320	310	303
Adriatica	100	120	117	119	120	119	125
Negri	200	114	110	114	122	120	120
Ligure Toscana	200	212	224	242	242	234	240
Anglo Romana	500	505	555	560	—	—	—
Gen. Elett. Sicilia	100	98	106	106	—	—	—

dubbio che se la soppressione di tutti questi elementi sarà effettiva in modo che essi non abbiano, per abili accorgimenti burocratici, a risorgere sotto altre forme e per altre vie, si conseguirà una notevole agilità nei servizi ed una non trascurabile economia. Anche la riforma dei Corpi armati dello Stato se pure non condurrà ad una minore spesa complessiva, permetterà di devolvere somme notevoli al perfezionamento dei mezzi tecnici a disposizione dell'esercito.

Grandi sforzi compie il Governo per aprire nuove vie alla nostra emigrazione. Le condizioni quasi universalmente gravi delle nostre industrie rendono assai difficile una ripresa notevole in questo campo, ripresa la quale, se potesse effettuarsi con le opportune ed indispensabili garanzie di tutela e di protezione, potrebbe grandemente alleviare l'attuale dolorosa disoccupazione. Cogli Stati Uniti si è riusciti ad ottenere che vengano ricevuti in aggiunta al numero massimo stabilito dal Senato, tutti quegli emigranti che ritornano agli Stati Uniti dopo essere venuti in Europa per partecipare alla grande guerra. Trattative vengono condotte attivamente anche col Brasile, dove sarebbe possibile avviare una larga corrente di emigrazione quando si potessero ottenere quelle tutele che la triste esperienza del passato fa ritenere indispensabili.

Le conversazioni di Mussolini con l'on. Baldesi della Confederazione del Lavoro, e con l'on. Zaniboni socialista, hanno fatto correre voci di discussioni intese ad arrivare alla costituzione di una

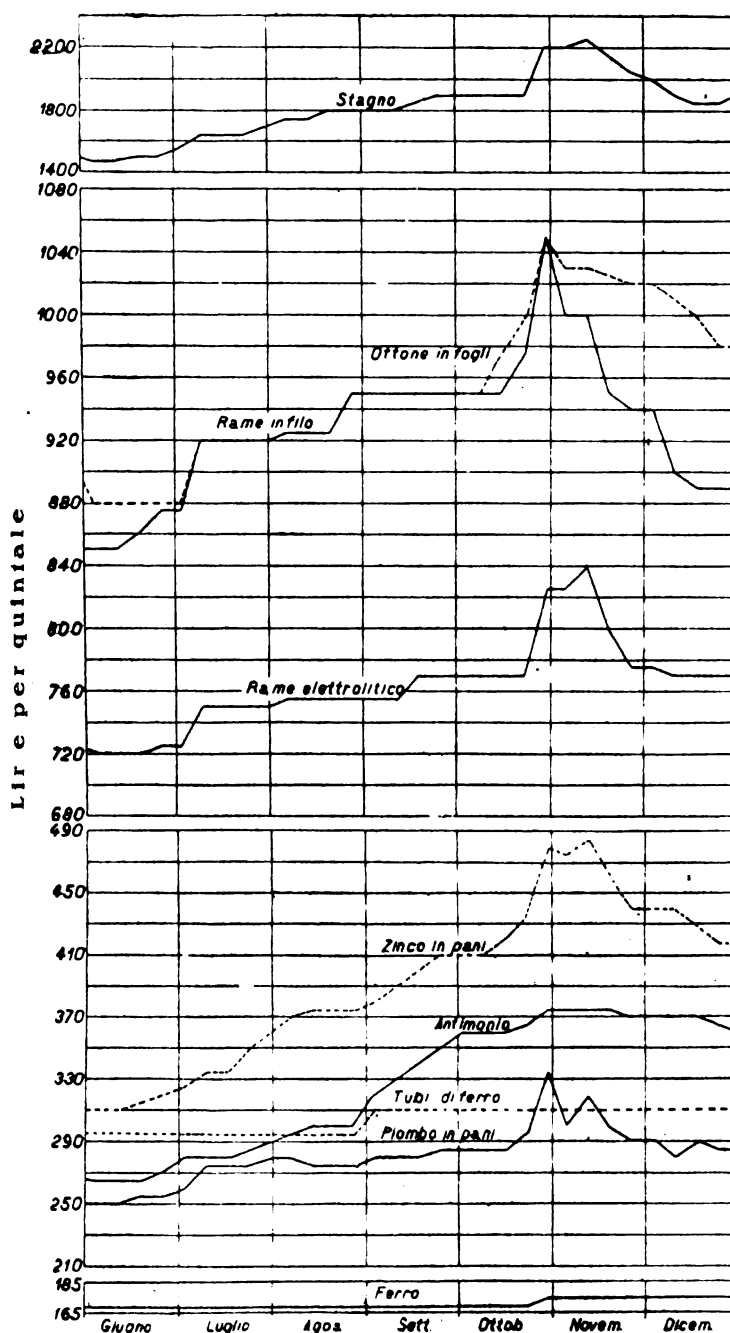
unica grande organizzazione operaia che dovrebbe essere contenuta nell'ambito delle leggi e dell'interesse nazionale. Nulla di positivo è però ancora nato da questo movimento che, se riuscisse, potrebbe portare un grandissimo impulso alla ripresa nazionale raccogliendo tutte le energie fattive del Paese. Si mettono in relazione con questa tendenza anche i colloqui che gli stessi on. Baldesi e Zaniboni ebbero con D'Annunzio.

*

Il senso di realismo da cui è animato l'on. Mussolini si rivela anche nella voluta ripresa di contatto coi rappresentanti del Governo russo e nell'azione iniziata in accordo con essi per avviare una intensa economica e favorire una penetrazione italiana in Russia. Un primo frutto di queste trattative si ha nella partenza di una nostra Delegazione commerciale per Mosca.

Coi primi di dicembre è entrato in vigore il nuovo accordo commerciale italo-francese; in esso la Francia mantiene verso l'Italia la sua tariffa minima, fuorché per le sete; rimane anche in vigore la clausola del trattamento della nazione più favorita. L'accordo assicura alla nostra esportazione tutte le facilitazioni compatibili col sistema doganale francese; in cambio l'Italia concede delle riduzioni per un certo numero di voci della tariffa rispetto a quella precedente. E' da augurare che il presente accordo permetta non solo di aumen-

MATERIALI.



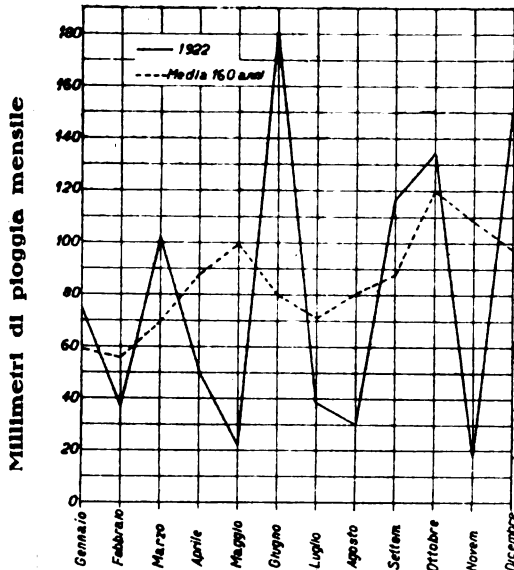
tare gli scambi fra i due paesi ma anche di preparare il futuro definitivo trattato di commercio.

Una particolare menzione merita la Conferenza Italo-Czeco Slovacca tenutasi a Trieste nell'ultima metà dello scorso dicembre. Gli accordi a cui si è giunti potranno avere grande importanza per la prosperità del Porto di Trieste il quale vede estendersi la propria

zona di influenza venendo messo in condizioni di potere utilmente paraggiare coi porti tedeschi del Nord, per quanto riguarda il servizio dei mercati dell'Europa centrale. Le notevoli facilitazioni degli scambi e i miglioramenti delle comunicazioni fra i due Stati avranno certamente benefico effetto sulle reciproche relazioni commerciali.

La promessa dell'on. Mussolini di fare sollecitamente approvare dalla Camera il trattato di Santa Margherita ha fatto dileguare le apprensioni che l'avvento al potere del fascismo aveva generato in

**Dati pluviometrici mensili
per la Città di Milano.**



Jugoslavia. Anche con questi nostri vicini si parla di un prossimo trattato di commercio il quale verrebbe a facilitare la formazione di quell'atmosfera di fiducia e di cordialità che tanto potrebbe giovare ai due Paesi.

Le discussioni pel Trattato di commercio colla Svizzera, procedono laboriosamente e con qualche difficoltà, temendosi dall'Italia il pericolo che sotto etichetta svizzera possano entrare merci provenienti da Paesi a moneta deprezzata, qualora si concedessero alla Svizzera le notevoli riduzioni di voci doganali che essa richiede. Le ultime notizie fanno però prevedere che le difficoltà ancora non superate, lo saranno fra poco.

*

Nel complesso la situazione politica e commerciale dell'Italia segna un notevole ed innegabile miglioramento. Indice confortante è la diminuzione dello sbilancio commerciale. Dal primo gennaio al 30 giugno 1922 il valore delle merci importate fu di 7746 milioni di lire e quello delle merci esportate fu di 4198 milioni. Si ha così in confronto al corrispondente periodo del 1921 una diminuzione di quasi un miliardo nelle importazioni ed un aumento di 237 milioni nelle esportazioni. Per conseguenza lo sbilancio commerciale nel periodo suddetto è diminuito di 1236 milioni scendendo da 4784 a 3548 milioni.

R. S. N.

*

Titoli e materie prime.

Con riferimento a quanto fu pubblicato il 5 agosto u. s., (pagina 496) diamo oggi i riassunti grafici a tutto il dicembre u. s. dell'andamento dei titoli e delle materie prime interessanti l'elettrotecnica.



**Associazione
Elettrotecnica Italiana**

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BOLOGNA

Le sera del 22 dicembre u. s. l'ing. Giovanni Bellincioni, Segretario Generale dell'Associazione per le acque pubbliche d'Italia, tenne un'appaudita conferenza di propaganda ai Soci della Sezione e ai colleghi della locale Sezione dell'A.N.I.A.I.

Egli riscosse l'approvazione degli intervenuti illustrando gli scopi che la nuova Associazione si propone, che sono principalmente quelli di diffondere nel pubblico la conoscenza dei problemi dell'utilizzazione razionale delle acque pubbliche, e quindi di favorire le bonifiche e le irrigazioni, la navigazione, le utilizzazioni idroelettriche.

SCOLARI PAOLO, gerente responsabile.

*

SEZIONE DI ROMA

Seduta del 30 ottobre 1922.

Alle ore 21 del 30 ottobre, il socio ing. G. Del Valle svolse una interessante comunicazione sopra il *Bilancio idrologico dei bacini imbriferi* illustrando con qualche larghezza alcuni punti importanti che, nella memoria da lui presentata alla XXVII Riunione di Milano, erano rimasti appena accennati. Seguì una lunga discussione sul campo di applicabilità delle considerazioni e dei grafici presentati dal conferenziere, alla quale, fra altri, presero parte l'ing. Del Buono, l'ing. Civita, l'ing. Cozza, il prof. Bordoni ed il prof. Eredia.

La riunione si sciolse alle ore 23 1/2.

*

Verbale della Assemblea Straordinaria del 30 novembre 1922.

ORDINE DEL GIORNO:

1. - Comunicazioni della Presidenza.
2. - Ing. Cav. G. L. Fano: *Di alcune particolarità dei recenti impianti idroelettrici del Tanagro e dell'Aventino.*
3. - Aumento della quota sociale (per l'anno 1923).

La seduta era indetta per le ore 21; e, in seconda convocazione, per le ore 22.

Alle ore 21 1/4 il presidente prof. U. Bordoni dà la parola all'ing. Guido Fano, il quale tiene, dinanzi ad un pubblico numerosissimo, una interessante conferenza sopra gli impianti idroelettrici, da poco entrati in funzione, del Tanagro e dell'Aventino, sorti per iniziativa della Società Meridionale di Elettricità. Accennato alle caratteristiche principali del fiume Tanagro, nella parte utilizzata, il conferenziere entra nella particolareggiata illustrazione degli impianti, in notevole parte già eseguiti, i quali costituiscono, sia dal punto di vista della concezione che da quello della esecuzione, una serie di originali soluzioni di interessanti problemi. Anche per l'impianto sull'Aventino, l'ing. Fano illustra le particolarità del fiume e le caratteristiche più salienti delle opere idrauliche ed elettriche, interessando assai l'uditorio che, in fine, lo applaudi vivamente.

Il Presidente, nel ringraziare il valoroso conferenziere, dichiara di sperare che molti altri colleghi vorranno seguire l'esempio dell'ing. Fano, di descrivere impianti o lavori di recente data, con evidente vantaggio anche per la vitalità della Sezione.

Passa quindi a parlare della parte dell'ordine del giorno riguardante la proposta del Consiglio Direttivo di elevare la quota sociale per l'anno 1923. Ricorda che della attuale quota, di lire 50, sono devolute alla Sede Centrale lire 35; le quali vanno per metà, circa, al giornale «L'Elettrotecnica», e l'altra metà serve a fronteggiare le spese della Sede Centrale. Non rimangono dunque alla Sezione che lire 15 (quindici) per socio, dalle quali è ancora necessario detrarre le non indifferenti spese di esazione per coloro che pagano in ritardo. Ora, le varie spese che la Sezione deve sostenere, principale fra le quali quella per il fitto dei locali, sono andate sempre aumentando in questi ultimi anni per ragioni generali che i Soci ben conoscono; ed un nuovo aumento è previsto per l'anno prossimo. Affinchè la Sezione possa conservare la sua vitalità è pertanto sembrato al Consiglio direttivo che fosse indispensabile addivenire ad un aumento della quota sociale, portandola a lire 60, come hanno da tempo già fatto varie altre Sezioni. Dopo breve discussione, alla quale prendono parte i colleghi Passeri, Fano, Levi, Puccioni ed altri, l'Assemblea approva all'unanimità che, a partire dall'anno 1923, la quota sociale venga elevata a lire 60 (sessanta).

Su proposta dell'ing. Passeri, e nell'intento di liberare la Sezione da spese di esazione rilevanti e non necessarie e di indurre i soci ad essere puntuali nel pagamento della quota, l'Assemblea approva ancora, pure all'unanimità, che, a partire dal mese di aprile di ciascun anno, le eventuali spese di esazione delle quote vengano pagate dai soci a cui queste si riferiscono.

La seduta è tolta alle ore 11 1/2.

*

Personalia

Il collega Ing. Emilio Invernizzi della Sezione di Milano, già direttore dell'Ufficio di Milano della Compagnia Italo-Argentina de Electricidad, è partito il giorno 11 corr., per Buenos Ayres, dove si reca a coadiuvare coll'altro nostro egregio connazionale, Ing. Valdani, nella direzione dell'importante gruppo di industrie riunite nella Compagnia de Fosforos.

Vivissimi rallegramenti ed auguri.

*

Il Consocio Cav. Ing. Giulio Dolcetta è stato nominato di recente Commendatore della Corona d'Italia.

Vivi rallegramenti.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Continuità e sicurezza di esercizio degli impianti.

Concludiamo in questo numero la descrizione dell'impianto di Crego della Soc. Conti, occupandoci particolarmente della disposizione della Centrale, del macchinario, dello schema e del cosiddetto «quadro». È la parte che, nel complesso organismo di un impianto idroelettrico, interessa più particolarmente gli elettrotecnici; ed è anche la parte su cui più disparate sono, assai sovente, le opinioni dei tecnici e più facili, quindi, le discussioni. Ognuno che viva, od abbia vissuto negli impianti è portato naturalmente a dare particolare importanza agli inconvenienti che ha avuto occasione di lamentare; e poichè innumerevoli e svariati sono gli inconvenienti e gli accidenti che possono colpire un impianto, si comprende come si siano potute creare delle «scuole» diverse e come si vedano tuttora impianti pressochè contemporanei ispirati a criteri opposti i quali pur tuttavia funzionano in condizioni ugualmente soddisfacenti nei riguardi della continuità e della regolarità dell'esercizio.

Nella centrale di Crego, fra le caratteristiche non comuni alla generalità degli impianti italiani, potremmo notare la mancanza di vere sbarre di smistamento fra alternatori e trasformatori, l'assenza di sezioni totalizzatrici, la messa a terra del neutro e, dal punto di vista costruttivo, la piccola altezza degli isolatori sull'alta tensione, e la posizione dei trasformatori rispetto alla Centrale: posizione che è per così dire una attenuazione del concetto adottato dalla stessa Società per la Centrale di Verampio dove, forse ancora sotto l'impressione di un grave incendio, i singoli trasformatori furono installati in altrettante cabine in muratura ad una certa distanza dalla centrale.

È certo che se si potesse pubblicare anche solo una parte delle discussioni che fra i nostri tecnici si sono svolte in addietro, e talvolta risorgono, su consimili particolarità delle centrali elettriche, si farebbe opera assai utile per tutti coloro che cominciano ad occuparsi di impianti e che devono spesso ricalcare la faticosa via già da altri battuta, ricadendo sovente in errori già da altri felicemente superati; nè sarebbe opera oziosa dato che la regolarità e la continuità del servizio sono in gran parte le conseguenze di una serie di piccoli accorgimenti ed artifici che solo la pratica ha potuto suggerire. Perciò plaudiamo all'iniziativa della Presidenza della Sezione di Milano di avviare una serie di conversazioni (o discussioni) sui mezzi per migliorare il servizio dei nostri impianti. La guerra abituandoci a tutte le riduzioni ed a tutte le privazioni, ci fa oggi passare sopra con grande disinvoltura alle interruzioni di servizio nelle distribuzioni di energia elettrica; ma è certo che se potessimo per un momento giudicare con la mentalità d'anteguerra l'attuale stato di cose, constateremmo indubbiamente un sensibile peggioramento. Peggioramento che è senza dubbio dovuto soprattutto alle enormi difficoltà fra cui hanno dovuto in questi ultimi anni svilupparsi i nostri impianti, ma che è doveroso cercar di compensare.

Attendiamo quindi col più vivo interesse l'esito dell'iniziativa della Sezione di Milano, augurandoci che, dopo l'esperienza dell'ultimo Congresso, le discussioni possano svilupparsi rigogliose. Intanto confidiamo che le descrizioni sistematiche da noi iniziate — le quali hanno incontrato plauso ed appoggio fra i soci — possano contribuire, mettendo in evidenza le caratteristiche elettriche di ogni centrale, a dare una solida base alle future discussioni.

Le possibilità nella grande trasmissione dell'energia.

Molti colleghi dell'Alta Italia ricordano assai bene come allorchè, venticinque anni or sono, sorsero a breve distanza di tempo

le centrali di Paderno e di Vizzola, rispettivamente a 42 ed a 50 periodi, nessuno avrebbe pensato che le rispettive zone di azione potessero un giorno interferire: la sessantina di chilometri che separavano in linea d'aria i due impianti, sembravano dare ogni tranquillità al riguardo. Quanto cammino in cinque lustri! Oggi, coll'entrata in esercizio dei primi impianti Americani a 220 kilovolt e col continuo progresso delle costruzioni elettromeccaniche, molti non vedono quasi più limiti alla grande trasmissione elettrica dell'energia. Il dottor OSSANNA ha pubblicato recentemente in Germania un notevole studio critico appunto sulle possibilità odierne di tale trasmissione e noi abbiamo pensato di far cosa grata ai lettori pubblicandone oggi un ampio riassunto.

Norme per la difesa contro le correnti vaganti.

La questione delle corrosioni e dei danni causati dalle correnti continue vaganti nel sottosuolo è nato con la trazione elettrica tranviaria e da allora ha sempre, più o meno, ad intervalli, richiamato l'attenzione degli elettrotecnici. Da noi le discussioni e gli studi non sono mancati; ma le une e gli altri sono stati meno nutriti che in altri paesi cosicchè ci mancano ancora non solo leggi, ma anche precise norme tecniche in materia.

L'Ing. PERI, riassumendo oggi lo stato della questione nei vari paesi, invoca appunto la pubblicazione di norme italiane contro le correnti vaganti. Nell'associarci alla giusta richiesta dell'Autore vogliamo solo qui ricordare che l'argomento è, come altri, allo studio presso il Comitato Elettrotecnico Italiano, il quale ha costituito nel suo seno una apposita sottocommissione; ma purtroppo da noi tali commissioni non hanno, come altrove, il valido aiuto di segretari e di personale tecnico stipendiato, ed i loro lavori sono esclusivamente affidati alla buona volontà dei commissari che sono necessariamente tutte persone che lavorano; e poichè è notorio che da noi fra i tecnici si lavora mediamente di più che all'estero, si può comprendere come questo pur così importante lavoro di codificazione tecnica non possa procedere con quella rapidità che ognuno desidererebbe.

LA REDAZIONE.

Descrizione impianti elettrici italiani.

Si è iniziata in questo mese sull'*Elettrotecnica* la pubblicazione di una serie di descrizioni di alcuni recenti ed importanti impianti elettrici italiani. Ciascuna descrizione sarà successivamente pubblicata in fascicolo a sè, tanto su carta comune che su carta patinata.

Tali fascicoli, con copertina, saranno posti in vendita all'Ufficio Centrale dell'A. E. I. ai seguenti prezzi:

Per ogni 8 pagine (di testo e illustrazioni)

su carta comune L. 2,40

su carta patinata » 3,—

In più, quando ne sia il caso, L. 0,50 per la spedizione di ogni fascicolo sottofascia e L. 1,— raccomandato.

I Soci dell'A. E. I. e gli abbonati dell'*Elettrotecnica* che si prenoteranno entro il 5 febbraio prossimo avranno uno sconto del 25%, cioè pagheranno, per ogni 8 pagine, su carta comune L. 1,80, su carta patinata L. 2,25.

LE CORRENTI VAGANTI TRAMVIARIE. LA NECESSITÀ DI UNA LEGISLAZIONE IN MATERIA □ □ □ □ □ □ □

G. PERI

Il fenomeno della corrosione elettrolitica delle strutture metalliche, per opera delle correnti fuorviate dai binari delle tramvie elettriche a corrente continua, è ormai troppo noto e discusso (¹), perchè abbisogni di ulteriori illustrazioni. La corrente del binario tramviario, che, ove il suo potenziale è relativamente alto, ed esistono condizioni favorevoli di conducibilità del terreno, abbandona le rotaie e salta sui tubi o strutture metalliche in genere site in vicinanza, ove lascia questi tubi per restituirsì alla centrale, o semplicemente per scegliere altro cammino di minor resistenza che può presentarsene dinanzi, corrode e distrugge il tubo che così abbandona, funzionando questo come anodo di un bagno elettrolitico, di cui il terreno umido è l'elettrolito.

Ora mentre la rotaia per la sua natura compatta e massiccia e per il disperdimento graduale della corrente da tratti relativamente lunghi non soffre sensibilmente la corrosione elettrolitica, succede sovente che le Società del Gas, o dell'Acqua potabile, o di distribuzione dell'energia elettrica si trovano in seri guai per il regolare esercizio dei loro impianti, per frequenti fughe di gas od acqua dai tubi, o per messa a terra dei cavi elettrici isolati in carta.

È necessario allora correre ai ripari, ed è evidente che la spinta prima e più urgente a provvedere l'abbiano le Società che risentono il danno, e per cui il danno è insopportabile. Viceversa è logico ritenere, in conformità anche dei referti delle molte Commissioni tecniche le quali, all'estero, si sono occupate della materia, che il provvedimento più essenziale e più efficace per attenuare i danni dell'elettrolisi sia in diretto possesso delle Società Tramviarie, poichè è solo agendo sul binario, o più generalmente sulla rete di ritorno a terra della tramvia, che si combatte la causa dei fenomeni e dei danni elettrolitici.

Il sistema maggiormente usato, almeno qui in Italia, dalle Società danneggiate per alleviare i guasti alla loro rete di tubi consiste nel collegarla metallicamente in punti appropriati coi binari tramviari; si tenta così di sostituire alla conduzione elettrolitica attraverso il suolo una conduzione interamente metallica e quindi innocua. Con ciò all'utilizzazione occasionale, e in gran parte dei casi irregolare, che le Società tramviarie avevano avuto sino ad allora di circuiti non loro in parallelo con i propri, si viene a sostituire di comune accordo una utilizzazione regolare, direi quasi legittima, dei circuiti stessi.

In Pittsburg, S.U. d'America, ov'è stato applicato il sistema suddetto amplificato nel senso di assicurare la conduttività dei giunti dei tubi d'acqua e di gas e di effettuarne il drenaggio della corrente mediante l'impiego di alimentatori negativi direttamente collegati alle sbarre in centrale, si è riscontrato che la corrente portata dai tubi era quasi metà della corrente erogata dalla stazione centrale.

A parte le obiezioni che il sistema può sollevare, e i gravissimi inconvenienti cui può dar luogo e che saranno accennati in appresso, non è detto ch'esso sia destinato ad eliminare il pericolo dell'elettrolisi, a meno non attui un drenaggio di corrente intensissimo e di venti pertanto di difficile attuazione e di rilevantissimo costo.

Come non è detto che sia di sicura riuscita l'altro provvedimento, più razionale, di interrompere la continuità metallica dei tubi, con la interposizione di giunti o di tubi isolanti, a meno non si ritenga di sostituire tutta, o quasi tutta, la tubazione con altra in materiale non conduttivo dell'elettricità, ciò che certamente è impraticabile per ragioni tecniche e per spesa e disturbo.

Cosicchè se i rimedi tentati dalle Società danneggiate non abbiano avuto effetto, e la Società tramviaria non ritenesse, per qualsiasi motivo, modificare o migliorare la sua rete di ritorno, non rimane alla questione altra soluzione che il giudizio del tribunale. Il tribunale dal canto suo, trattandosi di materia eminentemente tecnica, e per cui in Italia non esiste regolamento alcuno, non può giudicare che in base al giudizio di periti, e poichè non è difficile trovare periti che sullo stesso oggetto la pensino in maniera perfettamente opposta, può succedere quello che è successo in tanti casi consimili, che la lite si trascini per anni ed anni, per finire poi in un giudizio che non meritava tanta maturazione.

Se esistessero anche da noi delle norme che regolassero questa complessa materia delle correnti vaganti, non solo, e questo è il meno, qualsiasi giudizio di tribunale e di perito sarebbe più preciso e più spedito, ma questi giudizi non sarebbero più necessari, perchè, e questo è fondamentale, il pericolo della elettrosi sarebbe eliminato o mitigato grandemente.

In Inghilterra dove una legge sulla elettrosi, promulgata dal Governo, è in vigore sino dal 1894, non si sono mai verificati casi rimarchevoli di distruzione elettrolitica. Questa legge, che fu successivamente ritoccata e migliorata per renderla più adatta al progresso dei tempi e della tecnica, è forse la migliore che esista in materia e non ha sollevato opposizione o contrasto alcuno da parte delle Società tramviarie, i cui impianti rispondono comodamente senza bisogno di disposizioni od opere speciali, alle prescrizioni in essa contenute.

Essa ha servito di tipo per molti altri regolamenti comparsi in seguito, specialmente negli Stati Uniti d'America.

In Germania dal 1910 è in vigore un regolamento compilato dalla Commissione mista per le correnti vaganti, nominata dalla Società dei gasisti ed acquedottisti, dalla Associazione Elettrotecnica e dalla Federazione delle Amministrazioni dei Tramways e Ferrovie. Questo regolamento, sebbene non abbia valore legale, è stato riconosciuto ed adottato come modello regolatore in tutta la Germania.

In Francia è in vigore sull'elettrolisi un decreto ministeriale del 21 marzo 1911 (¹); a Bruxelles, Christiania, Vienna, Pietrogrado, ecc., vigono, o vigevano, sullo stesso argomento regolamenti appositi. Negli Stati Uniti d'America ogni Stato, si può dire, ha un regolamento proprio; il più completo, ed intonato ad una ragionevole valutazione della situazione, è quello della città di Chicago, deliberato da quella autorità municipale il luglio 1912. (²)

Il problema dell'elettrolisi originata dalle correnti vaganti tramviarie, fu sinora trascurato da noi. Il continuare in questa via vorrebbe dire adattarsi deliberatamente in una condizione di inferiorità, rinunciare a direttive precise in materia tanto delicata che pone sovente di fronte i più importanti ed indispensabili servizi cittadini, contentarsi di trarre ispirazione volta per volta da ciò che altre nazioni hanno già fatto da tempo.

Convengo che in Italia, fortunatamente, non si sono verificati quei grandiosi e frequenti casi di distruzione elettrolitica, che, altrove, hanno portato all'emanazione di regolamenti, di cui taluno, troppo affrettato e severo, fu in seguito dovuto ritoccare. Ma è doveroso ammettere che simile materia non può essere lasciata in arbitrio di interpretazioni variabili ed in solo potere degli interessati; e che è necessaria la sensazione, per le due parti che possono trovarsi di fronte, che il diritto e il dovere di ognuna sono egualmente considerati e tutelati.

Già gasisti ed acquedottisti nei loro congressi hanno reclamato la necessità di apposite norme che definissero la questione delle correnti vaganti; perchè non può la nostra Associazione Elettrotecnica raccogliere l'invito?

Anzitutto, a quali principi dovrebbe informarsi questo regolamento? Esso dovrebbe, a mio avviso, aver direttamente di mira di contrastare la causa dell'elettrolisi, prescindendo dagli effetti; non dovrebbe cioè stabilire, ad es., con formula troppo vaga e pericolosa, che «la conduttività elettrica del ritorno tramviario non produca dannose azioni elettrolitiche», o che la densità della corrente sui tubi o sulle guaine metalliche dei cavi non superi un determinato valore, ma semplicemente e chiaramente fissare a quali condizioni debba soddisfare il circuito elettrico di ritorno a terra della tramvia. Tutto l'altro è in gran parte conseguenza logica di questa norma; e se la rete di ritorno ha da essere ritoccata, è ragionevole che lo sia per le accertate deficienze proprie, non per la maggiore o minore densità di corrente che può percorrere un tubo vicino, su di che possono influire elementi esorbitanti dalla responsabilità diretta della Società tramviaria.

I punti a precisarsi sono due: la massima caduta di tensione ammissibile nel binario e la massima differenza di potenziale tra binario e tubi. Questi valori vanno riferiti ad una determinata condizione di carico della rete: per esempio, il massimo, secondo la legge inglese, è definito come il valore medio entro il più alto picco momentaneo ed il medio per un'ora di massimo carico.

La massima differenza di potenziale entro due punti qualsiasi del binario è, secondo la legge inglese, 7 volt, e secondo la legge di Chicago, 12 volt.

(¹) Vedasi ad es.: G. REVESSI - Atti del Congresso Int. App. Elettr. Torino 1911, Vol. II, pag. 1216. - G. PERI - L'Industria 1913, N. 6, 7, 8.

(²) *Electricien*, 29 aprile 1912.

(³) *Electr. World*, 10 agosto 1921.

Le cifre del regolamento tedesco sono riferite al periodo di traffico medio o normale della linea e sono distintamente riferite alle regioni urbana e suburbana, servite dalle tramvie.

Questa distinzione è opportuna e dovrebbe anche considerare le tramvie interurbane, per le quali possono essere ammessi nel binario limiti di tensione proporzionalmente maggiori in ragione della non continuità del servizio.

Può tornare opportuno specificare il gradiente del potenziale lungo il binario, che per le reti cittadine non dovrebbe eccedere 1 volt od al massimo 1,5 volt per km, riferito alla media del traffico giornaliero, il che può corrispondere a quasi il doppio durante l'ora di picco.

Può anche essere stabilita, se si vuole, la resistenza elettrica dei giunti, per quanto la considerazione ne sia già implicita nella caduta di tensione lungo la rotaia.

La normale resistenza dei giunti è la causa prima e fondamentale delle fughe o sviamenti di corrente dal binario.

Investigazioni avvenute qualche anno fa in Svizzera ⁽¹⁾ sui binari di quelle ferrovie a corrente continua, hanno dimostrato che le connessioni delle rotaie colà usate hanno troppo alta resistenza.

I limiti che le varie norme ammettono per tale resistenza variano dall'equivalente di m 2,5 a m 10 di rotaia.

A Chicago, negli Stati Uniti d'America, era stato prescritto in un primo tempo che la conduttività dei giunti fosse eguale a quella della rotaia, imponendo così alle Società tramviarie la saldatura di tutte le rotaie, ma tale prescrizione esagerata fu in seguito dovuta abrogare.

Come pure non poterono aver vita altre norme ancor troppo restrittive, tendenti a stabilire che la resistenza di un giunto non eccedesse quella di 1 metro di rotaia.

Credo che, volendo, si potrebbe arrivare ad ammettere che la resistenza dei giunti non superi il 100 % di quella della rotaia supposta continua.

Da misure che ho avuto occasione di compiere sul binario di tramvie a corrente continua nel Biellese, ho rilevato che la resistenza dei giunti equivaleva da sola a 2 e sino a 4 volte quella del binario.

Dalle stesse misure ho rilevato che con carico minimo della rete la caduta di tensione nel binario, tra un estremo e la centrale, era in media di 26 volt con picchi a 80 volt, ciò che corrisponde in condizioni di traffico intenso a valori tripli.

La differenza di potenziale tra rotaie e tubi non ha dal punto di vista dell'elettrolisi gran valore, dipendendo la ossidazione del metallo, più che dalla tensione disponibile, dalla densità e dalla durata della corrente; è perciò che quei regolamenti i quali oltre che delle caratteristiche elettriche del binario, si occupano anche del fenomeno elettrolitico in sé, considerano in sua vece la densità di corrente sui tubi.

La legge inglese fissa come limiti per la differenza di potenziale tra rotaie e tubi 4,4 volt quando il tubo è negativo e 1,48 volt quando il tubo è positivo.

Da misure eseguite in Torino in prossimità dei capilinea periferici di qualche tramvia, dove il piombo dei cavi di illuminazione pubblica era stato distrutto in parecchi tratti a ripetuti intervalli di tempo, si è rilevato, ove il tubo era catodico, una tensione della rotaia rispetto al piombo di 15-20 volt, con traffico normale della linea.

Nella regione permanentemente anodica del tubo, quella soggetta alle distruzioni, non esistevano più rotaie perchè già all'infuori del centro abitato; la tensione del piombo rispetto a terra fu trovata di 2-3 volt; la corrente si restituiva alla centrale per altre vie che non sono il binario, più lunghe, ma meno resistenti.

*

Questo regolamento sulle correnti vaganti, di cui ho cercato ora abbozzare la necessità e la conformazione, potrebbe essere accompagnato da istruzioni tecniche, le quali spieghino e descrivano i metodi e gli apparecchi per determinare la resistenza dei giunti delle rotaie, la intensità della corrente nei tubi, la caduta di tensione nei vari punti del binario, la percentuale della corrente totale tramviaria che fa ritorno alla centrale senza passare per i cavi di ritorno, ecc.

Potrebbero essere citati i rimedi che le Società dell'acqua o del gas dovrebbero attuare, per eliminare l'elettrolisi, a complemento di quelli di spettanza delle Società tramviarie, tenendo per fermo che il collegamento metallico tra rotaie e tubi, e il cosiddetto drenaggio della corrente dai tubi, avrebbe da essere scartato. In Germania e Austria questo sistema non è permesso, ed in Inghilterra, ove è permesso sotto condizione, non è usato.

Detto sistema può usarsi, ed è l'unico attuato con successo, per la protezione dei cavi elettrici. Se usato intensivamente con i tubi d'acqua e di gas produce un'eccessivo richiamo di corrente sui tubi stessi, con pericolo di altre perturbazioni e fenomeni elettrolitici in regioni fino allora immuni, e col risultato che dei nuovi danni ai terzi devono rispondere contemporaneamente e le Società tramviarie e le Società proprietarie dei tubi.

Limitato invece ad un semplice collegamento metallico tra suolo e rotaia nella regione anodica, la sua efficacia è molto incerta, specie se la conduttività elettrica delle giunzioni dei tubi è poco buona, e se il terreno in cui il collegamento fatto è molto conduttivo. I tubi dell'acquedotto Mazzucchetti in vicinanza alla centrale della tramvia Biella-Oropa hanno continuato a subire distruzioni fortissime, non ostante l'esistenza del collegamento ora detto.

IMPIANTI ELETTRICI DELLA SOCIETÀ ANONIMA IMPRESE ELETTRICHE CONTI IN VAL D'OSSOLA □ □ □ □ □

IMPIANTO DI CREGO

(Continuaz., v. N. 2).

14 - Centrale.

La Centrale, alla quale si accede mediante un breve tronco di strada proveniente dalla Centrale di Verampio e soprapassante il Toce con un manufatto provvisorio in legno, è situata quasi in fregio al Toce e a ridosso della falda montana; se ne dovette ricavare il posto con un importante muraglione in fregio al fiume.

Come tutte le Centrali della Società Conti, la quale si preoccupa sempre notevolmente del lato artistico-edilizio, la Centrale di Crego fu disegnata dall'Arch. Portaluppi. Essa è illustrata dalla figura 26.

All'edificio principale della Centrale sono immediatamente annessi piccoli edifici per l'officina di riparazione, e per gli spogliatoi e i bagni per il personale. Poco discosto è costruito un altro edificio adibito ad abitazione del personale.

Il fabbricato della Centrale è tutto in muratura di pietra. Le fondazioni delle macchine, fino alla quota d'imposta degli archi, sono pure ottenute con muratura di pietrame con malta ricchissima di cemento. Tutte le volte ad arco e la struttura portante il pavimento sono in calcestruzzo da 300 kg di cemento per metro cubo. Le volte non sono armate.

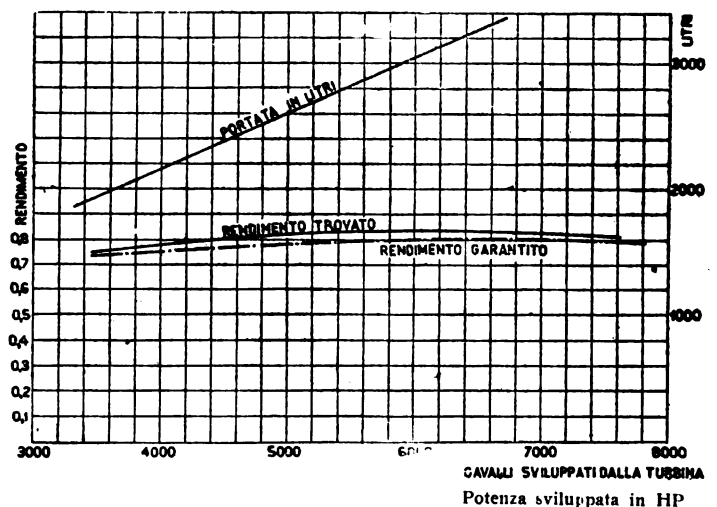


Fig. 25. — Diagrammi di collaudo di una turbina Francis.

Il solaio dei locali del quadro è a putrelle e tavelloni forati, ricoperto da pavimento in piastrelle di cemento.

Il tetto ha tutta la carpenteria in ferro in vista; la copertura è di tipo Perret con soprastruttura in ardesia.

Nella sala macchine di m 15,50 per 40, si trovano, come si vede nella pianta di figura 30, i tre gruppi generatori ed i due gruppi di eccitazione.

I primi, illustrati in fig. 29, a 840 giri, sono costituiti da turbine tipo Francis delle Costruzioni Meccaniche Riva, ciascuna per una portata massima di 3,900 m³/1" sotto un salto motore di m 189,60, direttamente accoppiate ad alternatori trifasi Brown Boveri da 7000 kVA (cos φ = 0,75) a 8000 V e 42 periodi.

⁽¹⁾ Bollettino della Associazione Elettrotec. Svizzera, ottobre e nov. 1920.

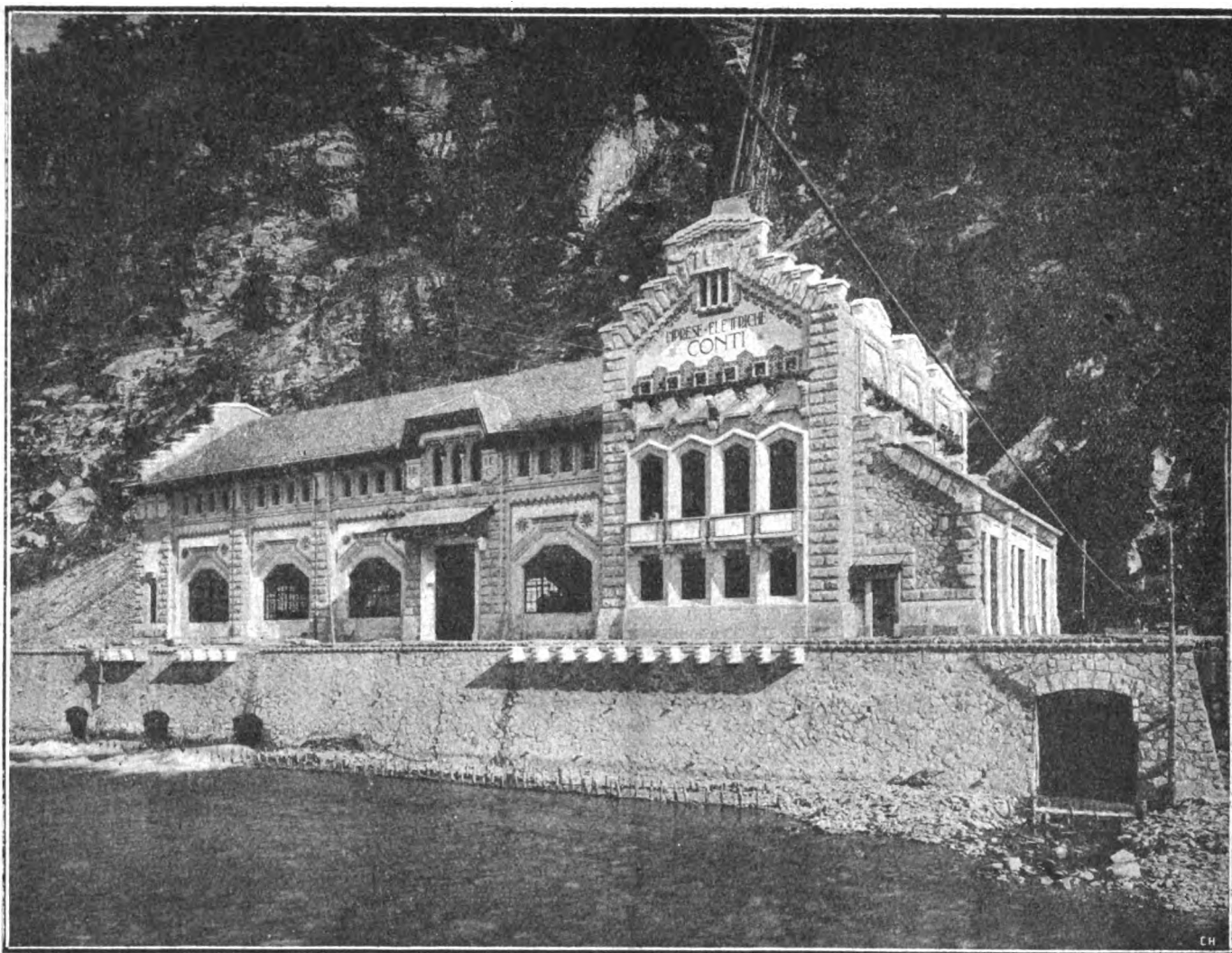


Fig. 26. — Vista della Centrale di Crego.

I due gruppi di eccitazione, a 750 giri, sono costituiti da turbine tipo Pelton, pure delle Costruzioni Meccaniche Riva, da 180 kW a 150 V.

L'adozione delle turbine Francis per i gruppi generatori fu consigliata, in confronto delle Pelton, da ragioni economiche, e nonostante la elevata velocità angolare non si ebbero inconvenienti. Per due gruppi si lamentarono da principio alcune difficoltà per il perfetto equilibramento delle masse ruotanti, ma in seguito i tre gruppi hanno sempre funzionato senza vibrazioni apprezzabili.

*

Le turbine principali illustrate nelle figure 32 e 34 sono ad asse orizzontale.

La ruota mobile è montata a sbalzo sull'asse ed ha un diametro di 980 mm allo spigolo d'ingresso delle pale. Il diametro relativamente piccolo della ruota ha permesso di allargare il distributore e quindi di avere dei condotti fissi e mobili, di dimensioni opportune per rendere piccole le perdite per attriti e cambiamenti di direzione. Le fughe d'acqua nell'intervallo fra distributore e ruota mobile sono ridotte al minimo mediante opportuna regolazione del gioco assiale fra parte fissa e ruota girante per mezzo di anelli registrabili dall'esterno. Si ottiene così un buon rendimento volumetrico della turbina.

La camera a spirale è in ghisa con collegamento in acciaio. Le pale del distributore sono in acciaio forgiato in un pezzo col perno che le porta e sono racchiuse fra corone ricambiabili pure in acciaio. La ruota mobile è di bronzo, montata su mozzo in acciaio.

La manovra delle pale mobili del distributore è effettuata con comando esterno, del tipo a catena. Le turbine sono fornite di scarico sincrono a valvola conica con sede in bronzo, con freno ad olio azionato direttamente dal regolatore.

L'olio di lubrificazione dei supporti è raffreddato in un serpen-

tino immerso nell'acqua ed è tenuto in circolazione da una pompa rotativa direttamente azionata dall'albero della turbina.

Le saracinesche principali sono del tipo a servo-motore a pressione d'acqua.

Il rendimento delle turbine, come risulta dai diagrammi di collaudo che riproduciamo in figura 25 è superiore all'83% e si mantiene superiore all'80 % anche per larghi margini di variazione della potenza. La regolazione è studiata in modo che per un distacco

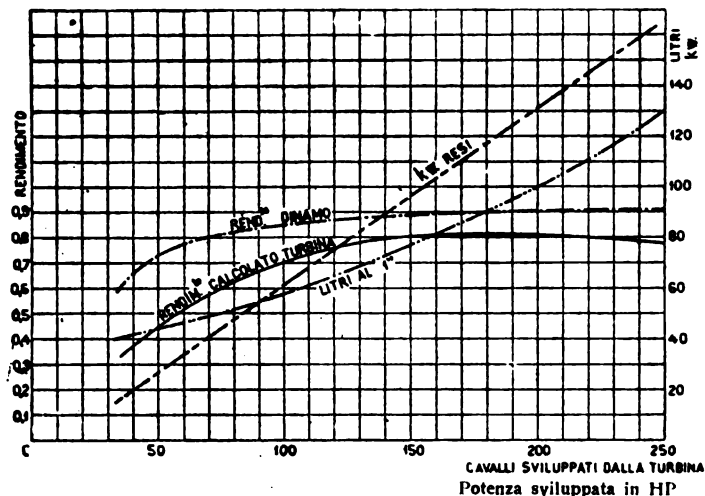


Fig. 27. — Risultati di collaudo di un gruppo di eccitazione.

brusco del carico si ha uno scarto istantaneo di velocità inferiore al 14 % ed un aumento di pressione inferiore al 10 %.

Le turbine per le eccitatrici sono come si disse, Pelton ordi-

narie. Per assicurare un maggior grado di regolarità esse sono munite di volano, montato fra turbina e dinamo.

Nella figura 27 sono riportate le curve di rendimento della turbina e del gruppo (in funzione della potenza resa) determinate in sede di collaudo.

*

Gli alternatori da (7000 kVA, 8000v 840N, $f = 42$) di costruzione Brown Boveri, di tipo chiuso ad eccitazione indipendente, sono collegati alle turbine mediante un giunto rigido. Ogni gruppo ha soltanto tre supporti essendo la ruota della turbina, come si è detto, montata a sbalzo; i supporti sono del tipo ad anelli con raffreddamento a circolazione d'acqua.

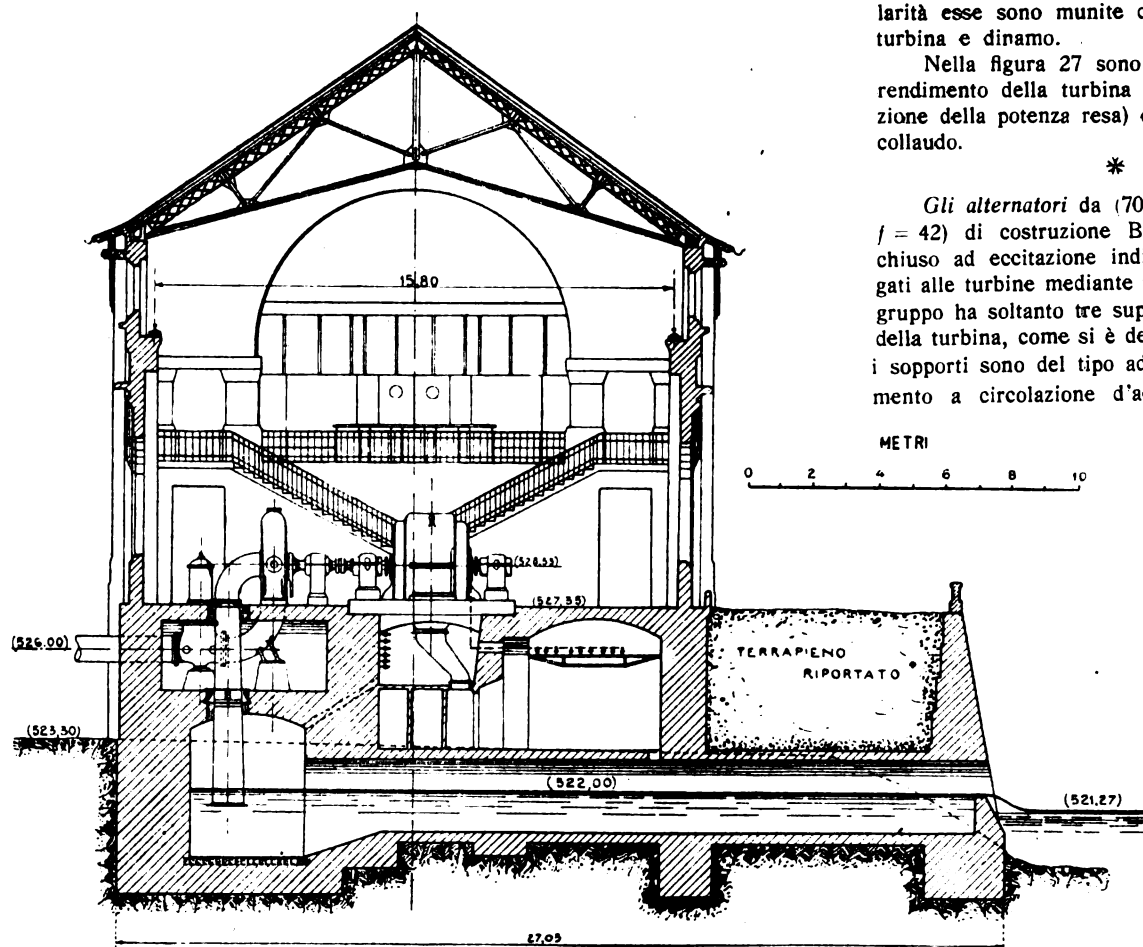


Fig. 28. — Centrale di Crego - Sezione trasversale.

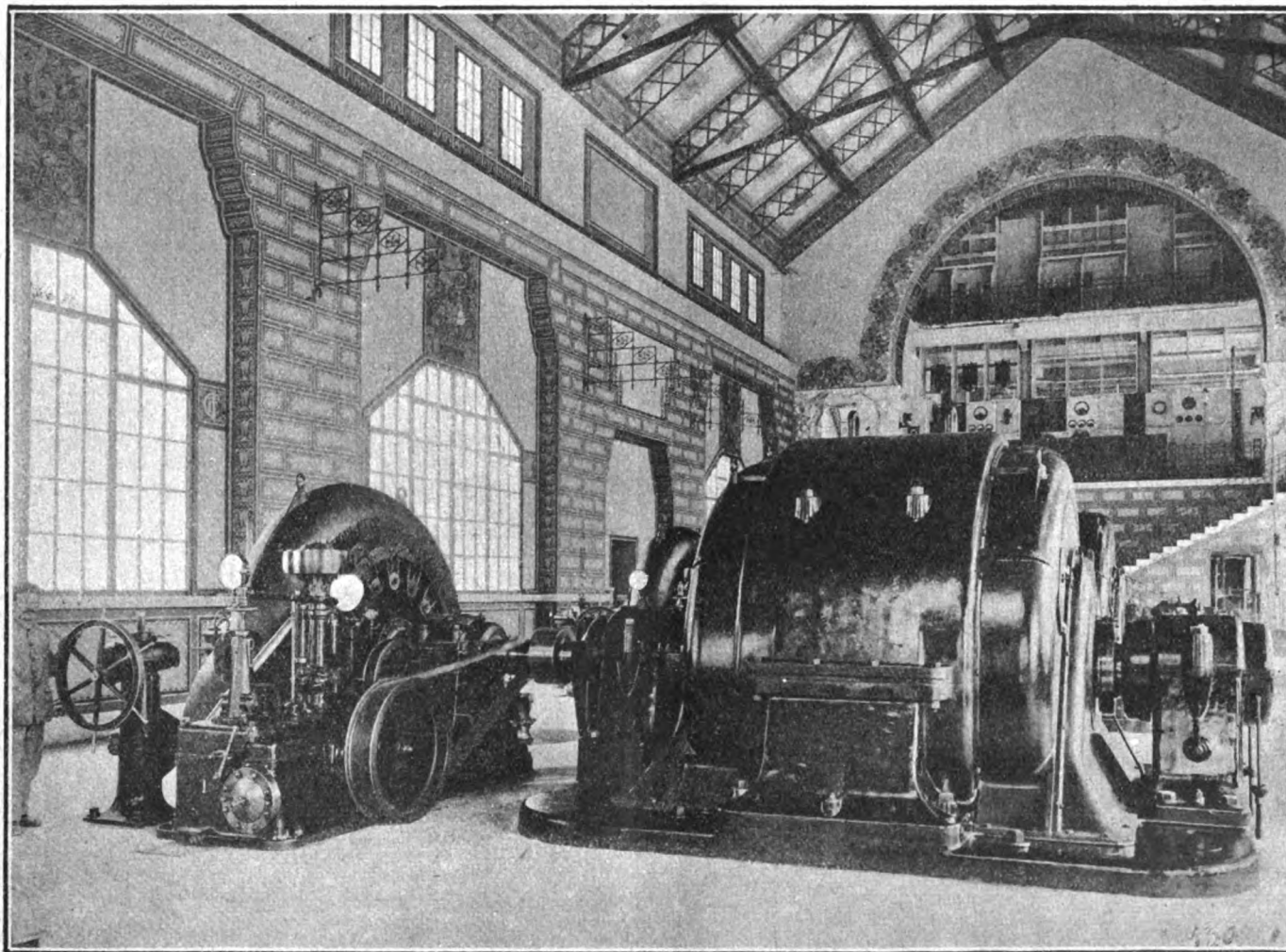


Fig. 29. — Centrale di Crego - Insieme di un gruppo.

Come si vede nelle sezioni delle fig. 31 e 28, la ventilazione degli alternatori è ottenuta mediante aspirazione d'aria da apposito canale, comune a tutte le macchine; la presa è effettuata nei sotterranei. Lo scarico dell'aria calda viene effettuato con un canale distinto per ciascun alternatore e ciò allo scopo di potere, quando occorra, lavorare attorno ad una macchina senza venire disturbati dall'aria calda delle altre. D'inverno gli scarichi di aria verso l'esterno vengono chiusi e l'aria calda, da apposite aperture praticate nel pavimento sulla direzione dell'asse delle macchine, viene immessa in Centrale. Il funzionamento degli alternatori, dato il loro tipo chiuso è silenzioso.

La tensione di eccitazione, che è di soli 150 V, richiede l'uso di piattine robuste per lo avvolgimento dei poli, che è infatti effettuato mediante piattina di rame nudo con spire sporgenti pel raffreddamento. Ne viene una robustezza assai opportuna agli effetti delle sollecitazioni meccaniche provenienti dalla rilevante velocità periferica della ruota mobile.

Le macchine sono provviste di coppie termoelettriche collocate fra l'avvolgimento e il ferro e collegate ad apposito indicatore di temperatura sul quadro.

La ruota polare è formata da piastroni in acciaio a nuclei, con poli salienti sui quali è riportata l'espansione lamellata; la ruota è blindata sull'albero.

Lo statore è diviso in due parti, coi piedi fusi alla carcassa; è a fori aperti con l'avvolgimento a bobine smontabili.

Le prove di isolamento fra l'avvolgimento dell'armatura e la massa furono eseguite con una tensione di 20 000 V applicata per un minuto primo; quelle fra avvolgimento induttore e massa, furono eseguite a tensione di 1500 V per un minuto primo.

La sopra elevazione di temperatura normale a pieno carico è di 50 gradi. Gli alternatori possono sopportare senza danno, per un minuto primo, la massima corrente di corto circuito con piena eccitazione.

Il GD^2 della ruota polare è di 20 000 kgm^2 .

Gli alternatori possono sopportare la velocità di fuga del gruppo (1,8 volte la normale).

La variazione di tensione da pieno carico a vuoto, ad eccitazione e velocità costanti, è rispettivamente del 10% e del 25% per fattore di potenza di 1 o di 0,75.

Il rendimento, comprese le perdite di eccitazione e quelle di attrito e ventilazione, risulta secondo le garanzie, dalla tabella seguente:

Al carico di	4/4	3/4	2/4	1/4
$\cos \varphi = 1$	95,5%	94,5%	93,0%	87,5%
$\cos \varphi = 0,75$	94,0%	98,0%	92,0%	85,0%

*

Le eccitatrici da 180 kW a 150 V sono ad eccitazione composta. Oltrechè all'eccitazione degli alternatori esse servono anche a fornire corrente pel servizio luce e per la manovra degli interruttori in olio azionati da solenoidi.

*

Per ogni generatore è installato un gruppo di tre trasformatori monofasi, di rapporto da 8000 a 60 000 V, della potenza di 2340 kVA, collegati a triangolo sulla bassa tensione e a stella sull'alta. I trasformatori, forniti dalla General Electric Co. sono del tipo a nucleo, nell'olio, con raffreddamento ad acqua.

Essi sono installati a tre a tre in celle separate e direttamente addossate all'edificio del quadro, ma separate da esso da una parete di muratura. Si è qui adottata una soluzione in-

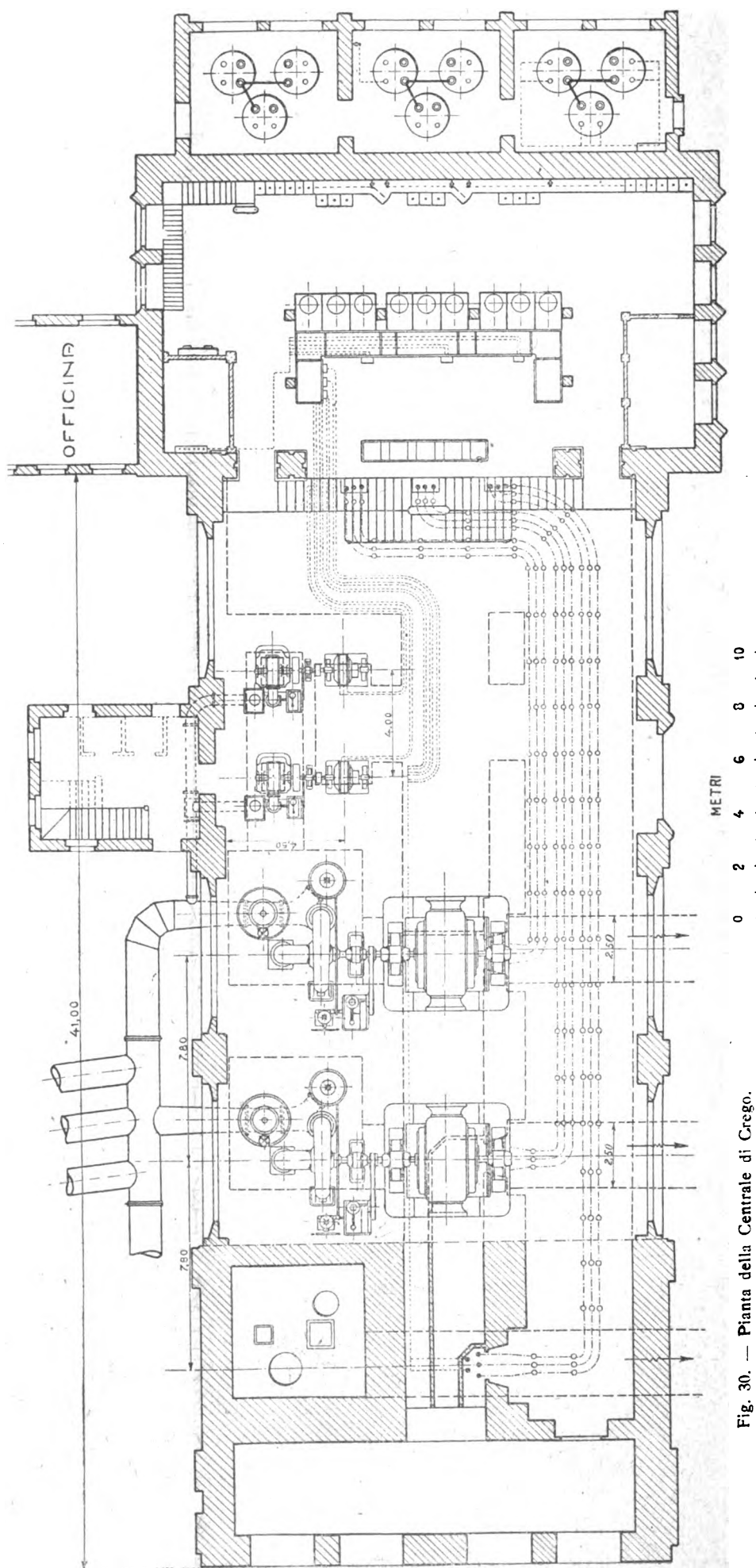


Fig. 30. — Pianta della Centrale di Crego.

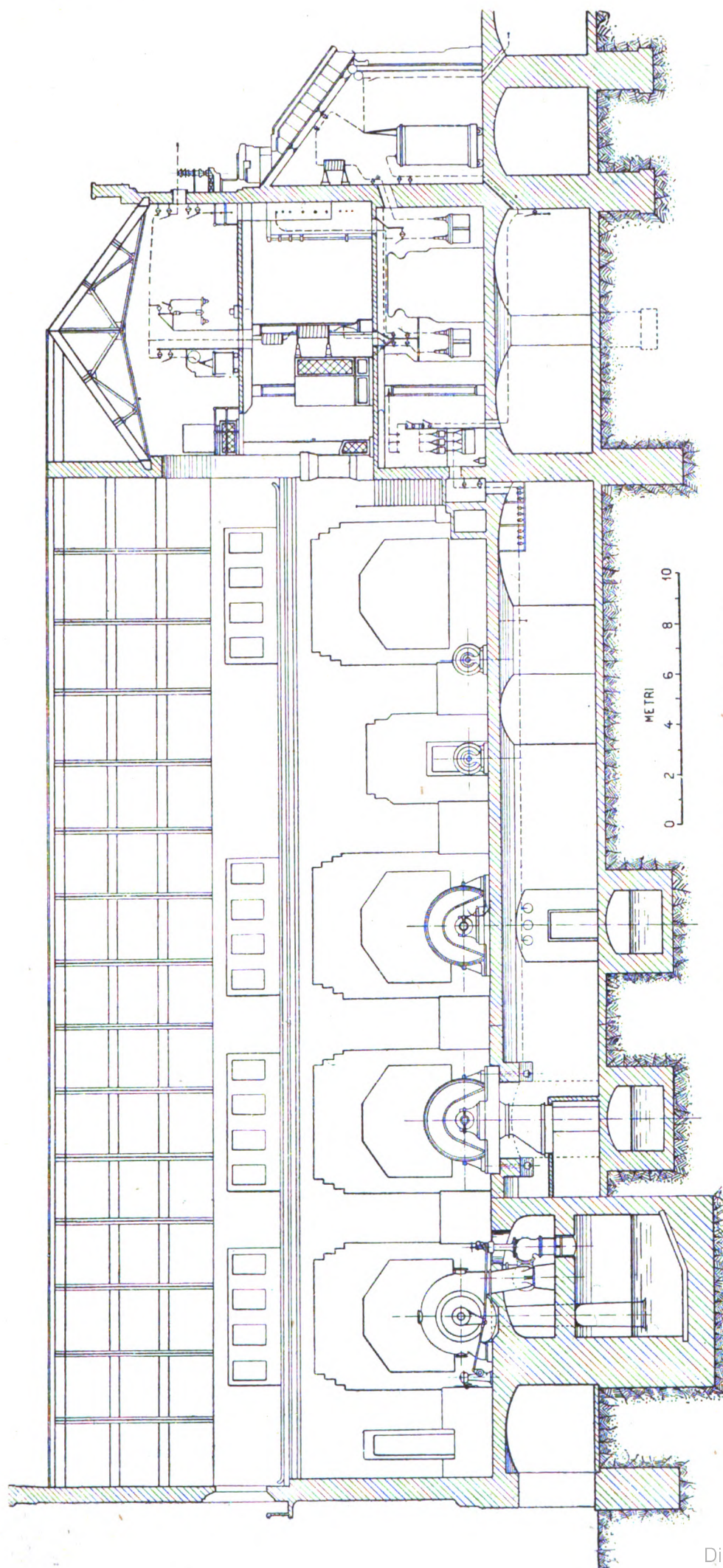


Fig. 31 — Centrale di Crego - Sezione longitudinale.

termedia; mentre infatti nelle più vecchie Centrali della Società, di Goglio e di Riva-sco, i trasformatori sono installati entro l'edificio stesso della Centrale, in quella più recente di Verampio si sono costruite per i trasformatori apposite celle distinte e lontane fra loro e dall'edificio principale. La disposizione era stata suggerita dal concetto di ridurre i danni in caso di incendio dell'olio di un trasformatore.

Le celle dei trasformatori sono rettangolari, delle dimensioni di m 4,50 x 5,40 e ricoperte da un tetto ad una sola falda inclinata. Sul fondo delle celle è predisposto un canaletto di scarico per l'acqua di raffreddamento. Ogni cella contiene anche tre bobine Campos inserite sulle linee ad alta tensione. Vi è anche un coltello separatore per staccare il collegamento del neutro a terra.

Degna di menzione particolare è la disposizione adottata per trasportare i singoli trasformatori in Centrale quando occorresse ripararli e comunque estrarre il nucleo dal cassone (per il che può servire la gru stessa della Centrale). Anziché far passare i trasformatori su apposito carrello come d'ordinario, le basi stesse dei trasformatori sono munite di 4 ruote con supporti a sfere e girevoli intorno ad un asse verticale (figura 36). I trasformatori possono essere fatti scorrere facilmente su binari che, dalle celle dei trasformatori uscendo all'aperto, corrono intorno all'edificio della Centrale, ed entrano nella sala macchine dalla porta principale. Agli incroci, anziché le ordinarie piattaforme girevoli, si ha un sistema di quattro piccole piattaforme che permettono di far girare le singole ruote sotto il trasformatore, come è indicato nelle figure 33 e 35.

La figura 36 mostra la speciale disposizione costruttiva delle ruote.

Schema e quadro.

I criteri seguiti nell'organizzazione della parte elettrica della Centrale risultano in gran parte dallo schema della figura 37.

Per l'eccitazione si è adottato il sistema già in uso in tutte le altre Centrali della Conti: eccitazione separata con due gruppi idraulici di eccitazione, uno di riserva all'altro e doppio sistema di sbarre. Ogni gruppo alimenta un sistema di sbarre, ma vi è la possibilità di accoppiare in parallelo i due gruppi e quindi i due sistemi.

Ogni campo di alternatore può essere alimentato da uno qualunque dei sistemi mediante opportuno commutatore. In serie con ciascun campo, oltre al reostato, all'interruttore automatico e all'amperometro, v'è una resistenza fissa normalmente messa in corto circuito da uno speciale interruttore automatico posto sotto il controllo del personale che può farlo scattare sia in caso di corto circuito che di fuga di un gruppo, in modo da ridurre prontamente e notevolmente l'eccitazione degli alternatori.

Passando ai circuiti a 8000 V (tensione di macchina) si noterà innanzi tutto la mancanza di vere sbarre omnibus a tale tensione, come pure di sbarre di smistamento. Ogni alternatore è normalmente connesso al rispettivo trasformatore. Ogni alternatore può però anche essere collegato, mediante coltelli, a due diversi sistemi di sbarre: le «sbarre neve» di cui diremo più avanti e le sbarre «servizi» che, come dice il nome, alimentano i trasformatori da 100 kVA (8000/150 V) per i servizi della Centrale.

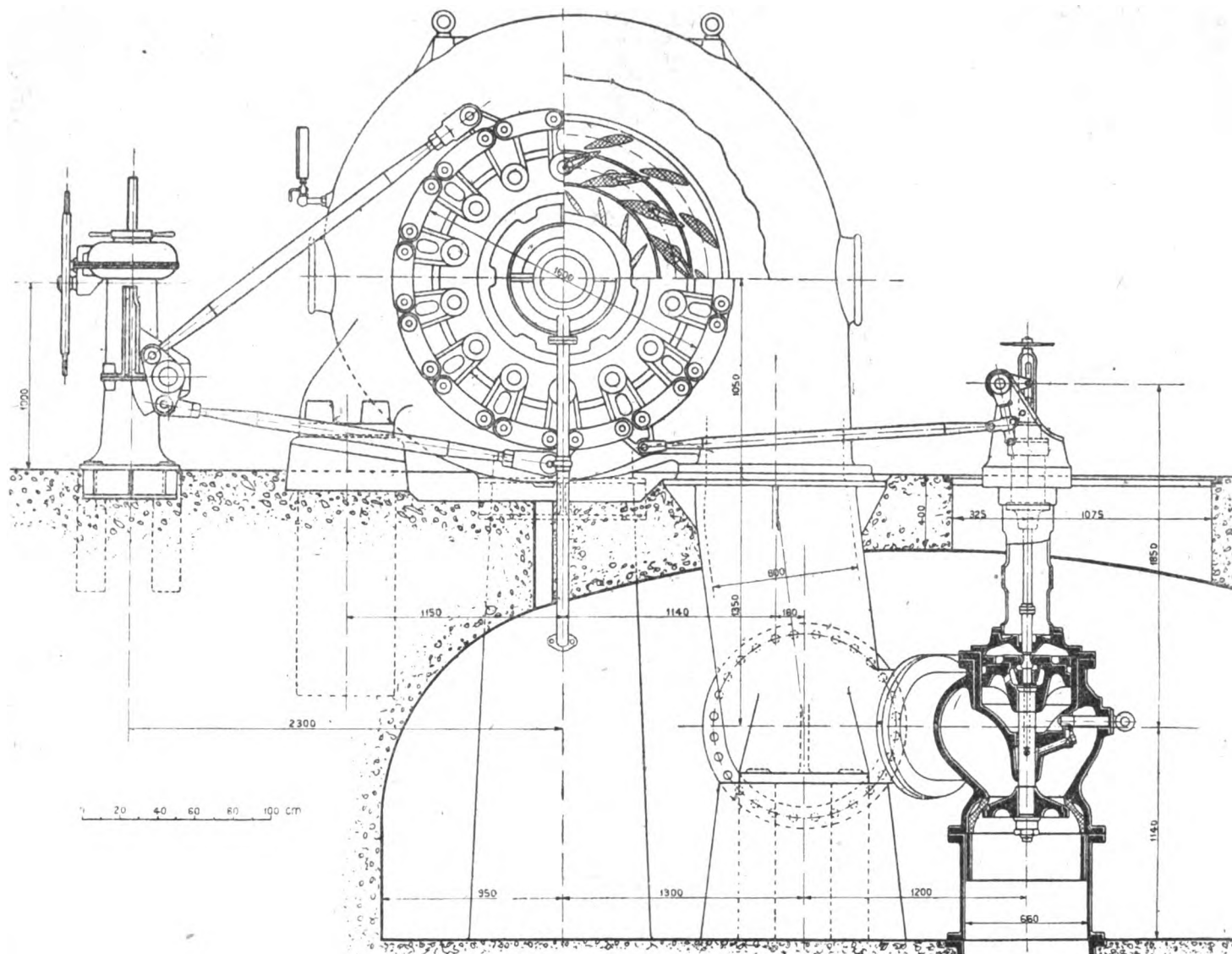


Fig. 34. — Centrale di Crego - Vista di fianco di una turbina.

Per eliminarli si dovette fare la presa di terra al di là del fiume. Perciò il collegamento che forma il neutro dell'alta tensione dei tre

zione longitudinale della fig. 31). Tale conduttura corre nell'ultimo sotterraneo verso valle, il quale sbocca nel fiume, e fa capo alla corda di rame attraversante il fiume che si vede nella fotografia della figura 26.

Oltre che alla messa a terra del neutro, la protezione contro le sovratensioni è affidata esclusivamente alle bobine Campos ed agli scaricatori a getto liquido.

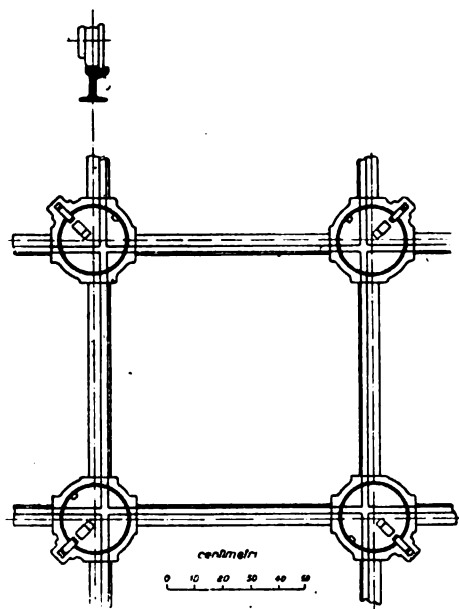


Fig. 35. — Disposizione delle piattaforme girevoli, all'incrocio dei binari.

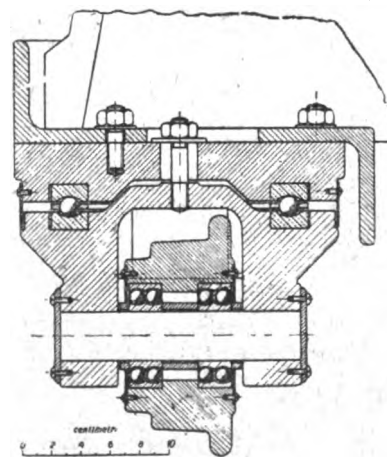


Fig. 36. — Ruote dei trasformatori.

trasformatori monofasi di ogni cella fa capo, con interposizione di un coltello, ad una conduttura isolata (che si vede assai bene nella se-

In complesso nei riguardi delle sovratensioni le condizioni di servizio sono ottime. In Centrale — anche per la messa a terra del neutro

— non si ebbero mai fulminazioni di isolatori. Per le linee il ricambio annuo si aggira sul 0,5 per cento.

*

I servizi della Centrale (gru, pompe, ecc.), sono prevalentemente affidati ai trasformatori da 100 kVA, 800/150 V alimentati, come si è visto, dalle sbarre servizi. Da tali sbarre è derivato anche un trasformatore da 100 kVA 150/7000 V che alimenta la rete locale di distribuzione Bacceno, Valle Toce. Si è derivato tale trasformatore dalle sbarre a 150 V anziché da quella a 8000 V per avere un doppio isolamento interposto fra la rete locale e gli alternatori.

L'illuminazione della centrale e i comandi degli interruttori sono invece affidati alla corrente continua data dalle eccitatrici. L'illuminazione della Centrale può però essere alimentata anche a corrente alternata. Perciò si è scelta per i servizi la tensione di 150 V che è la stessa data dalle eccitatrici.

Disposizioni costruttive del quadro.

La disposizione effettiva dei circuiti e degli apparecchi risulta in parte dalla figura 31.

I circuiti di eccitazione si svolgono come appare nella figura e sono costituiti da sbarre di rame nude a sezione ovale di 13×25 . Particolare interessante, i reostati di campo degli alternatori sono collocati sopra il quadro di comando per eliminare il caldo fastidioso che si lamenta in quelle Centrali in cui i reostati stessi sono invece disposti sotto il quadro.

Le condutture a 8000 V sono costituite da sbarre di rame nudo a sezione ovale di 13×25 mm (densità risultante circa $1,7 \text{ A/mm}^2$) posti a 30 cm fra fase e fase ed a 25 cm da terra. L'attraversamento del muro di fondazione è fatto con passanti.

Le condutture, dopo aver percorso il sotterraneo salgono agli interruttori di macchina posti a pian terreno (vedasi la sezione longitudinale della fig. 31) e dopo aver attraversati i riduttori di corrente fanno capo al doppio sistema di coltelli che permettono di collegarli o alle «sbarre neve» (in alto) o alle condutture (in basso) che scendendo di nuovo nel sotterraneo met-

tono alle celle dei trasformatori. Lungo tali condutture sono derivati i coltelli di connessione alle sbarre servizi.

Tutti i circuiti a 8000 volt furono provati a 20 000 V contro terra.

I circuiti ad alta tensione sono in tondino di rame di 78 mm^2 montati su isolatori a molte gole (questi si vedono in figura 38) in modo da mantenere la distanza di 53 cm fra fase e fase e di 25 cm verso terra. Sono queste distanze sensibilmente inferiori a quelle mediamente usate per simili tensioni; ma l'esperienza fatta in tutti gli impianti Conti è assolutamente tranquillizzante al riguardo.

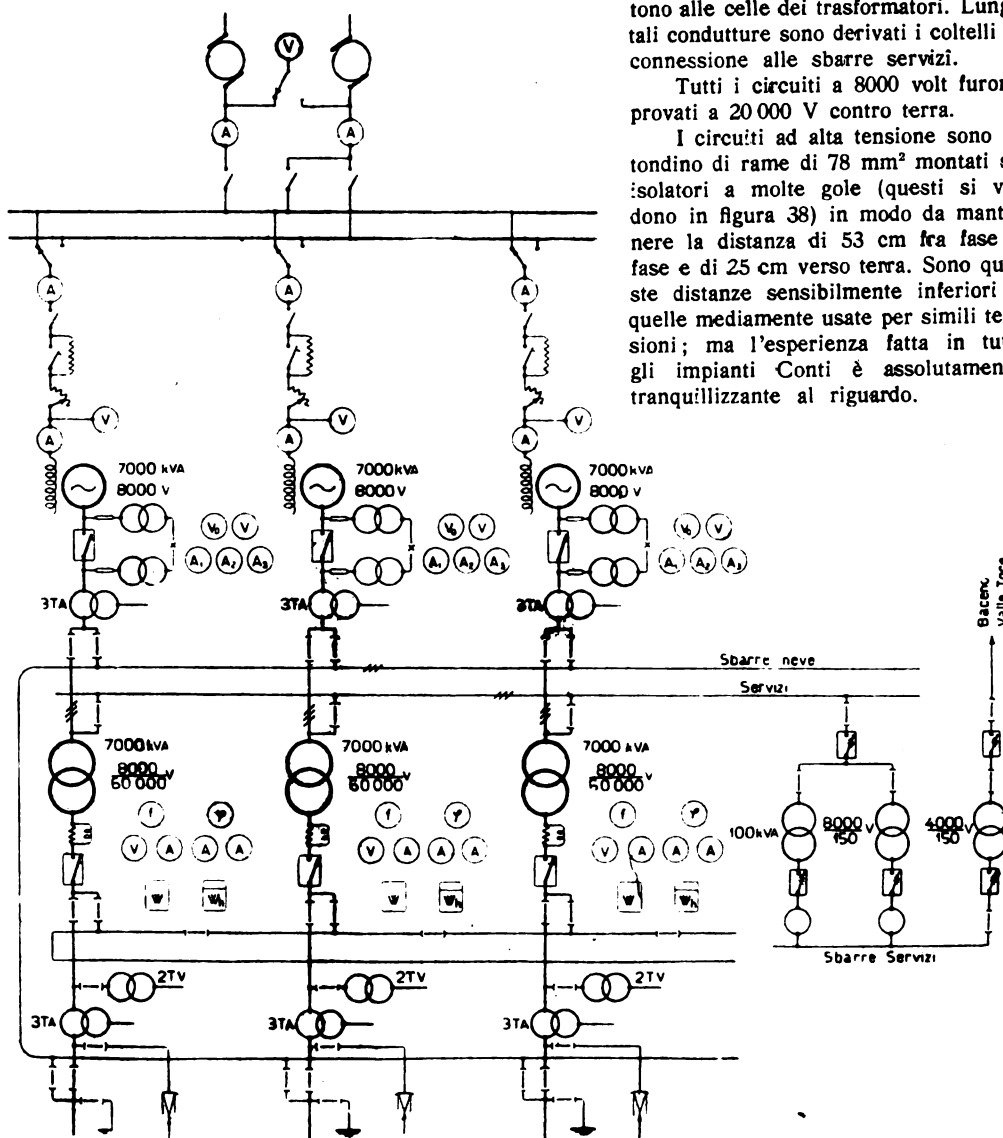


Fig. 37. — Centrale di Crego. Schema del quadro.

Dai morsetti dei trasformatori le condutture ad a. t. passano per le bobine Campos e vanno agli interruttori di trasformatore posti, come tutti gli altri, nel locale a terreno sotto il quadro di comando. Dopo gli interruttori le condutture possono salire alle sbarre ad u poste al piano superiore, oppure passare all'interruttore di linea. Da questo passano ai riduttori di corrente ed agli altri elementi delle bobine Campos (posti al piano del palco di comando) e quindi ai riduttori di tensione, agli scaricatori a getto liquido ed all'uscita linee situati al piano superiore.

I coltelli separatori sono a comando meccanico per terna; ma la manovra viene fatta in posto mediante un sistema di bielle in legno paraffinato ed un volantino (vedi figura 38) montato fra due isolatori, a salvaguardia dell'operatore anche contro un'eventuale tensione di ritorno dalla terra.

La struttura del quadro è quasi ovunque cellulare.

Quadro di comando.

Comprende un quadro a leggio ed un quadro verticale. Il primo è composto da tre pannelli di macchina contenenti ciascuno il voltmetro, 3 amperometri (1 per fase) voltmetro e amperometro di eccitazione e voltmetro di messa in fase, oltre ai comandi del reostato e degli interruttori.

Il quadro verticale comprende da sinistra a destra un pannello per le due eccitatrici, 3 pannelli centrali per le tre linee, un pannello per i servizi. Sui tre pannelli delle tre linee, o meglio dei tre gruppi (perchè, come si è visto, macchina, trasformatore e linea formano normalmente un solo gruppo) si trovano, un voltmetro, tre amperometri, un voltmetro registratore, un contatore e un frequenzimetro.

Sul palco di comando trovasi anche il termometro elettrico (tipo General El. Co.) collegabile colle bobinette di temperatura montate negli alternatori e nei trasformatori.

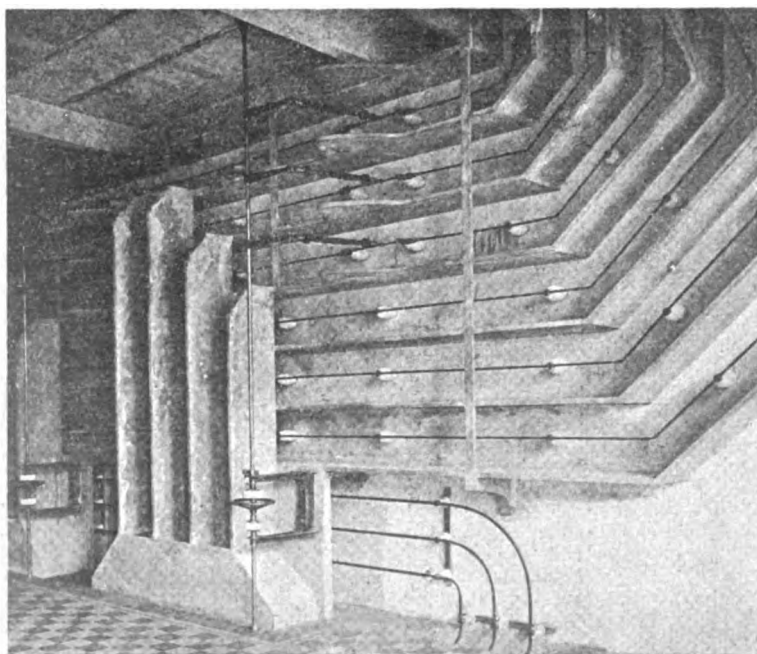


Fig. 38. — Centrale di Crego. Particolare del quadro e comando dei coltelli separatori.

Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

SULLA POSSIBILITÀ DEL TRASPORTO A DISTANZA DI GRANDI QUANTITÀ DI ENERGIA⁽¹⁾

G. OSSANNA

Publicazioni apparse nei periodici tedeschi e americani tendono a dimostrare che i limiti della trasmissione d'energia a distanza per mezzo di correnti alternate abbiano ad essere raggiunti fra non molto, date le quantità d'energia sempre più rilevanti che si debbono convogliare e le distanze sempre maggiori da superare. L'induttività delle linee, la caduta di tensione che ne risulta, i fenomeni dovuti all'effetto di capacità e a quello corona dovrebbero in base a queste pubblicazioni assumere tale entità da escludere per ragioni economiche la possibilità di simili trasmissioni. Si tratta di esaminare che importanza hanno questi fenomeni e farne una analisi quantitativa.

Se si alimenta ad una estremità una linea aerea o in cavo, aperta all'altra estremità, con corrente alternata, la linea stessa assorbirà una potenza apparente più o meno rilevante, la quale per linee di lunghezza fino a circa 1200 km e per una frequenza di 50 periodi rappresenterà l'effetto di correnti in anticipo di circa 90° rispetto alla tensione. All'altra estremità aperta si osserverà una tensione che può riuscire di molto più elevata di quella in partenza. La seguente tabella, i cui valori sono stati calcolati per una linea trifase doppia con conduttori d'alluminio ad anima di acciaio della sezione equivalente di 240 mm², dà una idea chiara di queste condizioni.

Lunghezza della linea Km	50 periodi				16 2/3 periodi			
	P_{1p} kW	P_{1x} kVA	E_{20} kV	$\frac{E_{20}}{E_1}$	P_{1p} kW	P_{1x} kVA	E_{20} kV	$\frac{E_{20}}{E_1}$
200	183	- 58100	225,5	1,25	—	—	—	—
333	889	- 99900	23,5	1,070	55,7	- 32350	223,1	1,010
500	3420	- 159300	257,5	1,170	235	- 46800	227,5	1,011
1000	7500	- 492000	471,0	2,140	2618	- 99800	235,5	1,070
1500	1458000	+ 556200	1312,0	5,960	10050	- 158100	256,5	1,160
2000	16820	+ 30800	365,5	1,620	29300	- 229000	293,2	1,325

La tensione primaria (in partenza) è stata supposta in tutti i casi eguale a 220 kV, senza tener conto del fatto che le perdite per effetto corona nei casi delle linee più lunghe condurrebbero a perdite totali molto superiori e a sopraelevazioni di tensione molto inferiori a quelle calcolate. Ciò è stato fatto espressamente per mostrare in modo evidente l'influsso delle correnti di carica sulle perdite e sulla potenza reattiva assorbita. Nella tabella sono indicati per diverse lunghezze di linea i valori della potenza attiva assorbita P_{1p} della potenza reattiva P_{1x} , della tensione secondaria (in arrivo) a vuoto E_{20} e del rapporto $\frac{E_{20}}{E_1}$, dove E_1 è la tensione in partenza.

Il segno negativo dei valori di P_{1x} indica spostamento di fase in anticipo. Per fare risaltare l'influsso della frequenza, i calcoli sono stati eseguiti per 50 e 16 2/3 periodi.

Premesso che colla linea suddetta si può trasmettere a 1000 km di distanza una potenza di 150 000 kW e più, risulta evidente che le potenze attive e reattive assorbite a vuoto assumono dei valori proibitivi per le distanze maggiori. Esse possono perfino essere superiori alla potenza da trasmettere. L'aumento di tensione nella linea ne limita enormemente la potenzialità, perchè costringerebbe a ridurre corrispondentemente la tensione in partenza per evitare che quella in arrivo durante il funzionamento a vuoto risulti esagerata. La tabella mostra inoltre che fino a circa 200 km a 50 periodi e a circa 500 km a 16 2/3 periodi l'effetto delle correnti di carica e delle perdite in linea è tollerabile. Anche i relativi aumenti di tensione non possono che contribuire a compensare la caduta di tensione a carico.

È quindi logico di pensare a scaricare le linee di lunghezza maggiore della trasmissione delle correnti reattive, disponendo delle bobine di resistenza a distanze opportune: in tal modo si raggiungerebbero press'a poco anche per queste linee le condizioni di funzionamento delle linee di minor lunghezza. Infatti, come mostra la fig. 1, le bobine di reattanza assorbono una corrente I_d praticamente in quadratura colla tensione e in ritardo rispetto a quest'ultima, mentre la linea assorbe per effetto di capacità una corrente I_0 spostata di 90° in anticipo rispetto alla tensione.

Scegliendo opportunamente la reattanza delle bobine in modo che la componente reattiva della corrente delle stesse I_{dx} sia eguale alla corrente di carica I_c , gli alternatori in centrale non avranno più che da fornire la corrente attiva I_{dp} di poca entità.

La tabella seguente mostra come si migliorino in tal modo le condizioni di funzionamento a vuoto di una linea di 1000 km delle caratteristiche già esposte per le seguenti disposizioni delle bobine di reattanza.

- 1) Linea senza bobine;
- 2) Linea con due bobine (una per estremità);
- 3) Linea con tre bobine (due estreme e una intermedia);
- 4) Linea con quattro bobine (due estreme e due intermedie);
- 5) Linea con un numero infinito di bobine ripartite uniformemente su tutta la lunghezza;

6) Linea priva di capacità e perdite di effluvio (caso ideale).

Nei casi 2-5 è stato supposto che le bobine abbiano perdite dell'1 %. Sono stati esposti i casi 5 e 6, benchè irrealizzabili, per far risaltare maggiormente i risultati ottenuti colle differenti disposizioni delle bobine e il caso ideale della linea sprovvista di capacità. È stato pure supposto in tutti i casi che la corrente nelle bobine sia del 3-5 % inferiore a quella di carica, perchè ciò non può essere che favorevole al funzionamento della linea.

Caso	Numero delle bobine di reattanza	Distanza fra 2 bobine km	50 ~				16 2/3 ~			
			P_{1p} kW	P_{1x} kVA	E_{20} kV	$\frac{E_{20}}{E_1}$	P_{1p} kW	P_{1x} kVA	E_{20} kV	$\frac{E_{20}}{E_1}$
1	0	—	75400	-49200	471,0	2,140	2630	-99970	235,4	1,070
2	2	1000	10030	-6220	222,0	1,003	1584	-2530	220,2	1,001
3	3	500	4530	-1510	226,1	1,027	10,6	-450	220,7	1,003
4	4	333,3	3570	-14740	226,3	1,028	—	—	—	—
5	∞	0	2760	-12300	225,4	1,024	746	-3960	220,7	1,003
6	—	—	0	0	220,0	1,000	0	0	220,0	1,000

La tabella mostra che a 50 periodi bastano già due bobine intermedie — casi 3 e 4 — (a rigor di termini perfino una bobina sola) per migliorare in maniera assai sensibile il funzionamento della linea. La potenza attiva assorbita nel caso 4 è di 3570 kW, corrisponde cioè al 2,38 % di quella trasmessa, e nel caso ideale 5 è di 1760 kW rispettivamente dell'1,84 %. A 16 2/3 periodi invece si può rinunciare del tutto all'impianto di bobine intermedie.

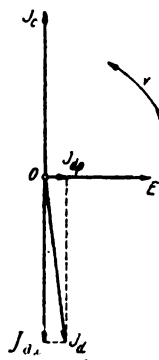


Fig. 1.

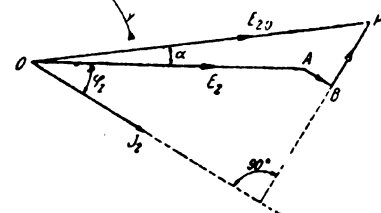


Fig. 2.

Per giudicare però dell'economia di una linea di trasmissione bisogna esaminare anche il funzionamento e il rendimento alle differenti condizioni di carico. A tale riguardo l'A. accenna ad alcuni diagrammi di grande semplicità e utilità, che permettono di analizzare direttamente l'influsso della potenza reattiva su quella utile da trasmettere e sulle variazioni di tensione e di ottenere indirettamente i singoli rendimenti, senza dover per ciò ricorrere alla corrente trasmessa.

Le relazioni, che sussistono fra le singole grandezze all'arrivo di una linea e cioè corrente I_2 , angolo di fase φ_2 , tensione a vuoto E_{20} e tensione a carico E_2 , sono date dal diagramma indicato alla fig. 2 nel quale $AB = r_2 I_2$ e $BP = x_2 I_2$, se si indicano con r_2 e x_2 dei valori di resistenza rispettivamente di reattanza che si avvicinano a quelli della resistenza ohmica, rispett. induttiva della linea ma che non si identificano con questi ultimi. Introducendo il concetto della potenza caratteristica della linea F_c e servendosi dei rapporti delle

singole grandezze $\frac{E_2}{E_{20}}$, $\frac{P_2}{P_c}$, $\frac{P_{2p}}{P_c}$ e $\frac{P_{2x}}{P_c}$ nei quali P_2 , P_{2p} e P_{2x}

indicano rispettivamente la potenza apparente, attiva e reattiva in arrivo, il diagramma può venire sensibilmente semplificato. La potenza caratteristica della linea P_c è data dalla relazione:

$$P_c = \frac{E_{20}^2}{\sqrt{r_2^2 + x_2^2}} = \frac{E_{20}^2}{z_2}$$

nella quale z_2 è un valore d'impedenza (che non corrisponde esattamente a quello dell'impedenza della linea) dedotto dai valori di r_2 e x_2 , accennati sopra.

Premesso di poter disporre liberamente della potenza reattiva necessaria, si rileva dal diagramma il valore di questa potenza richiesto per raggiungere rispettivamente il rendimento massimo della linea e una potenza utile attiva più rilevante che sia possibile. Per

(¹) Riassunto dall'E. T. Z., 11-17 Agosto 1922, pag. 1.

risolvere questo problema occorre anzitutto stabilire il rapporto $\left(\frac{P_{2r}}{P_c}\right)$ della potenza reattiva che per un dato rapporto $\left(\frac{P_{2r}}{P_c}\right)$ della potenza attiva corrisponde ad un rapporto fisso delle tensioni $\left(\frac{E_2}{E_{20}}\right)$.

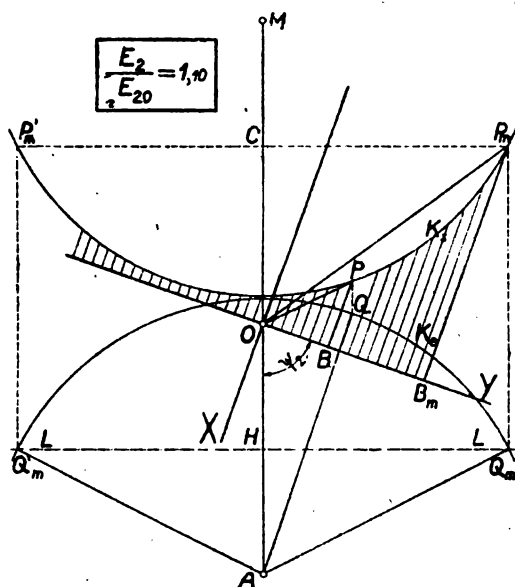


Fig. 3.

Per $\left(\frac{E_2}{E_{20}}\right) = 1,10$ si costruisce il diagramma della fig. 3, facendo $OM = \left(\frac{E_2}{E_{20}}\right)^2$, descrivendo attorno a M un cerchio K_m col raggio E_2 e facendo coincidere O coll'origine di un sistema ortogonale, il cui asse Y forma colla prolungazione della retta OM l'angolo ψ_2 dato dalla relazione:

$$\operatorname{tg} \psi_2 = \frac{x_2}{r_2}$$

Si può dimostrare che, portando quali ordinate i rapporti della potenza attiva $\left(\frac{P_{2r}}{P_c}\right)$ e come ascisse quelli della potenza reattiva $\left(\frac{P_{2r}}{P_c}\right)$, supposto che i valori della potenza siano positivi quando la potenza attiva viene prelevata dalla linea e quella reattiva è originata da una corrente in ritardo, i punti P, estremità dei vettori rappresentanti i valori dei rapporti della potenza apparente, si trovano sulla periferia del cerchio K_m . Al rapporto della potenza attiva $y = OB = \frac{P_{2r}}{P_c}$ corrisponde il rapporto negativo della potenza reattiva $x = BP = \frac{P_{2r}}{P_c}$ se il rapporto fra tensione a carico e tensione a vuoto corrisponde al raggio del cerchio K_m . Per altri valori del rapporto $\left(\frac{E_2}{E_{20}}\right)$ si possono costruire i diagrammi fig. 4 e fig. 5. Si nota che, mentre per otte-

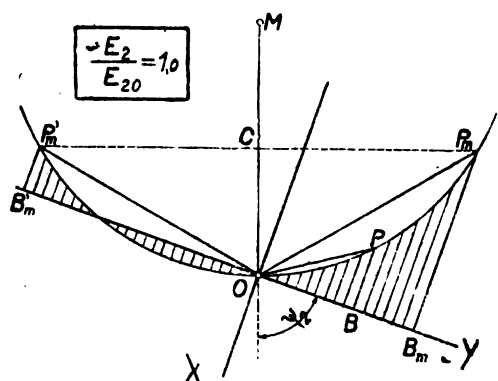


Fig. 4.

nere un rapporto $\left(\frac{E_2}{E_{20}}\right) = 1,10$ è necessario di disporre sempre di una potenza reattiva in anticipo, cioè di avere un carico capacitivo all'arrivo, un rapporto $\left(\frac{E_2}{E_{20}}\right) = 0,85$ è possibile anche con un carico induttivo all'arrivo per i valori più bassi della potenza attiva.

Il rapporto della potenza apparente (OP) raggiunge un valore

massimo nel punto P_m , oltre il quale questo rapporto non può venire aumentato. Per ottenere questo valore limite si fa $MC = \frac{1}{2}$ e si innalza una perpendicolare a OM nel punto C, la quale incontra il cerchio K_m nei punti P_m e P'_m . Le rette OP_m risp. OP'_m danno appunto i valori limite dei rapporti $\left(\frac{P_2}{P_c}\right)$ per il valore di $\left(\frac{E_2}{E_{20}}\right)$ dato il raggio di K_m .

Dalle figure si rileva che:

$$\left(\frac{P_2}{P_c}\right)_{\max} = \left(\frac{E_2}{E_{20}}\right)^2, \text{ cioè che } P_{2,\max} = P_c \left(\frac{E_2}{E_{20}}\right)^2$$

Questa relazione dà un significato fisico al valore della potenza caratteristica P_c che è cioè la massima potenza apparente che può venire trasmessa da una linea senza variazione di tensione.

Nel caso pratico la potenza limite $P_{2,\max}$ non può venire trasmessa, perchè la tensione all'arrivo risulterebbe oltremodo sensibile a variazioni di carico e perchè darebbe luogo generalmente ad un rendimento sfavorevole.

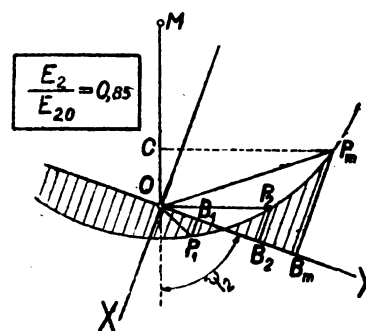


Fig. 5.

Le estremità P_m dei rapporti limite della potenza apparente per diversi valori di $\left(\frac{E_2}{E_{20}}\right)$ si trovano su una parabola, che l'A. denomina parabola limite, il cui parametro è $\frac{1}{2}$, che ha il fuoco in O e la direttrice LL (fig. 3) formata dalla perpendicolare alla retta OA nel suo punto di mezzo H, se $OA = \frac{1}{2}$. Nelle figure 6 e 7 è rappresentata la parabola limite per diversi rapporti di tensione compresi fra 1,25 e 0,80 e per due valori differenti dell'angolo ψ_2 . Si vede che il valore della potenza limite aumenta con quello della potenza reattiva in anticipo e che anche i massimi della potenza attiva fino ad un certo punto aumentano con quelli della potenza apparente e reattiva. Risulta inoltre chiaro che tali limiti vengono raggiunti tanto più presto, quanto minore è ψ_2 . Solo se quest'angolo è grande si può aumentare considerevolmente la potenzialità della linea, aumentando la potenza attiva a mezzo di potenza reattiva in anticipo. Un grande angolo ψ_2 facilita anche la regolazione della tensione in arrivo mediante la potenza reattiva. Fortunatamente nel progettare linee ad altissima tensione molti coefficienti ci costringono automaticamente a costruirle in modo da ottenere un grande valore di ψ_2 . È anche conveniente di ridurre possibilmente il numero delle condutture e di sceglierne le sezioni più abbondanti che sia possibile per limitare l'effetto di capacità e quello corona. La fig. 8 dà i valori della tensione critica concatenata E_0 calcolata secondo la nota formula di Peek, per differenti distanze dei conduttori e differenti sezioni degli stessi. Le sezioni indicate per le funi d'alluminio ad anima di acciaio sono sezioni equivalenti. Dalla figura appare che l'influsso della distanza fra i conduttori è piccolo in confronto a quello della sezione degli stessi. Le funi di alluminio ad anima di acciaio sono a tale riguardo da preferirsi a quelle di rame.

Le perdite in kW per effetto corona per 1 km di linea (V) calcolate per diverse condutture trifasi semplici e doppie, della stessa sezione totale equivalente per fase, e per la stessa distanza fra i conduttori appaiono chiare dalla seguente tabella:

Conduttura	Tensione d'esercizio kV					
	V=0	V=2	V=4	V=6	V=8	V=10
Cu - 6x120	133,9	145,6	150,7	154,5	157,7	160,5
Al - 6x120	184,2	194,8	199,4	202,9	205,8	207,4
Cu - 3x240	177,5	193,0	199,3	201,3	208,5	212,1
Al - 3x240	241,2	258,5	264,4	268,8	272,6	275,9

Supposta la potenza trasmissibile mediante una linea costituita da 6 corde di rame da 120 mm² eguale all'unità si potranno rilevare dalla tabella seguente i valori relativi delle potenze che si possono

trasmettere colle altre linee di sezione totale equivalente eguale e colle medesime perdite per effetto corona.

Conduttura	Rapporto fra le potenze trasmissibili a perdite eguali					
	V=0	V=2	V=4	V=6	V=8	V=10
Cu - 6×120	1	1	1	1	1	1
Al - 6×120	1,89	1,78	1,75	1,72	1,70	1,68
Cu - 3×240	1,76	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
Al - 3×240	3,33	3,14	3,07	3,03	2,99	2,95

reattive in anticipo di entità relativamente piccola. Questa constatazione ci fa supporre che, anche abbassando la frequenza e conseguentemente il valore di x_2 , non si possa trasmettere una potenza sensibilmente superiore a quella possibile a 50 periodi, sebbene una riduzione di x_2 porti con sé una aumento rilevante della potenza caratteristica P_c data quest'ultima dalla relazione:

$$P_c = \frac{E_{20}^2}{\sqrt{r_2^2 + x_2^2}}$$

Perfino con corrente continua ($x_2=0$) le condizioni non dovreb-

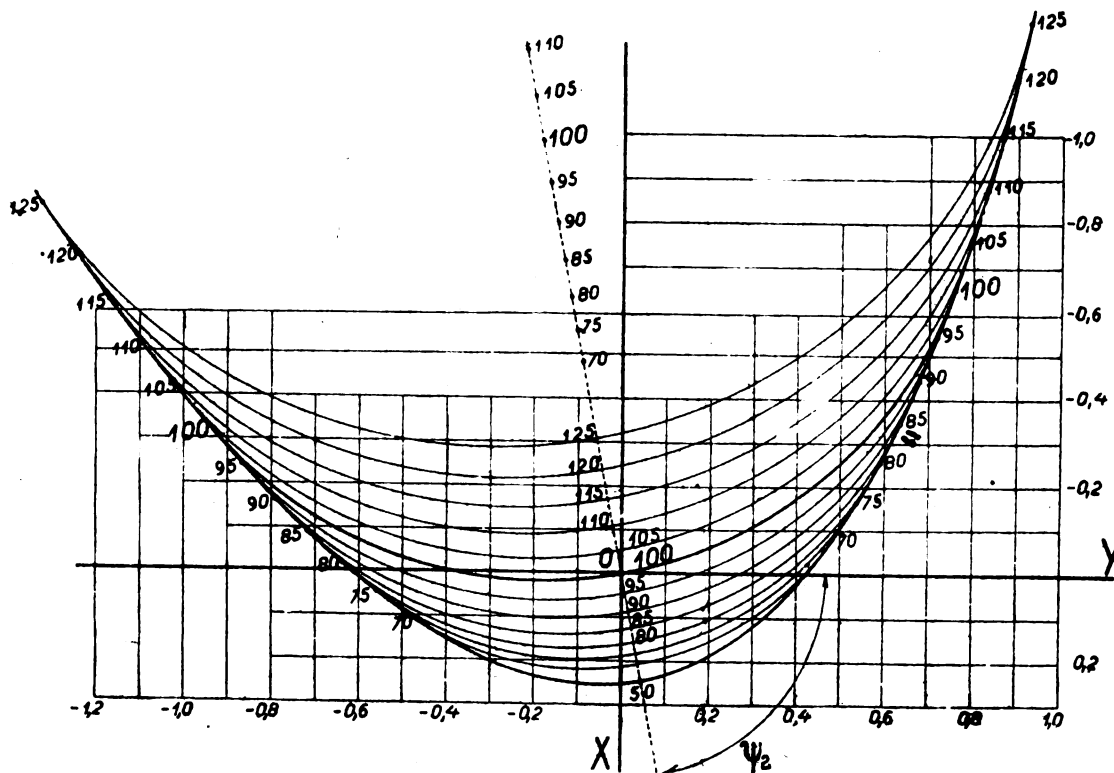


Fig. 6.

Le tabelle dimostrano chiaramente che per trasmettere grandi potenze a grandi distanze è consigliabile adottare condutture a forte sezione.

bero variare in senso favorevole, se si presuppone una tensione effettiva eguale a quella della corrente trifase e non si tiene conto dei valori sfavorevoli del rendimento.

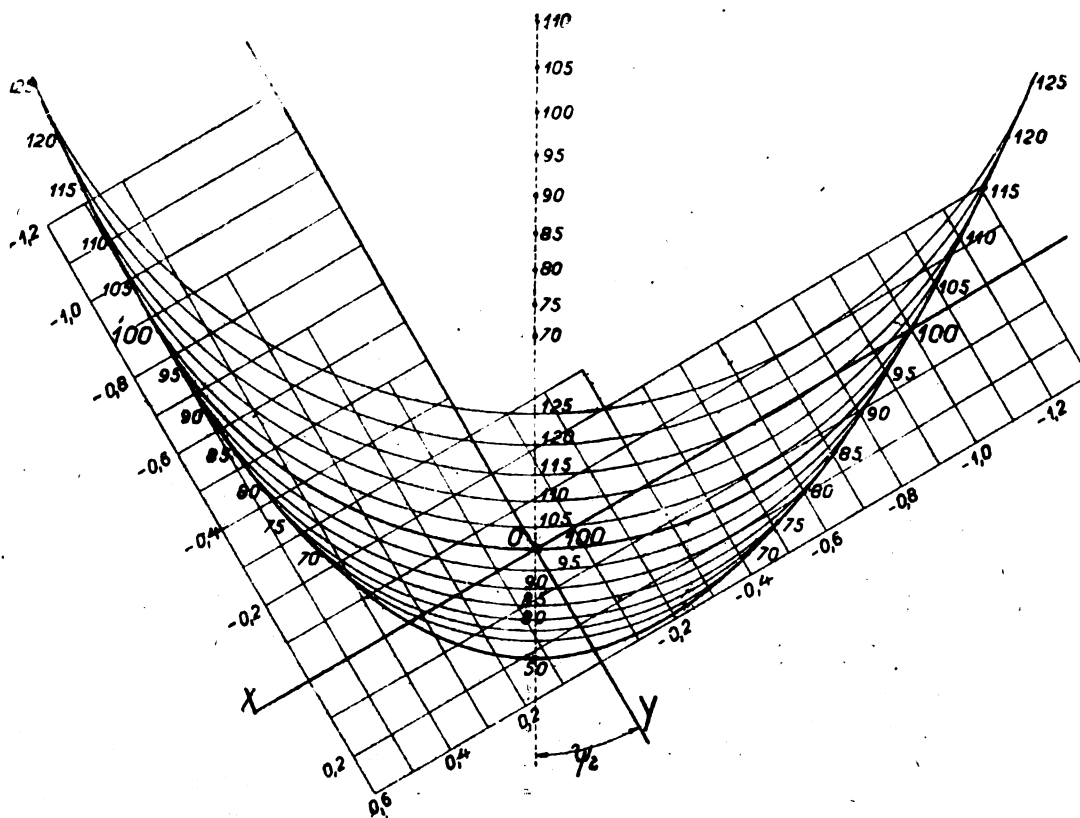


Fig. 7.

Il raffronto fra i diagrammi a fig. 6 e 7 ha dimostrato che con condutture di caratteristica ψ , di valore elevato è possibile di aumentare in modo rilevante la potenza da trasmettere mediante potenze

Che i risultati confermino questa ipotesi, l'A. dimostra in base a diagrammi e a dati, frutto di uno studio assai lungo, per un caso pratico. Si tratti di trasmettere una potenza di circa 150 000 kW a

1000 km di distanza con una conduttura doppia costituita da corde d'alluminio ad anima d'acciaio della sezione equivalente di 240 mm² e con una tensione di 220 kV.

La trasmissione deve avvenire:

- a corrente trifase a 50 periodi (linea a sei conduttori);
- a corrente trifase a 16 2/3 periodi (linea a sei conduttori);
- a corrente continua (linea a quattro conduttori).

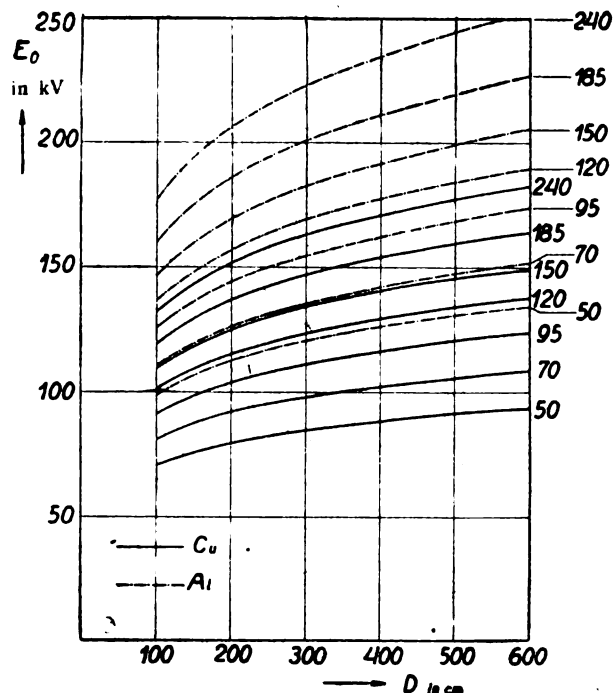


Fig. 8.

Per la corrente trifase è stato tenuto conto dei sei casi trattati in precedenza, per esaminare l'influsso della compensazione della capacità della linea mediante bobine di reattanza. In tutti i casi la tensione in partenza è stata scelta in modo che quella in arrivo a vuoto sia $E_{20} = 220$ kV.

Le fig. 9 e 10 danno i risultati grafici dei calcoli. La fig. 9 dà i valori massimi del rendimento della linea in funzione della potenza utile attiva P_{2p} a 50 periodi; le curve portano le indicazioni dei casi a cui si riferiscono. Detti valori massimi sono ottenuti di volta in volta registrando opportunamente la potenza reattiva e negli stessi

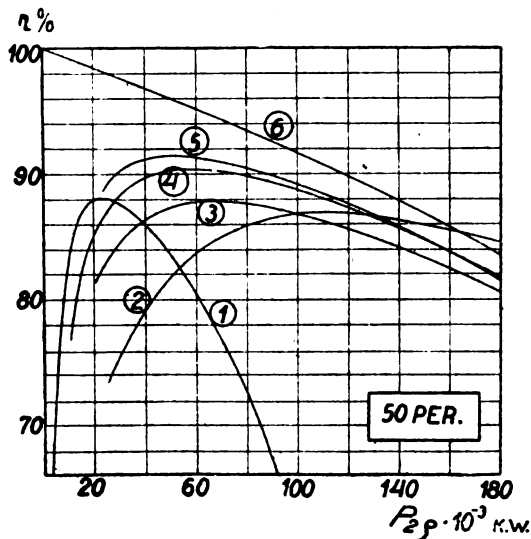


Fig. 9.

non sono considerate le perdite nelle eventuali macchine destinate a produrre tale potenza reattiva. Si vede anche qui che la differenza fra il caso 4 con quattro bobine, di cui due intermedie, e quello 5 con un numero infinito di bobine è minima. Il caso più favorevole è naturalmente quello ideale segnato col numero 6 (linea priva di capacità). Dalla fig. 10, che dà i valori corrispondenti per 16 2/3 periodi, appare che le curve sono avvicinate sensibilmente le une alle altre. Per questa frequenza bastano due bobine (caso 2) per ottenere buone condizioni di funzionamento. La fig. 11 dà le curve di rendimento massimo in funzione della potenza reattiva, tracciate per corrente continua, per corrente trifase a 16 2/3 periodi (linea con due bobine alle estremità) e a 50 periodi (linea con 4 bobine, due alle estremità e due intermedie). Per le potenze inferiori si ottengono migliori rendimenti colla corrente continua, mentre per potenze su-

periori tale vantaggio diventa minimo fino a scomparire. La ragione di ciò deve attribuirsi alla mancanza di bobine nella linea a corrente continua e alla minor perdita di tensione nella linea a 16 2/3 periodi, perdita compensata a mezzo della potenza reattiva in anticipo. È interessante di rilevare dalla fig. 11 che con tutti i tre sistemi di cor-

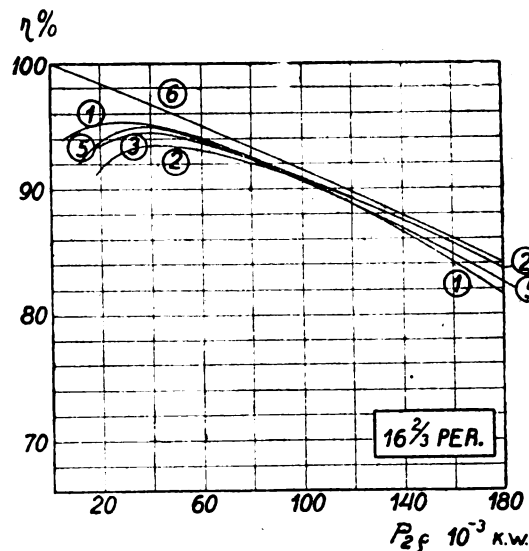


Fig. 10.

rente si può trasmettere press'a poco la medesima potenza attiva, se non si tien conto delle potenze maggiori, che danno rendimenti poco favorevoli. La fig. 11-a rappresenta i valori delle potenze reattive necessarie per ottenere i rendimenti massimi in funzione delle

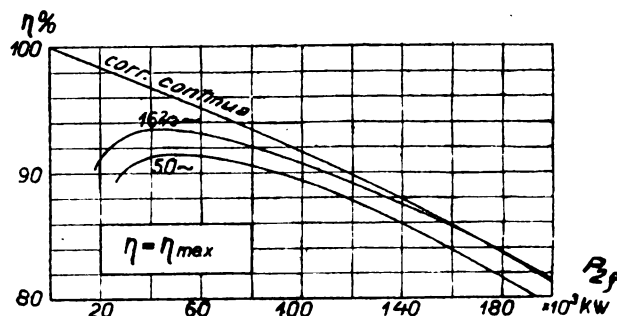


Fig. 11.

potenze attive, esclusa la potenza delle bobine di reattanza. La stessa figura dimostra che è errato supporre che il massimo rendimento di una linea di trasmissione si abbia quando il fattore di potenza è eguale all'unità. Si vede inoltre che per trasmettere potenze attive

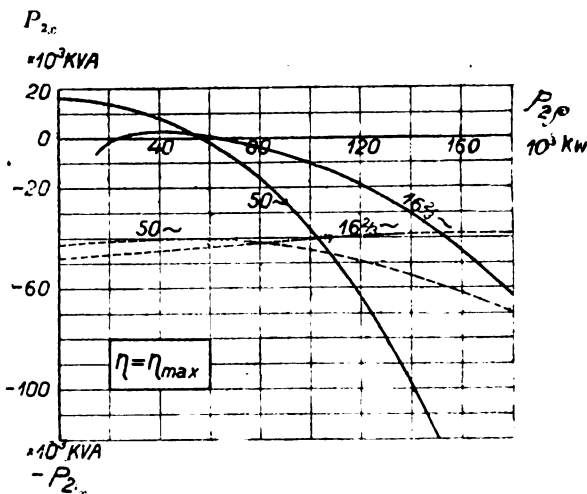


Fig. 11-a.

di valore elevato occorre disporre di quantità considerevoli di potenza reattiva in anticipo. Non è però necessario che la totalità della potenza reattiva necessaria sia generata da condensatori sincroni, perchè basta staccare le bobine di reattanza destinate a compensare la capacità della linea, all'arrivo di quest'ultima, per ottenere una corrispondente diminuzione del fabbisogno di potenza reattiva. La figura 11-b dà i valori totali di questo fabbisogno all'arrivo della linea in un caso simile. Si vede che la quantità di potenza reattiva in anticipo, necessaria solo a carichi elevati, non è rilevante, se confrontata colla potenza attiva trasmessa. A carichi ridotti invece si deve

disporre di potenza reattiva in ritardo, che può venire fornita dalle bobine. La fig. 11-c poi ci mostra le tensioni all'arrivo che si ottengono ai differenti carichi, se si registra la potenza reattiva in modo che il rendimento della trasmissione risulti sempre massimo. Si vede che per la frequenza di 50 periodi la tensione tende ad assumere ai carichi più elevati valori non compatibili colla sicurezza della linea.

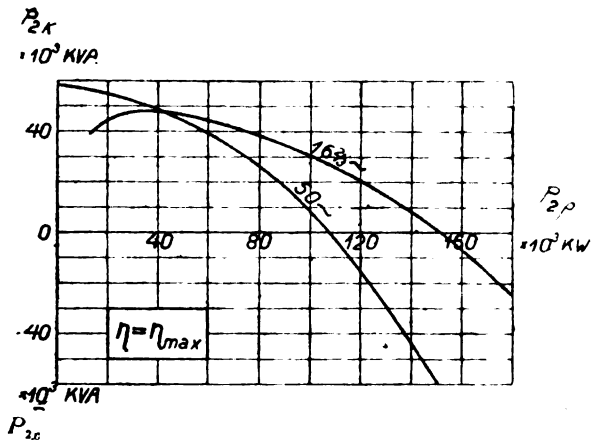


Fig. 11-b.

È quindi più consigliabile di rinunciare ad ottenere sempre i valori massimi di rendimento, mantenendo però la tensione in arrivo entro limiti più ridotti. I valori di rendimento che si raggiungono in tal modo sono di poco inferiori a quelli massimi, perchè detti valori variano assai poco ai carichi maggiori in vicinanza del valore massimo. Le curve 12-12c danno i diagrammi corrispondenti

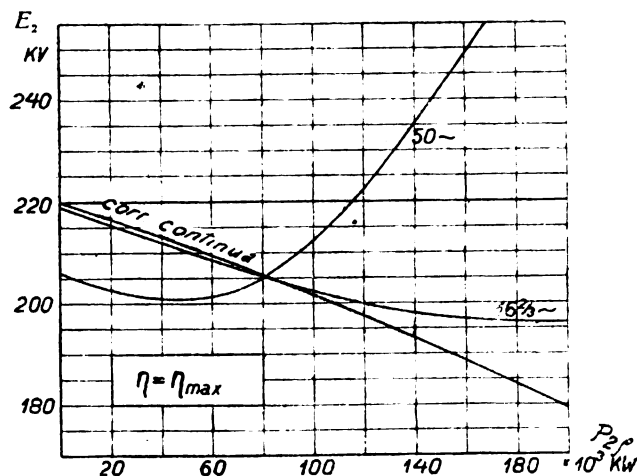


Fig. 11-c.

ai precedenti per il caso in cui l'aumento di tensione all'arrivo sia del 5% invece che del 15 1/2 per cento, come risulta dalla fig. 11-c.

Le conclusioni alle quali giunge l'A. si possono così riassumere:

1. — La trasmissione a 16 2/3 periodi dà risultati un po' migliori di quella a 50 periodi, perchè i rendimenti ottenuti per un dato

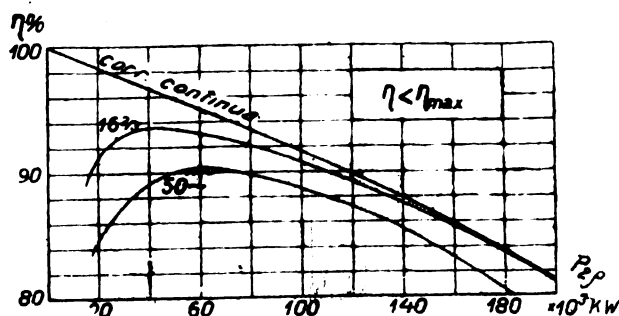


Fig. 12.

carico e la potenza trasmessa per un dato rendimento assumono dei valori un po' più elevati. Anche la potenza dei condensatori sincroni e delle bobine di reattanza è più elevata per 50 periodi che per 16 2/3 periodi. Tuttavia la trasmissione a 16 2/3 periodi non dà risultati complessivi migliori, perchè in tal caso la corrente all'arrivo deve essere convertita alla frequenza normale di 50 periodi e perchè il costo di tutto il macchinario a 16 2/3 periodi è molto più elevato di quello a 50 periodi.

2. — La trasmissione a corrente continua invece permette di ottenere rendimenti migliori a carichi ridotti, mentre a carichi più elevati questo vantaggio va scomparendo. Se si tiene conto però del

costo del macchinario e delle apparecchiature necessarie per trasformare la corrente continua in arrivo in corrente trifase, è chiaro che la corrente continua, a parità di tensione effettiva, non può competere colla corrente trifase. Soltanto se si potrà adottare colla cor-

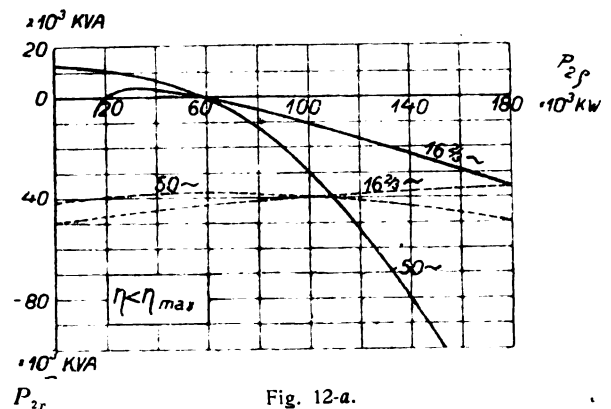


Fig. 12-a.

rente continua una tensione sensibilmente superiore a quella impiegata con corrente alternata, potrà venir considerata la possibilità economica di una trasmissione a corrente continua.

I limiti superiori della tensione da scegliere per la trasmissione non sono fissati che dalle perdite per effetto corona.

Si potranno perciò ammettere delle perdite maggiori colla corrente continua senza oltrepassare i limiti posti dall'economia. Siccome però mancano per il momento dati sperimentali sulle perdite per effetto corona con corrente continua, non è possibile indicare il valore massimo ammissibile della tensione da scegliere.

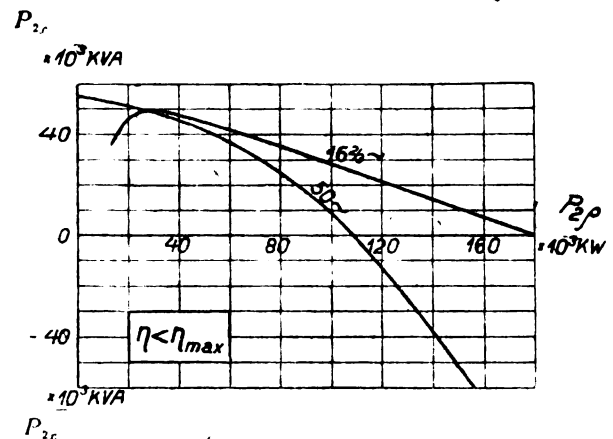


Fig. 12-b.

Se per es., si potesse adottare colla corrente continua la tensione di 300 kV invece di quella di 220 kV, si potrebbe trasmettere con quattro conduttori a corrente continua una potenza un po' superiore di quella possibile a corrente trifase con sei conduttori.

Se però si esaminano le tre differenti possibilità esistenti al presente per generare corrente continua e trasformarla in corrente alternata (gruppi motori-dinamo, queste ultime per una tensione di

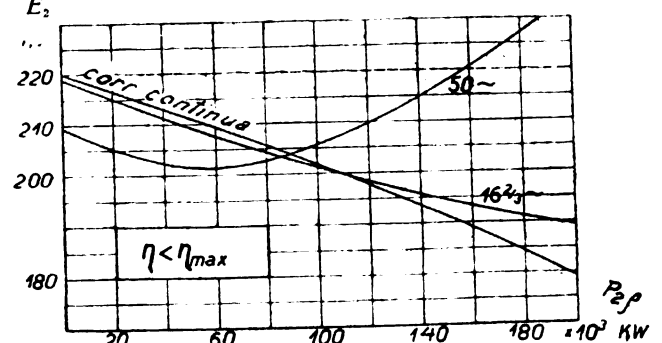


Fig. 12-c.

5000 V per collettore, raddrizzatori a mercurio e raddrizzatori tipo magnetron) si viene alla conclusione che la produzione e la trasformazione della corrente continua coi mezzi attualmente disponibili è ancora troppo costosa e congiunta in certi casi con un basso rendimento della trasmissione, mentre in altri casi (raddrizzatori tipo magnetron) non è ancora possibile per potenze elevate e presenta difficoltà non lievi che non verranno superate tanto facilmente in un prossimo avvenire. Pertanto i pochi vantaggi che può presentare la corrente continua ad alta tensione vengono più che compensati dai difetti attualmente propri di questo sistema di trasmissione.

(e. e. s.).

:: SUNTI E SOMMARI ::

IMPIANTI.

Nuova grande Centrale. (E. T. Z., 4 maggio 1922).

La nuova centrale di Colfax, presso Pittsburg, sorge sulla riva del fiume Allegheny ed è prevista per una potenza erogata di 300 000 kW, prodotta da 5 a 6 unità di turbine a vapore a ciascuna delle quali compete la produzione di 60 000 kW. Provvisoriamente è stato installato solo un gruppo di analoga potenza, costituito da tre generatrici da 23 000 kVA a 12 000 V, che sono rispettivamente accoppiate con una turbina ad alta e con due a bassa pressione. Queste tre generatrici alimentano tre trasformatori monofasi di circa 23 000 kVA, costituenti un complesso trifase. Le connessioni sono rese evidenti dallo schema di montaggio fornito dalla fig. 1.

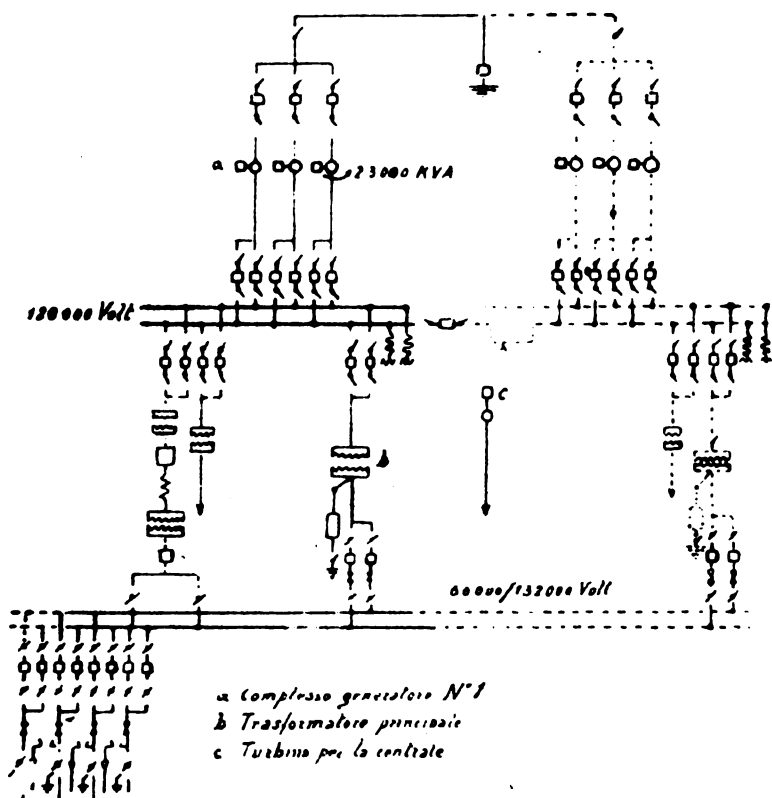


Fig. 1.

Sebbene, come si è accennato, il gruppo delle turbine da 60 000 kW funzioni come una unità sui tre trasformatori monofasici, tanto la turbina ad alta quanto le due a bassa, possono marciare anche singolarmente e le loro generatrici essere accoppiate in parallelo sui 12 000 V. È poi possibile di porre a terra il punto neutro di ciascuna generatrice, attraverso ad una resistenza di 7 Ω ; in corrispondenza, dei dispositivi di blocco impediscono la messa a terra contemporanea di più di una generatrice, di guisa che fra queste non possano stabilirsi delle correnti di compensazione.

La tensione di esercizio delle generatrici viene innalzata, anzitutto, mediante i trasformatori monofasici citati, sino alla tensione di distribuzione di 66 000 V ed in seguito portata a 132 000 V. I bisogni particolari della centrale vengono coperti mediante un gruppo separato di turbine, della potenza di 2000 kW, 2300 V, tensione che viene, mediante trasformatori rotativi, proporzionata alla natura delle applicazioni nella centrale. È anche previsto però il prelevamento, in caso di necessità, di questa energia dalle barre omnibus, il che avviene automaticamente. Ciascuno dei gruppi di turbine da 60 000 kW viene, mediante i tre trasformatori monofasici citati, collegato in parallelo solo dal lato dell'alta tensione, onde evitare le forti correnti di corto circuito che altrimenti comparirebbero sulle barre omnibus a 12 000 V.

I trasformatori dal lato della bassa sono montati a triangolo con una tensione di 12 000 V e, dal lato dell'alta, a triangolo con 66 000 V. Il punto neutro dei trasformatori è messo a terra, previo intercalamento di una resistenza da 95 Ω . I tre trasformatori monofasici posseggono tanto dal lato dei 12 000, come da quello dei 66 000 V, due interruttori ad olio ciascuno. Anche i singoli generatori di una turbina a vapore hanno ricevuto, sul lato a 12 000 V, un pari numero di interruttori del genere.

I dispositivi di connessione per la parte a 12 000 V delle generatrici e trasformatori, come anche gli interruttori separatori e ad olio per il lato ad alta tensione dei trasformatori, sono collocati in un edificio accessorio eretto lungo un lato della sala delle macchine. Anche i trasformatori monofasici si trovano nello stesso fab-

bricato al livello del pavimento della sala delle macchine, di guisa che possono essere facilmente trasportati colla gru.

Dagli interruttori del lato dell'alta tensione le condutture passano in un pozzo disposto lateralmente alla sala delle macchine, fino a raggiungere un sistema di doppie barre omnibus collocato sul tetto della sala delle macchine. Il sistema fa capo ad una stazione all'aria libera, eretta sul davanti del fabbricato delle macchine, che contiene gli interruttori ad olio della linea aerea ed i parafulmini a corna. I dispositivi di interruzione per l'alta tensione sono perciò suddivisi in due parti aventi ubicazioni differenti. Data la sistemazione particolare dei trasformatori principali è per questi superflua l'installazione di apparecchi trasportatori ed inoltre le condutture fra le generatrici e le barre omnibus a 12 000 V sono più brevi. La manutenzione stessa delle pompe necessarie per il raffreddamento ad olio dei trasformatori è più comoda e semplice di quanto non si verificherebbe quando anche i trasformatori principali fossero installati all'aria libera. Questa separazione dell'impianto di interruzione è piuttosto suggerita da condizioni locali, giacché dal punto di vista dell'esercizio non presenta alcun vantaggio. Il quadro di distribuzione è del pari disposto nel fabbricato laterale di cui sopra. La massima importanza è stata attribuita ad una buona messa a terra degli apparecchi elettrici, il che è ottenuto mediante sette piastre a contatto delle acque sotterranee. La centrale è poi provvista di tutti i possibili strumenti di segnalazione che permettano una sicura comunicazione fra i numerosi addetti.

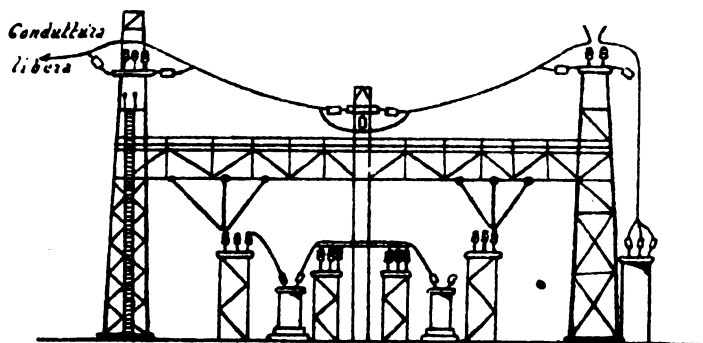


Fig. 2.

Le generatrici sono protette nel modo consueto, mediante relais differenziale, relais di messa a terra, ecc. Anche la temperatura degli avvolgimenti delle generatrici può essere rilevata al quadro di distribuzione e si sono previsti dispositivi per il rapido spegnimento di incendi presentatisi nelle generatrici a trasformatori relativi.

Nel progetto della stazione all'aria libera, come risulta dalle figg. 2 e 3, in contrapposto ad altre esecuzioni, si è massimamente curato che i singoli apparecchi, come interruttori separatori, parafulmini a corna, ecc., siano facilmente controllabili mediante passerelle appositamente disposte.

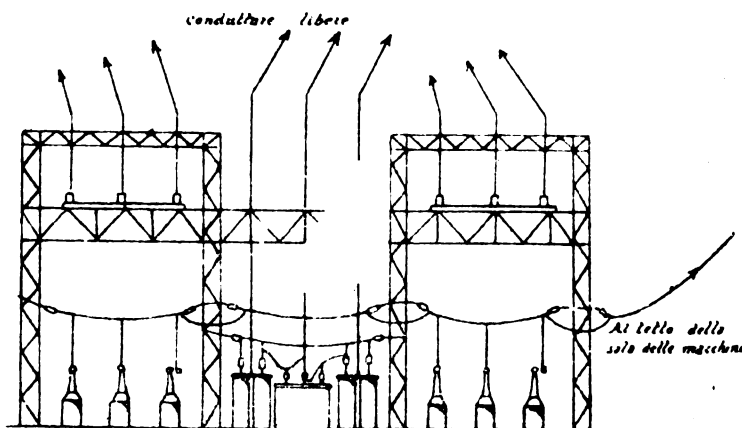


Fig. 3.

Un confronto può essere utile stabilito colle stazioni tedesche di Goldenberg e di Golpa. È noto che sulla disposizione generale delle connessioni influiscono molto, nelle grosse centrali, le condizioni locali. Così la stazione di Colfax essendo eretta in prossimità di un fiume, è provvista abbondantemente di acqua di raffreddamento, mentre le centrali di Golpa e Goldenberg hanno bisogno al riguardo di installazioni complesse. Sebbene in Golpa le unità importino solo 22 000 kVA, le disposizioni di connessione sono più semplici e meno costose che nella centrale di Colfax; nel primo impianto, per una potenza di 60 000 kW, si hanno interruttori ad olio solo sull'alta tensione e cioè tre pezzi, mentre nella seconda, benché ve ne siano due soli sull'alta, ve ne sono però dieci sul lato dei 12 000 V. In Golpa la potenza di 60 000 kW è ripartita su tre trasformatori trifasici, ciascuno di 22 000 kVA,

mentre nella stazione di Colfax si sono impiantati tre trasformatori monofasici di 23 000 kVA. Nella centrale di Goldenberg invece, una generatrice da 60 000 kVA è collegata direttamente con un trasformatore trifasico di proporzionata grandezza, il quale è riunito in parallelo sul lato dell'alta tensione (100 000 V). Per ogni gruppo da 60 000 kW è presente, sul lato a 110 000 V, un unico interruttore ad olio che può essere inserito mediante due interruttori separatori sul sistema di doppie barre omnibus.

Nella centrale di Goldenberg quindi, per una potenza di 60 000 kW è stato previsto un solo interruttore ad olio, mentre nella centrale di Colfax, oltre i dieci pezzi d'interruttori a 12 000 V, vengono impiegati due interruttori per l'alta tensione. L'economia in fatto di interruttori ad olio nelle connessioni della centrale Goldenberg, rispetto a quella di Colfax è quindi considerevole. Nelle disposizioni locali, queste due stazioni sono assai simili giacché anche nella stazione tedesca i trasformatori principali trovano ricetto nella sala delle macchine e sono trasportati dal medesimo ponte scorrevole. Le condutture vanno dai trasformatori principali nel sottosuolo e di qui, passando attraverso un pozzo addossato alla parete della sala anzidetta, salgono sul tetto per raggiungere un edificio a due piani dove trovansi gli interruttori ad olio, tanto per le generatrici, quanto per le condutture aeree. Appare quindi, a proposito della centrale di Colfax, che non offra affatto un maggior contributo di sicurezza il collocamento all'aperto degli interruttori di linea che, condizioni locali permettendolo, avrebbe trovato miglior posto nello stesso locale degli interruttori ad olio delle generatrici.

G. E.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

I nuovi locomotori monofasi delle Ferrovie Retiche. (Revue B.B.C., N. 5, maggio 1922).

Questa rete ha uno sviluppo complessivo di 277 km. Prima della guerra solo due linee, con uno sviluppo complessivo di 62 km, erano elettrificate ed il servizio era svolto con 14 locomotori e 57 locomotive a vapore. Il traffico totale annuo fu nel 1913 di 240 000 000 di tn-km. Nel 1923 tutta la rete sarà elettrificata ed è previsto di svolgere il servizio completo con 25 locomotori presupponendosi un traffico pari al 75 per cento di quello ante guerra.

la relativa lunghezza dei treni, non era prudente affidare esclusivamente al locomotore la frenatura in discesa, tanto più che anche le caratteristiche meccaniche del materiale mobile, munito di un unico respingente centrale, non si prestavano a tale soluzione.

Si richiedeva inoltre che sulle pendenze del 45 ‰ e del 35 ‰ i locomotori dovessero sopportare un sovraccarico del 15 % per dieci minuti con tensione di 9000 volt alla linea di contatto.

Per soddisfare a questi requisiti occorreva un equipaggiamento motore della potenza continua di 1000 HP e della potenza oraria di 1200 HP corrispondenti rispettivamente ad uno sforzo di trazione ai cerchioni di 8100 kg e di 9700 kg.

Venne scelto un tipo di locomotore a due carrelli a tre assi tipo C-C, equipaggiato con due motori da 500 HP continui e 600 HP orari.

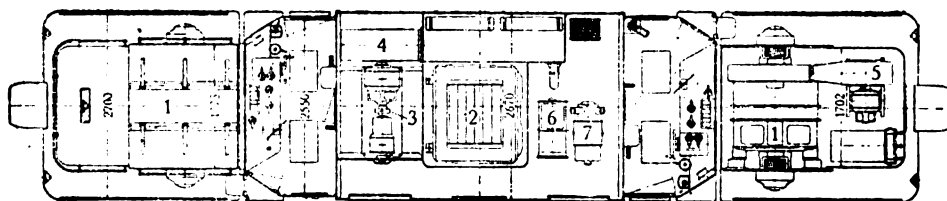
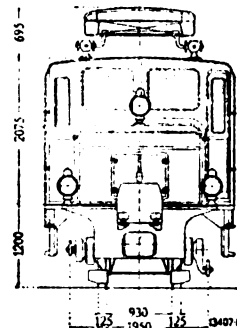
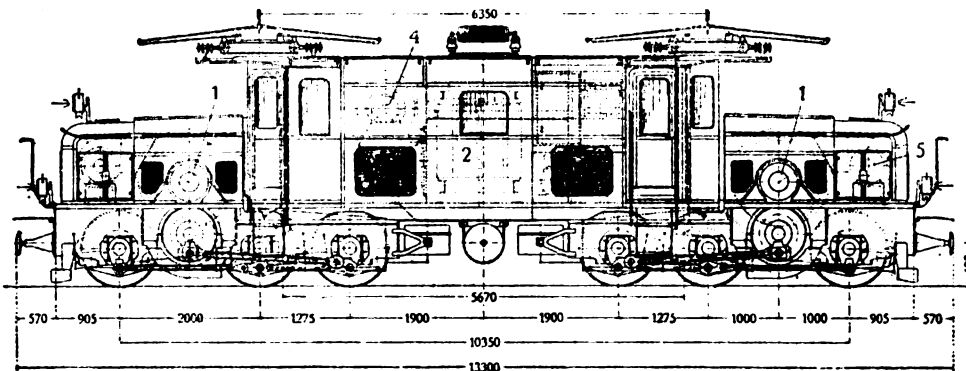
Le caratteristiche di tale locomotore sono le seguenti :

Lunghezza fra i respingenti	13 300 mm
Distanza fra gli assi estremi	10 350 "
Interasse rigido	3 275 "
Distanza fra i perni dei carrelli	5 700 "
Diametro delle ruote motrici	1 070 "
Raggio del bottone di manovella	720 "
Rapporto degli ingranaggi	1 : 4,134
Altezza del tetto sulle rotaie	3 275 "
Larghezza massima della cassa	2 670 "
Peso della parte meccanica	38 400 kg
Peso della parte elettrica	27 900 "
Peso totale del locomotore	66 000 "
Tensione della linea di contatto	7500 ÷ 11 000 Volt
Frequenza (corrente monofase)	16 2/3 ~
Altezza del filo di contatto sulle rotaie	da 4,1 a 6,4 m
Sforzo di trazione ai cerchioni) continuo a 30 km-ora	8 100 kg
) orario a 30 km-ora	9 700 "
) massimo allo spunto	13 000 "
Velocità massima	45 km-ora

Caratteristiche della parte meccanica :

I tre assi di ciascun carrello sono accoppiati fra loro e, per facilitare l'iscrizione nelle curve, l'asse centrale ha un gioco laterale di 20 mm rispetto alla posizione mediana.

Fra l'asse esterno e l'asse centrale è disposto l'asse ausiliario alle



- 1 = motore
- 2 = trasformatore
- 3 = gruppo di ventilazione e di centazione
- 4 = ventilatore per trasformatore
- 5 = ventilatore per motore
- 6 = gruppo convertitore
- 7 = motore-compressore.

Fig. 1.

Le caratteristiche della rete sono quelle delle linee di montagna : pendenze massime del 45 ‰; curve di raggio minimo di 100 m in corsa e di 80 m negli scambi; scartamento di 1 metro. È impiegata corrente monofase a 11 000 volt e 16 2/3 periodi.

Nel capitolato di fornitura dei nuovi locomotori era prescritto che gli stessi dovessero poter coprire due volte il percorso di andata e ritorno lungo le linee più accidentate con fermate di 1 minuto nelle stazioni intermedie e di 20 minuti ai capi-linea alle velocità e coi pesi rimorchiati indicati nella tabella seguente :

Pendenza (per mille)	Peso rimorchiato (tonni)	Velocità (km-ora)
45	150	30
35	200	30
25	200	31
20	250	31
15	250	33
10	250	36
0	250	45

Era prescritta la frenatura elettrica in discesa con uno sforzo frenante pari al 50 % del peso lordo del treno. Questa limitazione dello sforzo frenante è giustificata dal fatto che, per le curve numerose e

due estremità del quale sono montate le ruote dentate, comandate dai pignoni elastici del motore. Ad esse sono fissati i bottoni di manovella calettati a 90°, fra loro, i quali comandano le ruote motrici a mezzo di bielle oblique. I due carrelli sono identici meccanicamente ed elettricamente e sono intercambiabili.

Il locomotore è munito di freno automatico a vuoto capace di uno sforzo frenante pari al 75 % del peso aderente; i ceppi del freno si possono serrare anche a mano nel qual caso lo sforzo frenante è ridotto al 50 %.

Il telaio appoggia sui carrelli con perni semisferici e con perni portanti laterali, il peso è ripartito sugli assi a mezzo di leve equilibratrici che collegano i molloni portanti.

La cassa è fissata rigidamente al telaio e comprende due cabine di manovra ed uno scomparto centrale nel quale trovano posto il trasformatore, le apparecchiature ed il macchinario ausiliario. I motori di trazione sono disposti su di un lato degli assi ausiliari protetti da cofani di lamiera. Il tetto della cassa è chiuso da cinque telai mobili, sotto uno di essi è disposto l'interruttore principale.

L'aria compressa per i vari comandi pneumatici è fornita da un gruppo compressore della portata di 370 litri al minuto; di più è stato aggiunto un serbatoio della capacità di 300 litri.

Il freno automatico, nelle discese agisce in modo da serrare prima i ceppi delle vetture rimorchiate ed in seguito quelli del locomotore.

Con questo accorgimento si è voluto evitare un logorio eccessivo dei cerchioni del locomotore e la formazione di polvere e limatura di ferro sotto di esso.

Per le fermate rapide si può frenare contemporaneamente tutto il treno.

Caratteristiche della parte elettrica:

I motori di trazione sono monofasi a 12 poli del tipo serie compensato con resistenze addizionali inserite fra l'indotto ed il collettore.

Questa disposizione si è dimostrata vantaggiosa perchè permette di aumentare la tensione di corto circuito sotto le spazzole che nel caso in parola è di 520 volt, e di ridurre di conseguenza le sezioni dei conduttori e le dimensioni del collettore; di più tali resistenze permettono di diminuire il numero delle spazzole e di aumentarne la se-

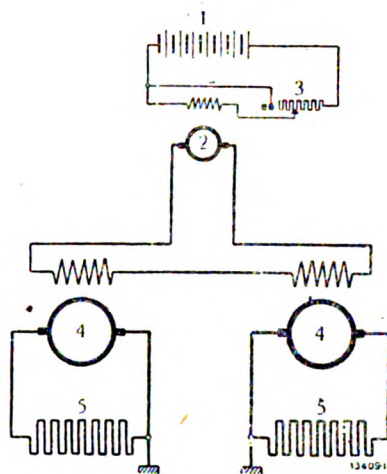


Fig. 2.

- 1 = batteria servizio luce
- 2 = eccitatrice
- 3 = reostato da campo
- 4 = motori di trazione accoppiati colle generatrici
- 5 = resistenze per il freno.

zione. Il rendimento del motore, in queste condizioni, è piuttosto superiore che inferiore a quello del motore senza resistenze perchè le perdite in queste ultime sono largamente compensate dalle minori perdite al collettore.

I motori, della potenza di 500 HP continui e 600 HP orari, sono a ventilazione forzata e per essa ciascuno è provvisto di un ventilatore della portata di 120 m³ al minuto con una pressione di 100 mm di colonna d'acqua.

Per proteggere i motori contro le conseguenze dello slittamento delle ruote, essi sono stati proporzionati per una velocità superiore del 25 per cento alla velocità massima.

I cuscinetti dei supporti sono in bronzo con rivestimento di metallo bianco. Lo spessore di questo rivestimento è stato tenuto superiore a quello dell'intraferro (2 mm) per evitare che il rotor possa strisciare sullo stator in caso di logorio eccessivo. Per assicurare la distribuzione uniforme della corrente nell'indotto anche con intraferro irregolare, è stato adottato per il rotor l'avvolgimento a tamburo serie-parallelo con un numero di spire eguale al numero dei poli. La centratura del rotor è assicurata automaticamente dai due pignoni di comando i quali hanno dentatura elicoidale a inclinazione simmetrica.

Il trasformatore è del tipo a secco con ventilazione forzata. Ha una potenza continua di 940 KVA ed una potenza oraria di 1140 KVA a 10 000 volt. Esso deve fornire anche 30 KVA a 220 volt per i servizi ausiliari e 125 kW a 300 volt (che diventeranno in seguito 240 kW a 1200 volt) per il riscaldamento. Il secondario è provvisto di 18 prese colle quali la tensione può essere regolata fra 104 e 610 volt. Tre prese supplementari servono per compensare le cadute di tensione nella linea di contatto.

La ventilazione del trasformatore è disposta in serie con quella delle resistenze del freno e vi provvede un ventilatore unico della portata di 300 m³ alla pressione di 60 mm di colonna d'acqua. Questo ventilatore è comandato direttamente da un motore il quale aziona anche una piccola dinamo da 7 ÷ 10 amp. a 18 volt che serve per l'eccitazione separata dei motori durante la frenatura elettrica.

L'interruttore principale è in olio con resistenza ausiliaria e dispositivo di messa a terra. Un opportuno sistema di blocco impedisce l'apertura dell'interruttore prima che siano abbassati i pantografi e l'apertura della cassa d'olio prima che sia stato inserito il circuito di terra. La chiusura dell'interruttore si effettua con comando pneumatico od a mano; l'apertura si effettua elettricamente a mezzo di relais a massima corrente ed a tensione zero, oppure a mano.

L'inserzione dei tre gruppi ventilatori è fatta dalla cabina di manovra dove è anche segnalata a mezzo di lampade spia. Quando, per inavvertenza, il manovratore oltrepassasse la quarta tacca del controller senza aver inseriti i ventilatori, un fischio d'allarme gliene dà

avviso. Con questo si è voluto evitare il pericolo di far lavorare il macchinario senza ventilazione.

Le prime quattro tacche del controller sono invece indipendenti dalla ventilazione per permettere le manovre nelle stazioni senza dover azionare i ventilatori.

Il freno elettrico, scartata la frenatura a ricupero per ragioni di peso, non poteva ottenersi che facendo lavorare i motori come dinamo su resistenze. Tecnicamente, sarebbe desiderabile che questa frenatura potesse effettuarsi indipendente dalla linea di contatto e cioè coi pantografi abbassati. Questo sistema però richiede una sorgente di energia indipendente per l'eccitazione, d'altra parte nel caso specifico, la corrente di linea era sempre necessaria per il motore della pompa a vuoto del freno il quale, come si è visto, deve poter agire parallelamente al freno elettrico. Per queste ragioni si è rinunciato all'indipendenza dalla linea di contatto e nelle discese i motori funzionano come dinamo eccitati dalla piccola dinamo accoppiata al motore di uno dei gruppi ventilatori. Questa dinamo è eccitata a sua volta, dalla batteria d'illuminazione.

Lo schema qui sotto rappresenta la disposizione dei circuiti per la frenatura.

Le resistenze possono dissipare una potenza di 400 kW; l'equipaggiamento di frenatura pesa complessivamente circa 1000 kg per cui risulta un peso specifico di 2,5 kg per kW di sforzo frenante.

Nei precedenti dispositivi di frenatura a ricupero questo peso specifico risultava invece di 7,5 kg per kW.

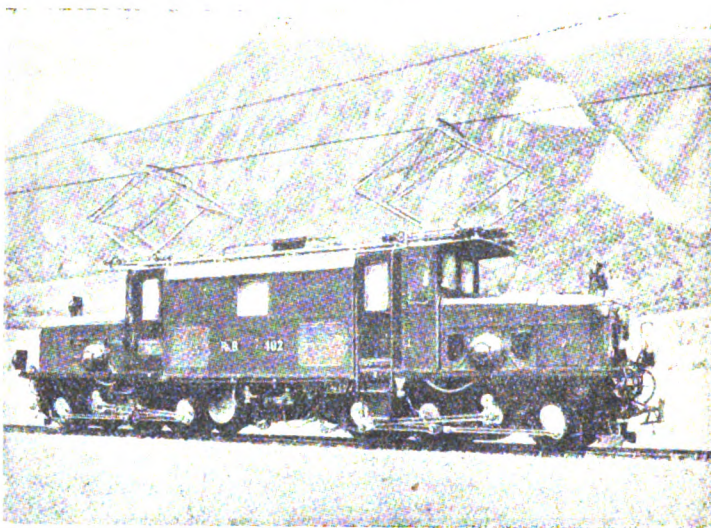


Fig. 3.

Il passaggio dal funzionamento come motore al funzionamento come dinamo si ottiene portando a zero il graduatore della tensione e spostando nella posizione di « freno » la leva dell'inversione di marcia. La regolazione della frenatura si ottiene allora agendo al controller del freno.

Una caratteristica di questi locomotori consiste nella elevata potenza specifica che raggiunge i 17,3 HP per ton, mentre nei casi precedenti non si realizzavano che 8,2 HP per ton. Questa caratteristica riesce più evidente dal confronto colle locomotive a vapore della stessa rete. Queste con un peso di 63 tonn. (compreso il tender) potevano rimorchiare sul 35 % un treno di 110 ton. a 27 km-ora e cioè il peso della locomotiva stava al peso del treno nel rapporto 1 : 1,76. Cogli ultimi locomotori si possono invece rimorchiare treni di 200 ton. a 30 km-ora ed il rapporto diventa 1 : 3.

Questi locomotori rappresentano il tipo più potente di trattore monofase costruito finora per ferrovie a scartamento ridotto.

g. a. r.

*

J. REYVAL — Applicazione della trazione elettrica a corrente monofase sulla rete della Compagnia delle ferrovie della Camargue. (R. G. E., 11 marzo 1922, pag. 351-359).

La Compagnia delle ferrovie della Camargue ha messo in servizio il 5 agosto 1920 la trazione elettrica sulle sue due linee del Gard, da Nîmes a Arles-Trinquetaille e da Nîmes a Saint-Gilles, che fanno parte della rete esercita dalla Compagnia stessa, comprendente anche le due linee del dipartimento di Bouches-du-Rhône da Arles a Salin-de-Giraud e da Arles alle Saintes Maries-de-la-Mer, tuttora a trazione a vapore (fig. 1).

Per ragioni di economia, data cioè la possibilità di ottenere la corrente necessaria dalla Société Energie électrique du Littoral méditerranéen si scelse il sistema di trazione a corrente alternata monofase ad alta tensione. Questa viene fornita alla tensione di 6600 V e 25 periodi senza trasformazione ai morsetti di un quadro di distribuzione, dal quale è inviata direttamente sulla linea.

Il posto di distribuzione è situato alla stazione di Arles-Trinquetaille, ove sono disposti dei trasformatori che abbassano la tensione a 120 V per i servizi interni di illuminazione e dei laboratori. La

linea non è munita di alimentatori, nè posti intermedi lungo il suo percorso.

La tensione ai motori varia da 150 a 370 V al massimo per 6600 V sulla linea.

La velocità dei treni può raggiungere i 55-60 km all'ora. Lo sforzo di trazione all'avviamento è di 4000 kg.

La linea da Nîmes a Arles-Trinquetaille è lunga 32 km. In essa le curve hanno un raggio minimo di 300 m tranne all'entrata della stazione di Nîmes dove si ha una curva di 150 m.

all'inizio dell'inverno e dell'estate, per mezzo di tenditori a vite disposti ad ogni chilometro.

Binario. — La linea, formata da rotaie tipo Vignole, aventi uno scartamento di 1 m, è quella già preesistente nella trazione a vapore. Le rotaie sono lunghe 12 m, connesse fra loro elettricamente con cavi leggeri di 30 mm² di sezione, ribaditi sui pattini delle rotaie. Ogni chilometro le rotaie sono messe a terra a mezzo di piastre adatte allo scopo.

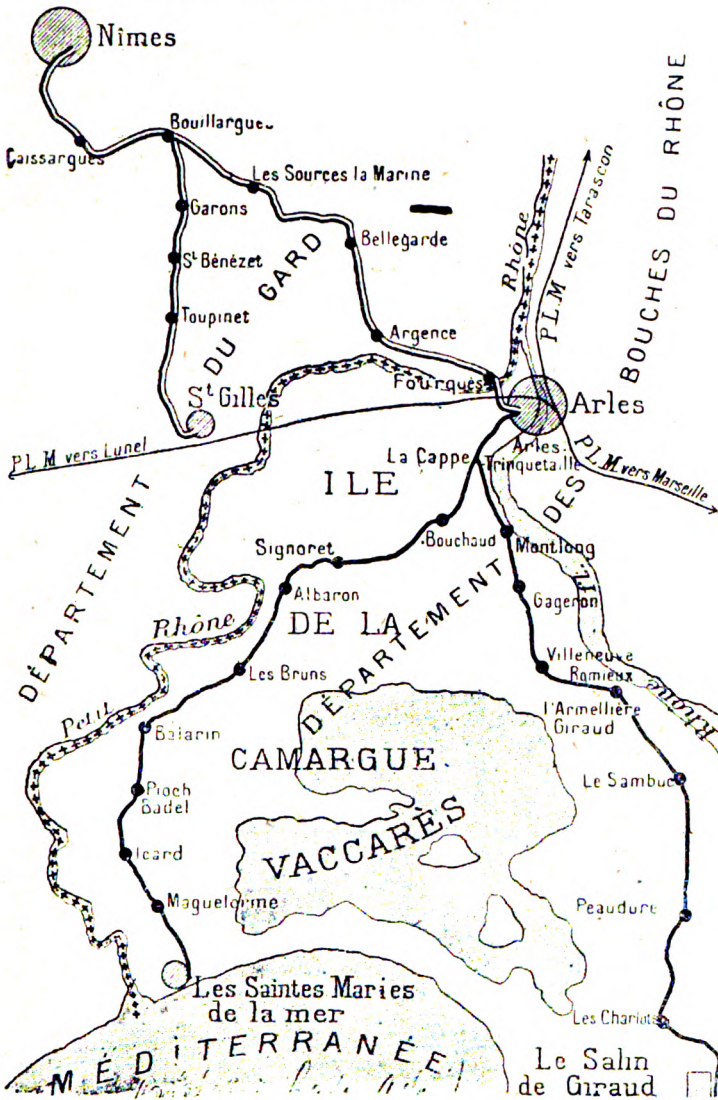


Fig. 1. - Carta della rete della Compagnia delle ferrovie della Camargue. Le linee da Nîmes ad Arles (32 km) e da Nîmes a Saint-Gilles (23,8 km) segnate con la linea doppia sono a trazione elettrica.

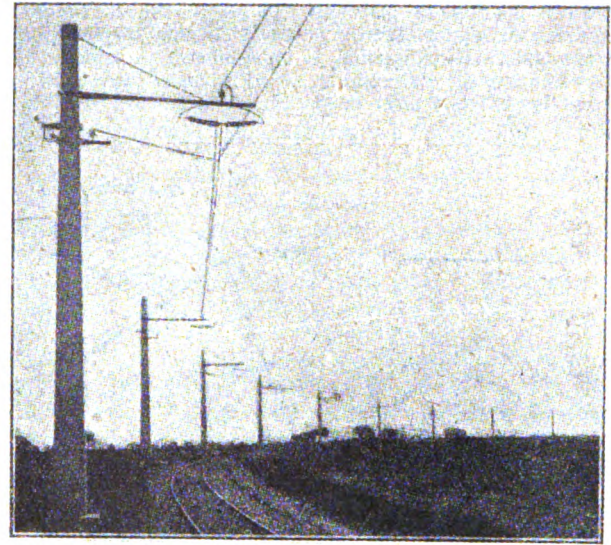


Fig. 2. — Vista della linea e della sospensione catenaria in una curva.

Automotrici. — Le vetture automotrici sono a due carrelli a due assi; a ciascuna estremità è disposta una cabina di comando. Il peso totale di una motrice, senza equipaggiamento elettrico, compreso il freno, è di 14000 kg.

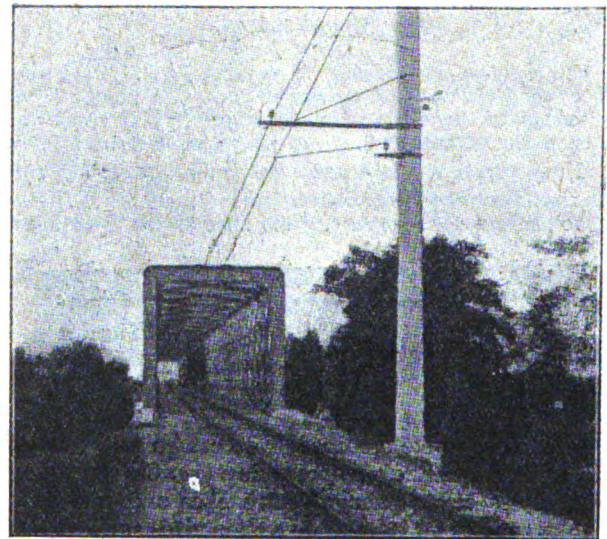


Fig. 3. — Passaggio di ponte a membratura superiore.

La linea da Bonillargues a Saint-Gilles ha una lunghezza di 15 km e 200 m. Anche in essa le curve hanno un raggio minimo di 300 m. Dopo il 5 agosto 1920 si è aggiunto alla linea un prolungamento di 1 km e 150 m nella città di Nîmes, che va dalla stazione della Camargue a quella della Compagnia Paris-Lyon-Méditerranée.

Linea di contatto. — La linea di contatto è del tipo a catenaria, in cui il filo di lavoro, a 6 m al disopra delle rotaie, è in rame, con una sezione di 50 mm². Esso è sospeso ogni tre metri al cavo-catenaria, che è composto di sette fili di 2,5 mm in acciaio galvanizzato.

Le campate normali, in rettilineo, sono di 50 m.

La linea è spostata dall'asse del binario, in rettilineo, di 0,350 m a destra e a sinistra e ogni due pali. In curva (fig. 2), qualunque sia il raggio di essa, lo spostamento dall'asse è di 0,400 m.

Nell'attraversamento del ponte tubolare sul Petit Rhône, la corda portante si prolunga senza interruzione al di sopra della membratura, come appare dalla fig. 3.

I pali sono alti 8 m ed hanno m 1,50 di fondazione; sono costruiti in cemento armato, gettati verticalmente in posto.

Le mensole sono composte di due ferri ad U gemelli di 50×25×5 mm. Gli isolatori sospesi sono a doppia campana di 140 mm di diametro.

In tutte le stazioni intermedie è predisposto un parafulmine e un interruttore con messa a terra.

La linea non presenta alcun apparecchio di dilatazione o compensazione, essendo stata tesa con uno sforzo di trazione di 300 kg alla temperatura di 15° C. La regolazione vien fatta due volte all'anno,

L'equipaggiamento elettrico completo pesa 11 300 kg, e comprende quattro motori monofasi a collettore serie compensata, della potenza oraria di 75 HP ciascuno.

Esercizio. — Attualmente dette linee elettrificate comprendono quattro treni in ciascun senso. Ogni treno pesa normalmente 65 T; i due treni che sono di solito in marcia contemporaneamente assorbono insieme una potenza istantanea media di 165 kW e di 320 kW all'avviamento. Dato questo carico, relativamente basso, il fattore di potenza medio ai morsetti del quadro di distribuzione varia da 0,72 a 0,74.

a. r.

L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

CRONACA

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Misura industriale dei volt-ampere e del fattore di potenza. — La rivista americana *The Electric Journal* del luglio scorso, ci dà notizia di un interessante dispositivo di misura dovuto ad un nostro connazionale: il signor Sperti. Si tratta di una disposizione cinematica che collega le indicazioni di un ordinario wattometro che misura la potenza reale del sistema ($P = VI \cos \varphi$) con quelle di un wattometro (se è lecito dire) misuratore della potenza reattiva ($P_r = VI \sin \varphi$). Agli assi dei due strumenti (fig. 1) sono fissati due bracci

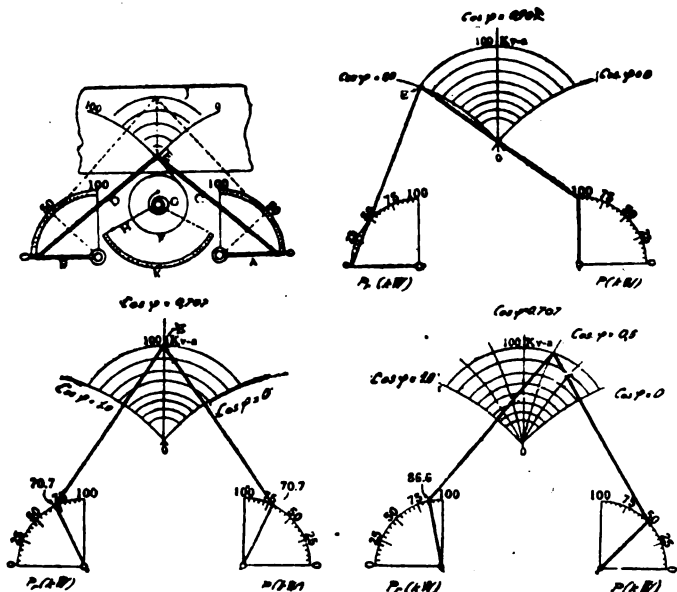


Fig. 1. 2, 3, 4.

A e B che possono così ruotare di novanta gradi. Gli estremi dei due bracci sono collegati col sistema di leve $O E$ riunite a cerniera in E . Essendo gli angoli descritti dai bracci A e B rispettivamente proporzionali alla potenza reale P ed alla potenza reattiva P_r del sistema, si può vedere che la distanza dal punto E dalla sua posizione di riposo risulta con buona approssimazione proporzionale a $\sqrt{P^2 + P_r^2}$ ossia ai voltampere del sistema. Un filo attaccato ad E ed avvolto su

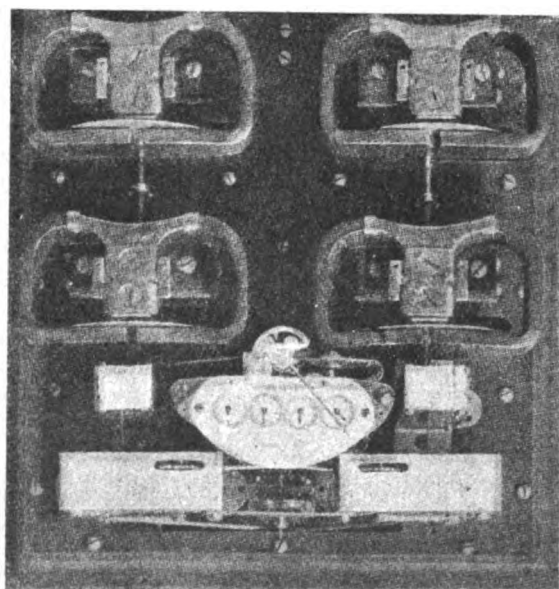


Fig. 5.

un tamburo a molla F fa quindi ruotare il tamburo stesso e l'indice H con esso solidale, di un angolo che è funzione dei voltampere, i quali possono quindi essere letti direttamente su una scala K . Ma il piano su cui si sposta il punto E (sul quale mediante una serie di cerchi concentrici si possono pure leggere i voltampere) può essere anche munito di una famiglia di curve che permettono di leggere direttamente il valore di $\cos \varphi$.

La cosa risulta evidente dall'esame della fig. 2, 3 e 4 che mostrano tre posizioni del sistema per una stessa potenza apparente di 100 e rispettivamente per $\cos \varphi = 1$ ($P_r = 0$) $\cos \varphi = 0,707$ ($P_r = P$) e per $\cos \varphi = 0,5$ ($P_r = P\sqrt{3}$).

Naturalmente i due strumenti fondamentali che comandano i bracci A e B possono essere monofasi o polifasi e possono essere puramente indicatori od anche indicatori del carico medio-massimo in uguali e definiti intervalli di tempo. È questo anzi il caso a cui particolarmente si riferisce lo scritto, che descrive l'apparecchio trifase secondo il sistema Sperti-Bleeksmith costruito dalla Westinghouse (fig. 5).

L'autore dell'articolo R. C. Fryer premette alcune considerazioni sull'importanza della misura industriale del fattore di potenza e delle applicazioni relative, e accenna ad alcuni altri metodi ed apparecchi di misura, già noti.

*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Successi della propulsione elettrica. — Nella «General Electric Review» (Novembre 1922) è data notizia di un nuovo record di navigazione, che dimostra la superiorità del sistema a propulsione elettrica. Tale record è stato compiuto dalla nave da guerra americana «Maryland», in un viaggio fatto da Rio de Janeiro a New York, in 10 giorni, 7 ore e 50 minuti, con un percorso di 4760 miglia (1 miglio marino = 1852 m). La navigazione avvenne in condizioni pessime di tempo, avendo dovuto la nave, per quasi due giorni consecutivi, sostenere un vento di 75 miglia all'ora. Malgrado questo, la velocità media oraria risultò di 18,48 miglia e non fu diminuita che di 0,8 miglia anche nei momenti peggiori. Il viaggio finì poi nelle ultime quattro ore con una corsa a 21 miglia.

Le caratteristiche principali del «Maryland» sono le seguenti:

- Varato nel marzo 1921;
- Terza nave da guerra con propulsione elettrica;
- Prima nave con otto cannoni da 406 mm;
- Lunghezza 190 m;
- Larghezza 29,7 m;
- Dislocamento 33 000 tonnellate;
- Velocità 21 miglia;
- Autonomia a velocità economica 10 000 miglia;
- 2 turbo-generatori principali Curtis da 11 000 kW ciascuno; ognuno di essi è sufficiente per dare la velocità di 17 miglia;
- 6 turbo-generatori ausiliari da 300 kW.

U. So.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI TORINO.

Visite sociali.

La sera di venerdì 12 gennaio un numeroso gruppo di Soci, guidati dal Presidente ing. Soleri, visitò la nuova Centrale telefonica automatica di Torino. Ricevuti dal dott. cav. Annibale Craveri in rappresentanza della Direzione Compartimentale gli intervenuti si interessarono vivamente al funzionamento della Centrale, alle esperienze dimostrative ed alle esaurienti spiegazioni cortesemente fornite dai valenti tecnici addetti all'impianto.

*

Domenica 14 gennaio alle ore 10 la Sezione, accogliendo l'invito della S. A. Ing. Vittorio Tedeschi, compì una visita agli stabilimenti di detta Società per la costruzione di cavi elettrici. Sotto la guida dei Vicedirettori ing. Giulio Tedeschi ed ing. gr. uff. Elvio Soleri, i Soci visitarono i reparti di costruzione dei cavi di energia e dei cavi telefonici, ed il nuovo laboratorio sperimentale della Ditta, dotato di prove di tensione fino a 500 000 volt. Quivi assistettero ad esperienze di scariche eseguite sopra spezzoni di cavi alla tensione di 380 000 volt. Dopo un vermouth d'onore signorilmente offerto, l'ing. Giulio Tedeschi portò il saluto del Direttore ing. Vittorio Tedeschi, che non poteva essere presente per gravi ragioni di salute, ed inneggiò allo sviluppo ed alla crescente prosperità della nostra Associazione. Rispose ringraziando a nome degli intervenuti l'ing. cav. Vittorio Treves.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La Teoria della relatività.

Chi amasse i paradossi, potrebbe dire, non senza qualche apparente fondamento, che una delle caratteristiche più salienti della Teoria della relatività è quella di ricorrere alle cause più grandiose per spiegare i fenomeni più impercettibili.

E, difatti, il risultato negativo della celebre esperienza di Michelson-Morley, che fu il punto di partenza di un così grandioso movimento di pensiero, si riduce a questo: ad una mancata variazione, dell'ordine di un *decimillesimo*, della velocità della luce. Il notissimo moto secolare del perielio di Mercurio, la cui spiegazione spontanea costituisce uno degli argomenti comunemente addotti a favore delle idee einsteiniane, consiste nel fatto che la traiettoria effettivamente descritta da Mercurio in ogni anno differisce da quella che avrebbe dovuto descrivere, in base alle leggi della meccanica di Galileo e di Newton, di un arco che è presso a poco un *decimilionesimo dell'orbita*. E le constatazioni fatte durante la nota eclissi solare nel maggio 1919 dalle spedizioni promosse da Eddington, interpretate nel modo più favorevole, si riducono ad uno spostamento apparente di certe stelle, il quale differisce di soli *quattro quinti di secondo d'arco* da quello che le teorie classiche lasciavano prevedere; e quattro quinti di secondo rappresentano presso a poco l'angolo sotto il quale la grossezza di un capello è vista alla distanza di cinquanta metri! Ora per spiegare questo fatto, la teoria della relatività ci propone, come è stato illustrato dalle memorie, già pubblicate, del Castelnuovo e del Donati — ed il presente fascicolo contiene una parte della discussione che seguì, presso la Sezione di Roma, le conferenze Castelnuovo ⁽¹⁾, e cioè quanto ebbe ad osservare il prof. LEVI-CIVITA — di portare le modificazioni concettualmente più profonde alla usuale nostra concezione dell'Universo; anzi, a trasformare radicalmente persino quelle nozioni di spazio e di tempo che, per il loro apparente carattere di primitività, eravamo abituati a considerare come intangibili.

Tutto questo, è in gran parte, vero. Ma sarebbe ingiustificato considerarlo come una obiezione molto seria alle nuove idee; anzi, la meraviglia che il paradosso può destare si attenua ove si rifletta al modo come nascono e si consolidano le teorie fisiche, ove si tenga presente la loro funzione nella scienza ed il loro reale significato.

L'osservazione attenta dei fenomeni ci rivela l'esistenza dei legami costanti fra i corpi che vi prendono parte e le conseguenze dei fenomeni: di relazioni quantitative, che divengono sempre più precise e numerose col progredire della scienza, fra le grandezze che vi partecipano. L'insieme delle leggi, delle relazioni così trovate costituisce, nel caso ad es. dei fenomeni fisici, la fisica sperimentale propriamente detta; la quale, finché si limita alla descrizione dei fenomeni ed alle enunciazioni pure e semplici dei fatti e delle leggi, costituisce la parte più solida della fisica. Ma v'è in noi, per nostra fortuna, un complesso di tendenze che ci spinge a non contentarci della esposizione dei fatti, ma a ricercarne il perchè, ad interpretarne l'intimo meccanismo; tendenze comuni a tutte le età, a tutti i popoli, sebbene possano assumere forme più o meno diverse.

Questo complesso di tendenze è la causa principale della elaborazione delle teorie. Partendo inevitabilmente da un certo gruppo di ipotesi *arbitrarie*, esplicite od implicite, le quali debbono sostanzialmente soddisfare alla sola condizione di non contraddirsi mutualmente e di non contraddire direttamente i fatti osservati, una teoria si sforza di far rientrare in un quadro unico il più gran numero possibile di fenomeni, facendoli apparire come la conseguenza logica delle ipotesi fatte. Si tratta, dunque, di una vera e propria *interpretazione* di questi fenomeni; la quale differisce dalla *spiegazione* solo per la incertezza in cui siamo circa la verità delle ipotesi di partenza, la cui verosimiglianza, d'altronde, non può essere stabilita che a posteriori, in base alla estensione del quadro fenomenico

che esse abbracciano ed al verificarsi delle previsioni che permettono di fare. Nella impossibilità di concepire una teoria unica che abbracci tutti i fenomeni noti, la fisica teorica si è limitata sino ad oggi ad elaborare delle particolari teorie per ciascun gruppo di fenomeni, dando così origine a due categorie di lavori; gli uni, più numerosi, tendenti a perfezionare sempre più ogni singola teoria, e gli altri, diretti a saldarle fra di loro, come un avviamento a quella sintesi, che solo a patto di essere completa potrebbe aspirare a venir considerata come definitiva.

Ma ad ogni fatto nuovo che l'esperienza rivela, sorge la questione, sempre emozionante per il fisico, di vedere se esso rientri, oppure no, nelle teorie fino ad allora ammesse. È frequente il caso che la teoria, così come è, non riesca senz'altro a spiegarlo; ed allora il fisico, obbedendo inconsciamente ad una legge di minimo sforzo e ad un istinto conservatore dei quali non sempre il psicologo sa dare ragione, cerca, generalmente con esito felice, se e quali ritocchi occorra fare all'edificio teorico già costruito per farvi rientrare anche il fenomeno ribelle. Così, a poco a poco, l'edificio si completa, si estende, si complica; e la nostra confidenza in esso, cioè nelle ipotesi che ne sono il fondamento, cresce in ragione della sua dimostrata capacità ad accogliere fenomeni nuovi; specie, poi, se la teoria si dimostra capace persino di lasciar prevedere fatti non conosciuti. E nei riguardi di alcune ipotesi di tipo semplice, che vediamo costantemente alla base delle varie teorie relative a gruppi differenti di fenomeni, la nostra fiducia si trasforma inconsciamente in sicurezza; si trasforma, anzi, sino al punto che noi perdiamo la nozione che si tratta di ipotesi, e finiamo col considerarle come verità fuori contestazione.

Comunque, ogni teoria, man mano che si completa e si precisa, diventa, appunto per questo, sempre meno atta a successive modificazioni. E può accadere, (e la storia della fisica è piena di questi esempi), che sorga ad un certo momento un fatto nuovo, capace di porre il fisico davanti a questo dilemma: o complicare inverosimilmente la teoria, cioè le antiche ipotesi, in un modo che sa di ripiego, per abbracciare anche il nuovo fenomeno, oppure abbandonare e sostituire qualcuna delle ipotesi fondamentali, trasformando così radicalmente l'antica concezione. Il dibattito, spesso vivo ed appassionato, fra i sostenitori delle due soluzioni, caratterizza appunto questi periodi di transizione, queste *svolte* della storia del progresso scientifico. Occorre forse ricordare, per limitarsi agli esempi più classici, ciò che accadde all'epoca in cui il sistema Tolomaico, tenacemente sostenuto, dovette cedere al sistema di Copernico? Oppure la lotta fra i partigiani della teoria ottica della *emissione* e quelli della teoria delle *ondulazioni*, alla quale la scoperta dei fenomeni di interferenza finì col dare il sopravvento?

Un caso analogo si verifica oggi.

Uno spirito acutamente critico, di larghe vedute, che avesse esaminato senza preconcetti lo stato delle scienze fisiche sino a pochi anni or sono, sarebbe stato forse colpito da una circostanza, alla quale solo i dibattiti relativistici hanno dato, a poco a poco, chiaro rilievo. Esistevano nei vari campi della fisica numerose teorie sulla struttura della materia, delle quali una, in specie, vantava la maggiore notorietà ed i maggiori trionfi, la teoria elettronica, che aveva cominciato ad attaccare con successo anche il problema della struttura interna dell'atomo: eppure, non una di queste teorie era menomamente capace non diciamo di spiegare, ma nemmeno di far intravedere seriamente un nesso qualsiasi fra le proprietà degli edifici molecolari, atomici ed interatomici così elaborati e quella che pure è fra le proprietà più generali della materia: la gravitazione. E quel magnifico edificio che è la meccanica di Galileo e di Newton, la cui fondazione costituì a suo tempo una delle maggiori conquiste dello spirito umano, sembrava rifiutarsi ostinatamente di ospitare alcuni fenomeni poco vistosi, ma assolutamente certi (celebre, fra

(¹) Questo giornale, 1922, pag. 417.

altri, il già citato spostamento del perielio di Mercurio), e sembrava affatto inapplicabile agli edifici atomici ed interatomici.

Non si può dunque negare che, al momento in cui sono cominciati i lavori dell'Einstein, se gli indizi più noti del disaccordo fra realtà e previsioni si riducevano a pochi fenomeni e poco vistosi, ben altre intollerabili lacune presentasse l'edificio teorico che la scienza era andata lentamente costruendo; che ben altre insanabili contraddizioni, meno note, perchè più vaghe, ma non per questo meno esistenti, si fossero già delineate fra le varie parti della fisica teorica.

Ora, la stessa arbitrarietà che presiede alla scelta della ipotesi da assumere a fondamento d'una teoria si presenta allorchè si tratta di trasformare radicalmente la teoria stessa; in quanto non è in generale possibile «localizzare il guasto». A differenza dei suoi illustri predecessori, fra i quali il Lorentz, che avevano tentato di vedere se l'aggiunta di ipotesi non avrebbe potuto eliminare qualche difficoltà, è sembrato all'Einstein che la gravità delle contraddizioni da togliere richiedesse trasformazioni di carattere radicale. Questa è la genesi probabile delle nuove, arditissime teorie; sicchè la grandiosità delle modificazioni concettuali ch'esse impongono non può dirsi sproporzionata alla grandiosità del tentativo; il quale, pur essendo ancora d'indole essenzialmente matematica, cioè formale, costituisce indubbiamente il primo tentativo serio, che la scienza ricordi, di una sintesi unica di tutti i fenomeni fisici.

Che cosa rimarrà dell'opera di Einstein e di tutti coloro fra i quali insigne scienziati italiani — ed il Levi-Civita è in prima linea — che vi hanno contribuito?

È sicuramente troppo presto per discutere una questione simile; nè questo sarebbe il luogo. Ma due fatti sono incontestabili, fin d'ora. Il primo, è la fecondità delle nuove idee, anche intese nel senso positivista di semplici «ipotesi di lavoro»; il secondo, è che nell'elaborare la sua nuova concezione del mondo fisico e nel mostrarne le conseguenze, il grande matematico svizzero ed i suoi collaboratori hanno implicitamente dimostrato come solo attraverso una qualche trasformazione radicale di talune nostre nozioni fondamentali, che sembravano acquisite, riguardanti il mondo fisico, si possa sperare di fare un altro grande passo per la più esatta comprensione del mondo stesso. Ora, se anche di tutta la complessa opera Einsteiniana questo solo dovesse rimanere, questo solo basterebbe per imprimere nella scienza un'orma incancellabile e per giustificare, quindi, il generale interessamento agli studi sulla Relatività generale.

La generatrice autosincrona.

Il Prof. SARTORI ci dà oggi interessanti notizie su alcune prove eseguite con la sua generatrice autosincrona nella centralina automatica altra volta descritta. Si tratta ancora del motore autosincrono compensato, che fu ampiamente illustrato dallo stesso Prof. Sartori in occasione dell'ultima riunione annuale; ma fatto funzionare come generatore. Oggi che il problema delle centrali automatiche o semi-automatiche può dirsi maturo anche fra noi, è senza dubbio assai importante poter tener conto delle nuove possibilità offerte dalla generatrice autosincrona, per quei casi medi nei quali la centrale automatica debba dare un suo contributo di energia reattiva alla rete, e non si vogliano affrontare le maggiori complicazioni dell'automatismo con una centrale dell'ordinario tipo sincrono.

Lo sviluppo del forno elettrico in Italia.

Il Dott. STROMBOLI ha fatto recentemente alla Sezione di Torino un interessante quadro storico-statistico della siderurgia in genere e dell'elettro-siderurgia in ispecie, nel nostro Paese. Ne pubblichiamo oggi un riassunto, associandoci alle previsioni ottimistiche dell'A. Il forno elettrico, per quanto vanti in Italia uno dei suoi pionieri, lo Stassano, è stato in genere finora poco curato dagli elettrotecnici e soprattutto dagli elettrotecnici italiani. Esso deve quindi essere suscettibile ancora di notevoli perfezionamenti, per poco che i nostri costruttori, posto da parte ogni empirismo, si decidano a sottoporlo a quei controlli, a quelle misure, a quegli studi metodici con i quali si vanno sempre più perfezionando tutte le altre costruzioni elettromeccaniche.

LA REDAZIONE.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

IL PROBLEMA SIDERURGICO ITALIANO E L'INDUSTRIA ELETTROSIDERURGICA ITALIANA

Dott. A. STROMBOLI



Riassunto della Comunicazione tenuta il 10 novembre 1922

:: :: :: :: alla Sezione di Torino :: :: :: ::

Il ferro è stato la base del progresso civile. Collo svilupparsi della produzione del ferro e dell'acciaio si è avuto lo sviluppo di tutte le altre industrie comprese l'agricoltura e l'elettrica che hanno permesso in questi ultimi decenni di spingere così rapidamente la vita dell'uomo. Si pensi all'importanza che ha il ferro per tutti gli strumenti agricoli e per i trasporti delle derrate alimentari. Si pensi all'importanza e alla necessità del ferro per la costruzione delle macchine elettriche e specialmente alle proprietà magnetiche del ferro, le più importanti per lo sviluppo della elettrotecnica.

La natura fu matrigna all'uomo per quanto riguarda il ferro perchè trovandosi questo nella terra in prevalenza sotto forma di ossido ha reso difficile per molto tempo l'estrazione del ferro. E solo nell'ultimo secolo col progredire della chimica e della fisica fu possibile di sviluppare la grande industria siderurgica. E quali grandiosi progressi dal 1860 a oggi dopo il processo Bessemer, Thomas e Martin.

Da circa 400.000 tonn. di produzione d'acciaio nel 1865 in tutto il mondo si arriva a 29.000.000 di tonn. nel 1900, a circa 76.000.000 di tonn. nel 1913. Poi viene la guerra, grande divoratrice d'acciaio, che fa salire la produzione a più di 85.000.000 di tonn. nel 1917 e poi il dopoguerra con la crisi industriale che fa ridurre la produzione d'acciaio a circa la metà del 1917 nello scorso anno. Ma quale immenso consumo di carbone; gli 80.000.000 di tonnellate di ghisa prodotti nel 1913 e i 76.000.000 di tonn. di acciaio richiesero certo non meno di 150 milioni di tonn. di carbone, cioè quasi la ottava parte di tutta la produzione del mondo.

Eppure si erano fatti grandi progressi nella produzione riducendo fortemente il quantitativo di carbone consumato per tonn. di acciaio prodotto ed utilizzando nel modo più razionale tutta l'energia prodotta dai gas dell'alto forno.

L'Italia che non aveva carbone fossile aveva però da lungo tempo sviluppato la sua siderurgia e le più belle tradizioni storiche ornano il nascere di questa industria tra noi, industria già in fiore al tempo degli Etruschi e dei Romani poi continuata nel Medio evo dai fabbri lombardi che passavano le Alpi per andare ad insegnare ai popoli del nord d'Europa l'arte di estrarre e di lavorare il ferro.

Piccola e gloriosa industria che tanta parte ha avuto nel progresso civile. Ma quando venne la macchina a vapore e si poté rimpiazzare il carbone di legno, che cominciava a difettare, col carbone fossile cominciò a svilupparsi fuori d'Italia la grande industria siderurgica che solo nel 1902 cominciò a svilupparsi anche tra noi.

La fabbricazione di una tonn. di laminati d'acciaio partendo dal minerale di ferro attraverso l'alto forno, il forno Martin ed il laminatoio richiede circa due tonnellate di carbone. La fabbricazione invece di una tonnellata di laminati d'acciaio partendo dai rottami e ghisa fusi al forno Martin e poi passata al laminatoio richiede circa 500 kg. di carbone. Però per questo processo occorre importare ghisa dall'estero oppure adoperare del carbone per produrla in paese. La fabbricazione di una tonnellata di laminati col processo della fusione dei rottami nel forno elettrico richiede circa 150 kg. di carbone e nessun quantitativo di ghisa.

Per esaminare quindi il problema siderurgico italiano occorrerà tener presente il processo di fabbricazione e le materie prime di cui si può disporre.

Nel 1868 si avevano in Italia circa 299 officine, la maggior parte molto piccole, che lavoravano il ferro e davano la seguente produzione:

Ghisa di prima fabbricazione	tonn. 22.162
Ghisa di seconda fusione	» 8.329
Ferro in barre	» 16.601
Ferro lavorato	» 3.595
Acciaio greggio lavorato	» 4.041

Totale tonn. 54.701

per un valore di circa 15 milioni di lire, mentre l'importazione del ferro lavorato era valutata a 48 milioni di lire.

Col progredire dell'industria si riducevano il numero delle officine e queste divenivano più grandi e limitandosi alle vere ferriere ed acciaierie, queste nel 1909 sono 84, ed all'incirca rimangono dello

stesso numero in questi ultimi tempi. La produzione dell'acciaio da 6.700 tonnellate del 1885 saliva a 107.000 tonn. nel 1890, colla marcia della nuova Acciaieria di Terni; ridiscendeva a tonn. 50.300 nel 1895 per arrivare a tonn. 115.000 nel 1900. Da quest'anno comincia regolarmente ad aumentare, talora con un ritmo un po' più accelerato, nascendo numerosi nuovi impianti ed ingrandendosi alcuni più piccoli. Si hanno così le seguenti produzioni:

1905 tonn.	244.800	1914 tonn.	911.000
1906 »	332.920	1915 »	1.009.200
1907 »	346.750	1916 »	1.280.000
1908 »	437.670	1917 »	1.332.000
1909 »	661.570	1918 »	979.150
1910 »	635.000	1919 »	760.000
1911 »	750.000	1920 »	774.020
1912 »	917.910	1921 »	683.200
1913 »	933.500	1922 »	900.000

Si è avuto cioè un crescendo di produzione di acciaio greggio che ha culminato in un massimo di produzione di tonn. 1.332.000 nel 1917 e poi col cessare della guerra e col sopravvenire della crisi industriale ed economica ha sempre declinato. Oggi siamo di fronte ad una ripresa ostacolata da molte difficoltà di rifornimento di materie prime, come andremo più tardi esaminando.

La fabbricazione dell'acciaio si ottiene in Italia con due processi che è bene distinguere. Partendo dal minerale e quindi attraverso la ghisa liquida, come si pratica a Piombino e come si praticava a Bagnoli, oggi chiuso. Partendo dalla rifusione dei rottami di ferro e acciaio applicando in gran parte il processo Martin-Siemens come avviene in tutte le altre acciaierie dell'Italia del Nord e del Centro; oppure applicando il forno elettrico, come andremo meglio spiegando in seguito.

Si hanno oggi in Italia 30 acciaierie Martin con 107 forni Martin di varia capacità da 10 a 50 tonnellate; in totale si ha più di 2000 tonnellate di capacità che permetterebbe di produrre, quando se ne avessero le materie prime, quasi 2.000.000 di tonnellate di acciaio grezzo all'anno. Di queste più di 400 tonnellate di capacità sono date dagli impianti di Piombino e di Bagnoli (quest'ultimo è fermo da quasi due anni), che sono destinati a marciare a ghisa liquida e sono capaci di produrre quasi 400.000 tonnellate all'anno d'acciaio. Per le altre 31 acciaierie che adoperano oltre che rottami anche ghisa di affinazione si avrebbe quindi un fabbisogno di più di un milione di tonnellate di rottami.

Si hanno poi altre 17 ferriere o laminatoi che in parte possono rilaminare pacchetti di rottami o lingotti prodotti nelle acciaierie.

Infine si hanno circa 45 stabilimenti, di cui alcuni molto piccoli e attualmente fuori esercizio, con forni elettrici per fabbricazione di acciaio. Circa 15 di questi sono compresi nella prima serie delle acciaierie Martin. Tutti insieme hanno un 160 e più forni elettrici per fabbricazione d'acciaio, colla capacità totale di circa 800 tonnellate, ciò che darebbe se fosse possibile avere la materia prima, i rottami, e l'energia elettrica per tutto l'anno, la capacità di produzione di circa 700.000 tonnellate d'acciaio al forno elettrico.

Sicché oggi cogli impianti siderurgici che abbiamo potremmo produrre in paese più di due milioni di tonnellate d'acciaio e di questo un terzo quasi potrebbe essere prodotto al forno elettrico. Vi è però il grave problema del rifornimento delle materie prime. Nel 1913 si produssero in Italia tonn. 933.000 di acciaio e 419.789 tonn. di ghisa e si consumarono tonn. 1.500.000 di carbone di cui 700.000 per gli alti forni, 350.000 nelle acciaierie, 450.000 nei forni per laminazione e fucinazione. Attualmente per i miglioramenti introdotti negli impianti siderurgici il consumo di carbone per la produzione di un milione di tonnellate d'acciaio è certamente inferiore specialmente per l'elettificazione della maggior parte dei treni laminatoi che prima erano mossi da macchine a vapore. Il consumo maggiore di carbone è dato dagli alti forni per preparare la ghisa che in parte viene rifiuta o direttamente raffinata per trasformarsi in acciaio.

Il nostro paese per lunghi anni ha importato forti quantitativi di ghisa, più di quello che non sapesse produrre. Fino al 1902 la produzione della ghisa era data da un discreto numero di alti forni al carbone di legno, sparsi nelle diverse vallate, in vicinanza del minerale, e la produzione oscillava dalle 10 alle 20.000 tonnellate. Se ne importavano invece in media un 160.000 tonnellate. Nel 1902 si accendevano i primi alti forni di Portoferraio e poi quello di Piombino e più tardi ancora quelli di Bagnoli. Così la produzione della ghisa arrivava nel 1913 a 419.798 tonnellate mentre l'importazione di ghisa oscillava sulle 250.000. Si aveva cioè un consumo superiore alle 600.000 tonnellate. Di queste una parte rilevante veniva raffinata negli stabilimenti di Piombino e di Bagnoli ed un'altra parte veniva consumata nelle varie acciaierie Martin per la rifusione dei rottami; la rimanente veniva adoperata nelle fonderie di ghisa. Durante la guerra la produzione di ghisa arrivò ad un massimo di 470.000 ton-

nellate nel 1917 di cui 56.000 tonn. erano di ghisa sintetica ottenuta al forno elettrico per ricarburazione delle torniture d'acciaio. L'importazione in detto anno arrivava a 316.000 tonnellate avendosi un consumo totale di 790.000 tonnellate. Dal 1917 tanto la produzione come l'importazione di ghisa è continuamente diminuita tanto da ridursi nel 1921 a 60.000 tonnellate di produzione di cui 25.000 tonnellate al forno elettrico e di 65.000 tonnellate d'importazione. Fermo lo stabilimento di Bagnoli, in marcia ridotta Portoferraio e Piombino. Nonostante che la dogana per la ghisa in pani sia di circa 200 lire alla tonnellata la produzione di questa, dato il forte consumo di carbone, circa 1500 kg per tonnellata di ghisa, non sembra molto remuneratrice né molto opportuna. Basti pensare che oggi si può acquistare della ghisa francese a circa 250 franchi cioè a circa 100 lire mentre i 1500 kg di carbone necessari per produrre una tonnellata di ghisa costano circa 300 lire.

L'utilizzazione di molti depositi residuati dalla guerra e soprattutto di molti rottami di ghisa e ghisa acciaiosa e la crisi in tutta la produzione industriale ha permesso di far fronte al fabbisogno con così piccole produzioni e così piccole importazioni. Si ha però adesso un certo risveglio e si dovrà certamente aumentare e l'importazione o la produzione. Ma per quest'ultima rimane ancora dubbio se si possa concedere una così forte protezione e non sia piuttosto il caso di agevolare l'importazione restringendosi alla produzione dell'acciaio.

Per quest'ultimo, come detto, indipendentemente dalla produzione con ghisa liquida, si hanno in paese tra impianti di acciaierie Martin e acciaierie elettriche, forni sufficienti per la fabbricazione di 2 milioni di tonn. d'acciaio. Ora un siffatto quantitativo di acciaio noi riteniamo che sia necessario al nostro paese per continuare nella sua vita industriale e per progredire. Se noi guardiamo ai dati del 1913 troviamo che gli Stati Uniti hanno una produzione d'acciaio di circa 300 kg per abitante; circa 290 kg per abitante aveva la Germania, circa 190 l'Inghilterra e circa 130 kg la Francia per tacere del Belgio che aveva 370 kg mentre l'Italia non raggiungeva i 30 kg per abitante. Naturalmente il consumo per abitante nei paesi sopra citati è inferiore alle cifre citate perchè detti paesi erano e sono esportatori di ferro e acciaio mentre il nostro paese è importatore non essendo sufficiente la produzione nazionale.

L'importazione di ferro e acciaio, nelle varie forme, in Italia fu in questi ultimi anni la seguente:

1910 tonn.	286.318	1916 tonn.	314.699
1911 »	271.205	1917 »	745.999
1912 »	322.776	1918 »	557.513
1913 »	278.049	1919 »	384.671
1914 »	270.000	1920 »	303.467
1915 »	207.259	1921 »	173.181

Sicché tra produzione ed importazione si è avuto in questi ultimi anni un consumo annuo di circa 1.500.000 tonn. d'acciaio ad eccezione degli anni che hanno seguito alla guerra a causa della forte crisi. Nessun dubbio che quindi in un breve tempo si deve arrivare ad un consumo di almeno 2 milioni di tonn. Poichè abbiamo ridotto ai minimi termini la produzione attraverso il minerale, la produzione in paese dovrà in gran parte avvenire dalla rifusione dei rottami. Quale cifra si potrà raggiungere?

Non è facile dedurre il quantitativo di rottami che si trovano in paese. L'importazione che avanti il 1900 oscillava tra le 150 e le 200.000 tonn. arrivò fino a 416.000 tonn. nel 1909 ma è poi declinata in questi ultimi anni specialmente per il perturbamento nel mercato dei rottami, portato dalla guerra, per cui paesi esportatori di rottami come la Germania sono invece divenuti paesi importatori. Sicché in questi ultimi anni l'importazione dei rottami in Italia ha declinato a circa 100.000 tonn. mentre gli impianti siderurgici di cui disponiamo sarebbero capaci di assorbire anche l'importazione di 1 milione di tonnellate. Attualmente ha ripreso una rilevante importazione di rottami; nel primo semestre del 1922 si importarono 166.113 tonnellate di rottami.

Uno scrittore americano ha previsto che in dieci o quindici anni in media il ferro si trasforma in rottami. Non è facile trarre una deduzione sicura. Certo molto ferro in piccoli oggetti va perduto e si trasforma in ruggine, altro resiste molti e molti anni di più avanti di divenire rottame. Ma ammettendo un ciclo di venti o venticinque anni si viene ad ammettere che nei prossimi anni dato il consumo sempre crescente di ferro, avuto nel nostro paese dal 1890 in avanti, si dovranno trovare in paese fino ad un milione di tonnellate di rottami di ferro e acciaio che costituiranno la somma del ferro e acciaio prodotto e importato negli scorsi anni. Sicché aumentando il consumo di ferro si aumenterà la possibilità negli anni venturi di trovare in paese un sempre maggior quantitativo di rottami che non è ammissibile si debba pensare ad esportare. Si dovranno fondere tutti in casa nostra e si dovrà studiare il modo di avere questa fu-

sione con mezzi nostri per ridurre la importazione del carbone. Non è ammissibile che un eccessivo liberismo possa pretendere che noi esportiamo i rottami di ferro e acciaio che si producono in paese come si devono esportare i nostri aranci ed i nostri fiori. Si deve ridurre l'importazione di materie prime che servano per la rifusione di questi, come il carbone e la ghisa. Ed a questo scopo sembra di poter concludere che il forno elettrico, almeno in parte, potrà servire. Sicchè non trascurando l'importazione di rottami dall'estero, specialmente da paesi più prossimi a noi, come dal bacino del Mediterraneo e dall'Oriente, si dovrà risolvere il nostro problema siderurgico almeno in parte, rifondendo i rottami al forno elettrico. E questo è il problema su cui desidereremmo si fermasse un poco l'attenzione degli elettrotecnici italiani.

Il forno elettrico per la fusione dell'acciaio ideato dal Siemens nel 1878 fu introdotto per la prima volta nell'industria dal nostro Stassano nel 1898. Nel 1902 a La Praz l'Heroult costruiva il suo primo forno per acciaio.

Fino al 1910 la produzione d'acciaio al forno elettrico nel mondo fu assai limitata. Su 58.000.000 di tonn. di acciaio solo 150.000 tonn. si produssero col forno elettrico. Nel 1918 su 77 milioni di tonn. di acciaio 1.200.000 tonn. cioè la 64^a parte era prodotto al forno elettrico.

Nel 1921 in piena crisi siderurgica su 45.000.000 tonn. di acciaio solo 450.000 tonn. furono prodotte al forno elettrico e sembra che circa la 3^a parte siano state prodotte in Italia, che viene al secondo posto dopo gli Stati Uniti d'America che produssero 169.000 tonnellate.

L'Italia è forse stata la prima nazione che ha fatto l'esperimento della produzione dell'acciaio ordinario al forno elettrico partendo totalmente da carica fredda. Negli altri paesi dove si hanno più favorevoli condizioni di rifornimento di materie prime, specialmente del carbone, generalmente ci si serve del forno elettrico per raffinare l'acciaio già fuso in forni Martin o convertitori Bessemer.

La produzione complessiva di acciaio al forno elettrico in getti e lingotti fu in questi ultimi anni in Italia la seguente:

1915 tonn.	20.272	1918 tonn.	73.970
1916 »	32.800	1919 »	93.820
1917 »	47.650	1920 »	119.378

nel 1921 sembra si siano raggiunte le 140.000 tonn. e nel 1922 più di 150.000 tonn. Si ha cioè un incremento molto significativo nonostante la crisi elettrica provocata dalla grave siccità che ci afflisse in questi due ultimi anni. Vi sarebbe ancora molto posto per un ulteriore progresso.

Abbiamo detto che si hanno in Italia circa 45 Acciaierie con più di 160 forni elettrici per produzione di acciaio. Molti di questi stabilimenti sono piccoli ed anche improvvisati, con forni piccoli che fecero poche decine di tonnellate d'acciaio più o meno buono e poi chiusero. Molti forni anche di impianti più notevoli sono fermi e ciò in parte per la crisi elettrica per cui si trovò più conveniente vendere l'energia per altri impieghi più redditizi ed in parte per cattivo rendimento dei forni.

Citiamo tra le Acciaierie elettriche più importanti le seguenti:

Acciaierie della Sezione Ferriere Piemontesi della Fiat a Torino con 4 Forni Fiat da 18 tonn. e 2 da 3 e 6 tonn.

Sezione Acciaierie Fiat della Fiat a Torino con 6 forni Fiat da 5-6 tonnellate.

Acciaierie Ansaldo ad Aosta con 4 forni Heroult da 15 tonnellate.

Acciaierie Breda a Sesto S. Giovanni con 6 forni Heroult da 15 tonnellate.

Acciaierie Lombarde a Sesto S. Giovanni con 5 forni Heroult da 15 tonnellate.

Stabilimenti di Dalmine con 4 forni Heroult da 15 tonn. ed 1 forno Fiat da 18 tonnellate.

Acciaierie Franchi Gregorini ad Allione con 2 forni Heroult da 15 tonn. e 3 forni Girod da 6 tonnellate.

Acciaierie Redaelli a Rogoredo con 2 forni Heroult da 7 tonn.

Acciaierie di Terni con 1 forno Heroult da 15 tonnellate.

Acciaierie Cravetto a Verrès con 3 forni Heroult da 6 tonnellate.

Acciaierie Caleotto a Lecco con 1 forno Heroult da 7 tonnellate.

Acciaierie Ceretti a Villadossola con 1 forno Heroult da 8 tonn.

Si hanno poi le Fonderie Milanesi d'acciaio a Milano, con forni Elettrometal e Stassano, le fonderie Breda a Sesto S. Giovanni con forni Stassano; le Fonderie Franco Tosi a Legnano con forni Girod; la Siderurgica Togni a Brescia; le Acciaierie Danieli a Brescia; le Acciaierie per getti acciaio Ansaldo a Cornigliano con forni speciali; l'Elettrosiderurgica Catani a Roma; le Fonderie elettriche a Perugia; le Manfredi Bongiovanni a Cuneo; le Officine di Savignano; le Acciaierie Filut a Susa; le Franchi Gregorini a Lovere e Brescia; la Metallurgica Ossolana a Villadossola; le Acciaierie Voltri a Darfo e tante altre di minore importanza.

Si hanno, come si vede, numerosissimi impianti che per una serie di ragioni non vengono sfruttati in pieno. Per molti si hanno installazioni non molto razionali, forni di cattivo rendimento e deficienza di personale tecnico. Questo ha fatto sì che ad un eccessivo entusiasmo per il forno elettrico per la produzione d'acciaio, seguisse come fase depressiva, uno scoraggiamento eccessivo. Oggi molti di questi forni sono fermi e nonostante che la produzione dell'acciaio al forno elettrico in Italia sia in progresso, specialmente per opera di alcuni impianti che danno rendimenti ottimi, si ha un'utilizzazione solo parziale di così costosi impianti.

Oggi in Italia la pressochè totalità dei getti di acciaio dalle 15 alle 20.000 tonn. sono esclusivamente prodotte al forno elettrico. Molto è ancora da fare per gli acciai speciali in tutta la gamma delle differenti qualità. Non è facile indicare il quantitativo di acciaio speciale che occorre per il nostro paese, ma certo il forno elettrico che ormai ha sostituito il crogiuolo, grande divoratore di carbone, molto potrà aiutare per emanciparci completamente dall'estero.

Ma la potenzialità dei forni elettrici impiantati finora in Italia, capacità che potrà essere notevolmente aumentata qualora si introducano i miglioramenti ottenuti con alcuni tipi moderni, come il forno Fiat, certo questa potenzialità installata fa pensare che oltre ai getti ed agli acciai speciali vi sia margine per la fabbricazione di acciai più ordinari sia pure di utilità migliore che non con gli ordinari processi.

E qui ci troviamo davanti al problema se dati i nostri impianti elettrosiderurgici e le possibilità di rifornimento di energia elettrica a buone condizioni, soprattutto in certe epoche dell'anno, non sia conveniente la produzione dell'acciaio anche di tipo ordinario per ridurre l'importazione del carbone e della ghisa che occorrono per il processo di produzione dell'acciaio col Martin. Una tonnellata di acciaio ottenuta al forno Martin richiede 300 kg almeno di carbone e circa 300 kg di ghisa che ha richiesto 450 kg di carbone per essere prodotta.

Abbiamo detto che ci troviamo davanti ad un certo scoraggiamento di alcuni metallurgici e di molti elettrotecnici, ma crediamo di poter attribuire ciò ad una naturale depressione che segue ad ogni eccessivo entusiasmo ed a causa dei difetti peculiari dei forni impiantati in Italia in troppo gran numero. E ci fermiamo specialmente ai forni di grandi dimensioni da 5 e più tonn. di capacità.

Una delle materie prime, necessarie per i forni elettrici, molto costosa, dato l'alto corso del dollaro, sono gli elettrodi che in gran parte vengono dall'America. I comuni forni impiantati in Italia per la loro chiusura poco ermetica nella volta hanno forte consumo di elettrodi; è naturale che al costo di lire 12 al kg sia reso poco conveniente la marcia del forno. Si aggiunga a questo la difficoltà di poter adoperare economicamente in detti forni delle forti quantità di energia per accelerarne la marcia e si comprende come non si abbia quell'andamento economico che permetta di sostenere la concorrenza del forno Martin a carbone. Nei moderni forni Fiat, come quelli installati alle Acciaierie Fiat e alle Ferriere Piemontesi a Torino, ed in costruzione in altre Acciaierie in Italia ed all'estero si ha una completa chiusura della volta, come già fu egregiamente e dettagliatamente descritto dall'Ingegnere Martinazzoli nel N. 4 dell'anno 1922 dell'«Elettrotecnica». Questo semplice dispositivo a cui ha corrisposto un grande effetto ha permesso di ridurre il consumo degli elettrodi di grafite a meno di 4 kg per tonn. d'acciaio, il consumo della corrente a meno di 800 kWh, riducendo inoltre il consumo della volta, per lo strato di gas inerti che la proteggono, ed ha poi permesso di poter lanciare in forno forti quantità di energia, ottenendo di accelerare le fusioni e quindi aumentare la produzione nelle 24 ore, riducendo le spese di mano d'opera e refrattari. Nonostante il prezzo di L. 12 al kg degli elettrodi è possibile di sostenere la concorrenza con questi forni nella produzione dell'acciaio al forno Martin e quindi noi riteniamo che riducendosi il prezzo del carbone deve ridursi anche il prezzo degli elettrodi e deve essere possibile sostenere la concorrenza ottenendosi certamente qualità migliori di acciaio.

Elettrotecnici e siderurgici dovrebbero studiare attentamente questo problema che ha certo un grande valore per l'economia nazionale, cercando di sfruttare impianti ed utilizzare maestranze e tecnici che forse ci sono invidiate dall'estero. Questo non risolverà per il momento che una parte del problema e cioè la rifusione dei rottami indigeni e di quelli che sarà possibile economicamente importare. La questione dell'approvvigionamento dell'acciaio per mettere il paese in condizione di progredire rapidamente dovrà essere forse affrontata con concetti più larghi. Poichè ormai abbiamo importanti impianti di laminazione la maggior parte mossi da motori elettrici, che quindi con poco più di 100 kg per tonn. ci possono dare una tonnellata di laminati, si dovrebbe agevolare la introduzione in franchigia o a dazio ridotto di almeno 500.000 tonn. di semi prodotti, blooms, lingotti e billette che potrebbero essere trasformati a buone condizioni nei nostri laminatoi e permettere un adeguato ribasso nel prezzo del ferro che faciliterebbe la ripresa di molte industrie.

Accanto all'industria della fabbricazione dell'acciaio al forno elettrico, ha fiorito specialmente durante la guerra la fabbricazione della ghisa sintetica al forno elettrico partendo dalle torniture d'acciaio e la fabbricazione delle varie leghe metalliche che vengono impiegate in siderurgia. Sono circa 25 Officine con circa 100 Forni e quasi 45.000 kW installati che arrivarono a produrre sino a 61880 tonnellate di ghisa sintetica nel 1918 e circa 19600 tonn. di leghe metalliche nel 1917. Attualmente la fabbricazione della ghisa è molto ridotta e delle leghe metalliche se ne fabbricano, 14 o 15000 tonnellate all'anno. Ma pure anche questo ramo dell'elettrosiderurgia ha la sua importanza se fosse meglio collegato e potrebbe anche aspirare ad una certa esportazione di alcuni prodotti di cui non diffettano in paese le materie prime.

Un'altro ramo infine dell'elettrosiderurgia è nato recentemente tra noi con la messa in marcia, nello scorso Gennaio, del primo Alto forno elettrico presso lo Stabilimento Ansaldo ad Aosta. Si tratta di un alto forno da 3000 kW capace di produrre sino a 30 tonnellate di ghisa al giorno partendo da minerale di Cogne. Altri sette alti forni del medesimo tipo, di cui già esiste ad Aosta il materiale dovrebbero essere impiantati, ma dubitiamo che, nelle condizioni attuali di costo della energia elettrica e dei prezzi sempre più bassi delle ghise estere, vi possa essere la convenienza ad una così forte produzione che ad impianti ultimati dovrebbe arrivare a 70.000 tonn. all'anno di ghisa, tanto più che il rifornimento di quasi 30.000 tonn. di carbone di legno, necessario per questa produzione, non sarà dei più facili anche per ragioni di trasporto. Rimane però un esperimento interessante e degno di essere seguito, per la produzione di alcuni quantitativi di ghisa di qualità e per indicarci quale assegnamento possa farsi da noi su un simile processo che ha avuto un certo successo in Svezia dove la produzione della ghisa al forno elettrico ha superato le 50.000 tonnellate annue.

Torino, Novembre 1922.

□ SULLA TEORIA DELLA RELATIVITÀ □

Prof. T. LEVI CIVITA



:: :: Osservazioni svolte durante la discussione :: ::
:: :: alla Sezione di Roma :: ::

(Le due conferenze Castelnuovo sulla «Teoria della relatività» che ebbero luogo l'anno scorso presso la Sezione di Roma e di cui fu già pubblicato il testo (1922, pag. 417), furono seguite da ampia discussione. Riportiamo qui una parte di questa discussione; e cioè le osservazioni che ebbe a fare il prof. T. Levi-Civita).

Il Prof. Castelnuovo ha rilevato il significato di tempo proprio che compete alla forma differenziale

$$(1) \quad ds^2 = \sum_{ik} g_{ik} dx_i dx_k,$$

in cui le $\dot{x}_i$ ($i = 0, 1, 2, 3$) designano parametri quali si vogliono atti a individuare un avvenimento nello spazio-tempo.

Supponendo che il tempo proprio sia comodamente accessibile all'esperienza e alla misura diretta (il che diede luogo l'altra sera a interessante dibattito circa la possibilità e le modalità di realizzazione concreta), ne discende ovviamente la determinabilità sperimentale dei coefficienti g_{ik} . Basta infatti osservare nell'intorno di un generico avvenimento A (cioè di assegnati valori delle x_i) 10 distinti avvenimenti A' (le coordinate di ciascuno dei quali differiscano dalle x_i per incrementi infinitesimi dx_i) e misurare i singoli tempi propri, perchè la (1), applicata ai diversi sistemi di incrementi dx_i , fornisca altrettante equazioni lineari fra le g capaci di determinarle.

Tutto questo è incontestabile; ma apparisce indubbiamente desiderabile di poter raggiungere la determinazione sperimentale delle g anche senza far intervenire il tempo proprio, con che rimangono automaticamente eliminate le eventuali difficoltà d'ordine concettuale o d'ordine pratico cui dà luogo la sua misura effettiva.

Vi si perviene associando alla (1) due tra i postulati fondamentali della teoria di Einstein; e precisamente:

a) La propagazione luminosa avviene sempre in modo che, lungo ogni linea oraria,

$$(2) \quad ds^2 = 0.$$

b) Le equazioni del moto di un punto materiale, in un campo di forza cui convenga l'espressione (1) del ds^2 , sono geodetiche di questo ds^2 (proprie, cioè tali che lungo di esse $ds^2 > 0$).

Mi propongo in particolare di mostrare come basti la proposizione a) per individuare i rapporti dei coefficienti g , o, ciò che è lo stesso, il ds^2 a meno di un fattore. La determinazione di quest'ultimo può invece farsi dipendere dalla proposizione b).

*

Cominciamo coll'attribuire a uno dei quattro parametri, sia per es. x_0 , il significato di tempo: si intende di tempo convenzionale, misurato (in ogni singolo posto) da un orologio qualsiasi, anche difettoso. Comunque si scelga il parametro temporale x_0 , il fatto solo che esso sia tale implica, secondo lo schema einsteiniano, che, se si fa variare solo x_0 (tenendo costanti x_1, x_2, x_3), deve risultare $ds^2 > 0$. Ma, quando $dx_1 = dx_2 = dx_3 = 0$, ds^2 si riduce a $g_{00}dx_0^2$, sicchè il coefficiente g_{00} risulta necessariamente > 0 , e si può quindi porre

$$(3) \quad g_{00} = c^2 e^{2v},$$

essendo per es. c una costante positiva (di omogeneità) e v , al pari di g_{00} , una incognita funzione di x_0, x_1, x_2, x_3 (puro numero, cioè di dimensioni nulle).

Ciò premesso, fissiamo a piacimento un istante x_0 e tre valori x_1, x_2, x_3 delle coordinate di spazio, cioè un punto P , e proponiamoci in primo luogo di determinare i rapporti delle g (in P , all'istante x_0).

Ci serviremo di segnali luminosi fra P e punti molto vicini dello spazio fisico ambiente, che è per ipotesi (istante per istante) in corrispondenza biunivoca colle terne di coordinate x_1, x_2, x_3 . Sono per conseguenza ben determinate nel detto spazio fisico (all'istante x_0) superficie e linee rappresentate da equazioni fra x_1, x_2, x_3 : in particolare le linee x_1 ($x_2 = \text{cost}$, $x_3 = \text{cost}$) su cui varia la sola x_1 , le linee x_2 , ecc.

Scegliamo due punti Q, Q' molto vicini a P , sulla stessa linea x_1 che contiene il punto P . Supponiamo anzi che Q, Q' corrispondano agli incrementi (da trattarsi come infinitesimi) dx_1 e $-dx_1$ della coordinata x_1 ; dx_2, dx_3 riescono nulli in entrambi i casi perchè ci si sposta lungo una linea x_1 .

Immaginiamo di far partire da P nell'istante x_0 due raggi luminosi, uno verso Q , l'altro verso Q' . Sia $x_0 + dx_0$ l'istante in cui il primo raggio arriva in Q ; $x_0 + d'x_0$ l'istante in generale distinto in cui il secondo raggio arriva in Q' . Attesa l'espressione (1) del ds^2 e la condizione $ds^2 = 0$ per le propagazioni luminose, avremo, nel passaggio da P a Q ,

$$(4) \quad g_{00}dx_0^2 + 2g_{01}dx_0dx_1 + g_{11}dx_1^2 = 0,$$

e, nel passaggio da P a Q' ,

$$(5) \quad g_{00}d'x_0^2 - 2g_{01}d'x_0dx_1 + g_{11}dx_1^2 = 0.$$

Queste due equazioni, in cui $dx_1, dx_0, d'x_0$ sono noti (il primo scelto a piacimento, gli altri due dati dall'esperienza) forniscono ovviamente i rapporti $\frac{g_{01}}{g_{00}}, \frac{g_{11}}{g_{00}}$. Si noti che, qualora i due tempi elementari di propagazione $dx_0, d'x_0$ (desunti dall'osservazione) risultino eguali, le (4) e (5) danno per sottrazione $g_{01} = 0$. Reciprocamente, se $g_{01} = 0$, i due tempi devono coincidere. Perciò la propagazione elementare della luce nella direzione d'una linea x_1 si presenta come fenomeno reversibile allora e allora soltanto che $g_{01} = 0$.

In modo analogo si determinano, considerando le altre due linee coordinate x_2 e x_3 , i quattro rapporti

$$\frac{g_{02}}{g_{00}}, \frac{g_{22}}{g_{00}}; \frac{g_{03}}{g_{00}}, \frac{g_{33}}{g_{00}}.$$

Per procurarsi anche gli altri tre rapporti

$$\frac{g_{23}}{g_{00}}, \frac{g_{31}}{g_{00}}, \frac{g_{12}}{g_{00}},$$

basterà fare ulteriori esperienze dello stesso tipo, prendendo però i punti Q in direzioni diverse da quelle delle linee coordinate.

Così, per determinare $\frac{g_{23}}{g_{00}}$, si può servirsi di una linea della superficie $x_1 = \text{cost}$ (passante per P), che non sia nè la x_2 , nè la x_3 ; per es. della

$$x_1 - x_2 = \text{cost}.$$

Si hanno allora, nel passare da P ad un punto vicinissimo Q su questa linea, gli incrementi

$$0, dx_2, dx_3,$$

con dx_1 arbitrario.

Se si fa partire da P nell'istante x_0 un raggio luminoso verso questo punto Q , e si indica con dx_0 il tempuscolo di propagazione, si ha dalla (2), divisa per g_{00} ,

$$(6) \quad dx_0^2 + 2\frac{g_{02}}{g_{00}}dx_0dx_2 + 2\frac{g_{03}}{g_{00}}dx_0dx_3 + \frac{g_{22}}{g_{00}}dx_2^2 + \frac{g_{33}}{g_{00}}dx_3^2 + 2g_{23}dx_2dx_3 = 0,$$

che permette di ricavare il rapporto $\frac{g_{23}}{g_{00}}$, essendo note o già determinate tutte le altre quantità che vi compariscono.

Analogamente per $\frac{g_{21}}{g_{00}}, \frac{g_{12}}{g_{00}}$.

Non è fuor di luogo aggiungere che da altre esperienze dello stesso tipo si traggono quante si vogliono (anzi infinite) ulteriori equazioni fra i rapporti delle g . La loro compatibilità, in quanto venga effettivamente suffragata da queste ulteriori esperienze, costituisce un controllo molto significativo dello schema einsteiniano fino al postulato a).

*

Assegnati così i rapporti

$$(7) \quad g'_{ik} = \frac{g_{ik}}{g_{00}} \quad (i, k = 0, 1, 2, 3),$$

giova porre, badando alla (3)

$$(8) \quad ds^2 = g_{00} dt^2 - c^2 e^{2\nu} ds'^2,$$

con che la forma differenziale

$$ds'^2 = \frac{ds^2}{g_{00}}$$

è interamente conosciuta (essendoli i singoli coefficienti).

In base alle (1) e (7), scrivendo a parte i termini che contengono l'indice 0, il ds'^2 si esplicita come segue:

$$(9) \quad ds'^2 = dx_0^2 + \sum_i g'_{0i} dx_0 dx_i + \sum_{ik} g'_{ik} dx_i dx_k.$$

Comunque, ci troviamo ricondotti a determinare la funzione ν con esperienze gravitazionali, più precisamente di movimento di corpi (punti materiali) nel campo in cui vale la espressione (8) del ds^2 .

Le equazioni del moto sono notoriamente compendiate nel principio variazionale

$$(10) \quad \delta \int ds = 0.$$

Ora se, lungo la traiettoria, si immagina assunto per variabile indipendente il tempo x_0 , e si indicano con $\dot{x}_i$ ($i = 1, 2, 3$) le derivate $\frac{dx_i}{dx_0}$, ove, badando alla (9), si ponga

$$(11) \quad \frac{ds'}{dx_0} = \sqrt{1 + \sum_i g'_{0i} \dot{x}_i + \sum_{ik} g'_{ik} \dot{x}_i \dot{x}_k} = \Omega(x_0/x_1, x_2, x_3; \dot{x}_1, \dot{x}_2, \dot{x}_3),$$

e si tenga conto della (8), la equazione variazionale (10) può essere scritta

$$(10') \quad \delta \int (e^\nu \Omega) dx_0 = 0.$$

Essa equivale, come si sa, alle tre equazioni lagrangiane

$$\frac{d}{dx_0} \frac{\partial (e^\nu \Omega)}{\partial \dot{x}_i} - \frac{\partial (e^\nu \Omega)}{\partial x_i} = 0 \quad (i = 1, 2, 3).$$

Notando che ν non dipende dalle $\dot{x}_i$, e ponendo per brevità di scrittura

$$(12) \quad \frac{\partial \Omega}{\partial \dot{x}_i} = \alpha_i, \quad - \frac{\partial \Omega}{\partial x_i} = \beta_i, \quad \frac{dx_i}{dx_0} + \beta_i = \gamma_i, \quad (i = 1, 2, 3),$$

risulta

$$(13) \quad \alpha_i \frac{d\nu}{dx_0} + \beta_i \frac{d\nu}{dx_i} + \gamma_i = 0 \quad (i = 1, 2, 3).$$

Ritenuto tutto ciò, va tenuto presente che l'osservazione diretta del moto ci pone in grado di rilevare come varino le coordinate x_i in funzione del tempo x_0 , sicchè dobbiamo considerare conosciute per ogni punto materiale che abbandoniamo o lanciamo (nel campo di forza di cui si tratta) le $x_i(x_0)$ e quindi anche le derivate $\dot{x}_i$, nonché $\ddot{x}_i$. Ne consegue che sono egualmente conosciute le quantità $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ definite dalle (12).

Dacchè

$$\frac{d\nu}{dx_0} = \frac{\partial \nu}{\partial x_0} + \sum_i \frac{\partial \nu}{\partial x_i} \dot{x}_i,$$

le (12) ci si presentano in definitiva come tre equazioni lineari nelle 4 derivate parziali dell'incognita funzione ν . Fissato un punto generico P e un istante x_0 , ogni arbitraria scelta della velocità del corpo di prova (cioè dei tre valori numerici da attribuirsi a $\dot{x}_1, \dot{x}_2, \dot{x}_3$) dà luogo a tre equazioni nelle 4 derivate

$$\frac{\partial \nu}{\partial x_0}, \quad \frac{\partial \nu}{\partial x_1}, \quad \frac{\partial \nu}{\partial x_2}, \quad \frac{\partial \nu}{\partial x_3}.$$

riferite al posto e all'istante. Queste equazioni consentono dunque esuberantemente la determinazione dei valori numerici di dette derivate: esuberantemente, nel senso che se ne possono trarre,

moltiplicando le esperienze, non solo le 4 incognite, ma anche quanti si vogliono controlli.

Note le derivate della ν (in ogni punto di un certo campo e in ogni istante di un certo intervallo), la ν stessa rimane determinata a meno di una costante additiva; quindi, a norma della (3), la g_{00} a meno di una costante moltiplicativa, che si congloba nel fattore di omogeneità c^2 , talchè questo resta arbitrario. La sua presenza nella espressione di g_{00} e quindi, a norma della (8), nel ds^2 appare nella natura delle cose, corrispondendo in sostanza nella scelta, che rimane arbitraria, dell'unità con cui si conviene di misurare il ds , o, se si vuole, il tempo proprio di un generico fenomeno.

□ □ LA MACCHINA AUTOSINCRONA COMPENSATA IN FUNZIONAMENTO DA GENERATRICE □ □ □ □ □ □

(Contributo all'argomento delle centrali sincrone automatiche)

Ing. Prof. G. SARTORI

Funzionamento della macchina autosincrona compensata come generatrice. — Nell'esame del funzionamento della macchina autosincrona come da me proposta (Vedasi l'*Elettrotecnica* del 15 settembre 1922 N. 26) siamo arrivati al diagramma della figura 12 (pag. 570) che qui riproduciamo per maggiore chiarezza, per il caso in cui si intenda di far funzionare la macchina ad intensità costante e tensione variabile.

Abbiamo allora visto che il luogo della estremità del vettore della tensione è un circolo che taglia in due punti K (funzionamento in corto circuito) e V (funzionamento a vuoto) la retta AV su cui si portano i valori delle cadute reattive di tensione. Il diametro del circolo ha per valore

$$\frac{x_a I}{k - \cos \delta} \quad (1)$$

essendo x_a la reattanza corrispondente alla vera e propria reazione di armatura, mentre k e δ sono due parametri, il primo dei quali dipende da elementi costruttivi della macchina, il secondo dà in gradi elettrici il calettamento delle spazzole sul collettore.

Più avanti (pag. 571, col. 1^a, capov. 1^o) fu avvertito che con la scorsa del diagramma si potrebbe seguire tutto il comportamento della macchina nelle varie condizioni; ma solo quello del motore fu trattato in quella occasione. Occorre adesso completare quell'esame, avvertendo subito che il funzionamento della macchina come generatrice non può mancare per ovvie ragioni ed anche in condizioni di pratica utilizzazione, in quanto che la possibilità di modificare il parametro δ (calettamento delle spazzole) lascia prevedere di poter raggiungere un funzionamento di carattere industriale.

È chiaro che la retta AV delimita le regioni di passaggio fra il funzionamento della macchina come motore e quella come generatore, perchè lungo AV il vettore della fem. E della macchina riesce in quadratura con quello della corrente I . E poichè la regione utile per il motore è la porzione di circolo KPV , la regione utile per il generatore è la rimanente VQK .

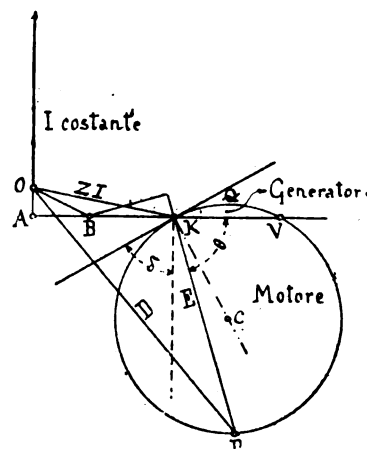


Fig. 1.

Ma nelle condizioni della figura 1 nessun partito potrebbe trarsi dalla macchina in funzionamento da generatore; mentre invece appare subito che se si dà a δ segno contrario, se cioè anzichè spostare le spazzole nel senso contrario a quello del moto le spostiamo in avanti nel senso del moto, il centro del circolo passa nella re-

interfero proprio di una asincrona, il fenomeno dell'à coup di corrente tenderà ad accentuarsi. Ma il fenomeno transiente essendo di brevissima durata, basta impiegare un interruttore a inserzione di resistenze o reattanze per evitare da questo lato inconvenienti, specialmente se trattasi di macchina di modeste proporzioni.

Impiego della macchina nelle centrali sincrone automatiche. — La nostra Rivista si è occupata in molte occasioni della tendenza odierna di far funzionare in modo automatico delle centrali destinate alla produzione di energia. In America sono già numerosissime le applicazioni, con impiego di comandi elettrici distribuiti opportunamente nel tempo. Qui da noi in Italia è la Ditta A. Calzoni ancora la sola che coltiva questo importantissimo problema risolvendolo con comandi ad olio sotto pressione. Un primo impianto di centrale asincrona automatica della potenza di circa 250 kVA è entrato di recente in funzione a Piazzola (Padova) negli stabilimenti del conte ing. Paolo Camerini, con esito completo ed io mi riprometto di descriverlo qui tra breve.

Ma la generatrice asincrona, ove non si provveda con speciale eccitatrice, assorbe — come è noto — dalle macchine sincrone cui è allacciata, tutta la potenza reattiva di cui abbisogna. Ciò può costituire un grave inconveniente; talvolta addirittura può evitarne l'impiego per poco che le generatrici sincrone siano già al limite della possibile eccitazione, oppure quando la generatrice asincrona debba avere una prestazione notevole rispetto a quella delle macchine sincrone da cui deve attingere la sua corrente di magnetizzazione. È per questo che sarà molto apprezzato dai tecnici un sistema di comando automatico di centrale provvista di un ordinario alternatore sincrone a poli sporgenti con eccitatrice distinta, anche perchè del sistema potranno beneficiare tante piccole centrali esistenti, ora messe a riposo, non tollerando esse le forti spese per il personale necessario; sistema già in via di esperimento.

Ma per le nuove che dovessero sorgere e dove, per le ragioni già esposte, non si intendesse ricorrere alla macchina asincrona, la macchina autosincrona compensata avrebbe, a parere dello scrivente, caratteristiche degne di rilievo per la sua scheletrica semplicità, per la completa soppressione di manovre preliminari ed accessori, per la completa assenza di qualunque registrazione, tutto essendo predisposto una volta per tutte all'atto della prima messa in marcia.

Ricorrendo infatti al sistema A. Calzoni, nulla dovrebbe essere cambiato di quanto occorre per il comando automatico di una centrale asincrona. Un'aggiunta importante è però da farsi, in generale. Un organo che, intercettando il passaggio dell'olio sotto pressione alla palmola che comanda l'interruttore, lo lasci fluire quando si verifica la coincidenza delle fasi; organo che sarà in altra occasione descritto.

Avvenuta l'interzione la macchina prenderebbe carico fino al limite consentito dal limitatore di apertura (*L'Elettrotecnica* del 15 Luglio 1920, pag. 366). E quanto alla sua eccitazione, questa crescerebbe in modo del tutto automatico col crescere del carico, indenticamente a quanto spiegato per il funzionamento della macchina come motore.

A dimostrarlo, almeno su piccola scala, ma in maniera completamente probativa, valga l'esperimento di cui dò cenno più sotto.

Si potrà obiettare che l'impiego di questa macchina resta limitato a quei casi in cui la produzione di energia può avvenire a bassa tensione dovendo collegare il rotore alla linea di collegamento con la centrale di appoggio. L'obiezione ha senza dubbio un valore per quei casi in cui sulla linea di collegamento vi sia una tensione non molto elevata, tale da permettere, volendolo, l'impiego di un alternatore sincrone del tipo comune avvolto per la stessa tensione di linea. Ma per quei casi — e sono moltissimi — in cui una trasformazione è inevitabile, allora l'obiezione cade potendo sempre portare sul rotore una moderata tensione, di qualche centinaio di volt. L'installazione finirebbe con l'avere un solo anello di contatto in più di una con alternatore sincrone a induttore mobile.

La eccitatrice restando conglobata nel rotore, la macchina autosincrona compensata risulta notevolmente più economica di una con eccitatrice separata, anche con riguardo al fatto che tutti i tipi di officina di macchine asincrone possono essere senz'altro utilizzati. Il suo rendimento risulta sempre superiore.

Prove eseguite con la macchina descritta a pag. 574. (*L'Elettrotecnica* del 15 settembre, 1922). — Nella stazione di prova, che fu descritta dall'ing. Anau nel fascicolo del 25 giugno 1922 a proposito delle Centrali asincrone automatiche, la macchina asincrona (vedasi la vignetta fig. 4 a pag. 400) fu sostituita con l'autosincrona compensata, ciò che non richiese alcun cambiamento trattandosi di macchine entrambe a quattro poli. Fu soppresso qualsiasi reostato

o combinatore di avvolgimenti, mettendo lo statore in comunicazione con le spazzole poggianti sul collettore dell'eccitatrice.

Ricordo che nella centrale asincrona il gruppo parte da una velocità minima, che va sempre crescendo per la graduale apertura dell'otturatore fino a quanto gli viene consentito dal limitatore di apertura. La chiusura dell'interruttore avviene quando la velocità passa per un valore che differisce di una piccola percentuale in eccesso su quella del sincronismo.

Nel caso dell'autosincrona si trattò soltanto di ritoccare la registrazione fissata per la macchina asincrona affinché la inserzione avvenisse in corrispondenza al passaggio del gruppo per la velocità di sincronismo.

L'interruttore adoperato non è provvisto di resistenze di inserzione o reattanze di inserzione. Per macchine di piccola potenza questo dettaglio non è necessario. Fu invece aggiunto il robinetto intercettante l'olio alla palmola dell'interruttore fino a tanto che la concordanza delle fasi non è raggiunta.

Per il giuoco del regolatore la macchina si carica gradatamente fino al massimo consentito dal volume d'acqua disponibile. La eccitazione crescendo gradualmente, il fattore di potenza della macchina si modifica col carico. Si può registrare la posizione delle spazzole in modo da avere dapprima un ritardo, poi corrente in fase con la tensione, infine anticipo di fase, il che corrisponde al funzionamento più opportuno per una centrale sussidiaria, contribuendo in tal modo alla potenza reattiva richiesta dalla rete. Il polo di inversione *O* risulterebbe in tal caso esterno al circolo di corrente; ma si può dare anche il caso del polo interno al circolo, come si vedrà.

Darò qui relazione di due serie di misure fra le tante effettuate facendo funzionare la macchina in parallelo sopra la linea generale di distribuzione della Società Bolognese di Elettricità (110 V $f = 42$).

a) *spazzole a calettamento fisso* ($\delta = \pi/2 + 10^\circ$) in avanti e apertura variabile della turbina. (Turbina rapida 300 giri; $H = 2.70 \div 2.80$; Potenza 30 HP; moltiplicatore di giri a ingranaggi con rapporto 1 : 4).

Apertura turbina	10/10	9/10	8/10	7/10	6/10
Tensione fra le fasi . . . volt	129	128,5	128	127,5	125
Corrente nel rotore . . . ampère	130	92,5	65	50	32
Indicaz. dei Wattometri { Watt	14000	12000	9000	6400	4000
Watt	4620	4580	4000	3200	2400
Potenza fornita alla rete . kW	18,62	16,58	13,—	9,6	6,4
Valore del $\cos \varphi$ (anticipo)	0,73	0,77	0,82	0,86	0,91
Tensione corr. cont. al collettore volt	40	41	41	41	42

La potenza fu anche controllata a mezzo di un contatore trifase a induzione per il quale si rilevava il tempo necessario a compiere un determinato numero di giri.

La prima misura con apertura 10/10 dà anche modo di stabilire con buona approssimazione il rendimento della macchina.

Era infatti conosciuto, per precedenti prove effettuate col freno di Prony, che con dislivello di $H = 2,80$ la potenza sviluppata all'albero della turbina è di 30 HP pari a 22 kW. Deducendo il 5 % per la coppia d'ingranaggi (funzionanti in olio) la potenza all'albero della macchina autosincronica si riduceva a $0,95 \times 22 = 20,90$ kW. Poichè essa forniva alla linea kW 18,62, il suo rendimento può ritenersi fosse

$\frac{18,62}{20,90} = 0,88 \div 0,89$ a temperatura di regime.

Rappresentando in un diagramma i valori della corrente con i corrispondenti valori del $\cos \varphi$ si ha il diagramma della figura 5, che

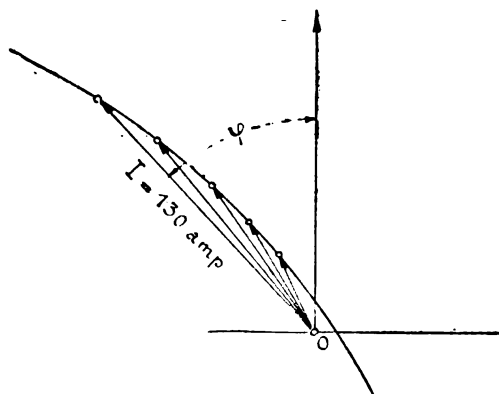


Fig. 5.

corrisponde appunto a quello della figura 4, risultando il polo *O* interno al circolo di corrente.

È da osservare che questo circolo riesce molto approssimato.

perchè la macchina, costruita per 100 volt, risulta a 130 volt molto saturata, ed è noto che in queste condizioni il luogo reale della corrente, si scosta notevolmente dal circolo.

Date queste condizioni di saturazione poco viene a variare la tensione continua alle spazzole sul collettore, malgrado il cambiamento della corrente nel rotore. A questa scarsa sensibilità contribuisce anche il fatto che le spazzole calettate a $\pi/2 + 10^\circ$ risultano di poco lontane da una zona neutra. Ma si è voluto in questa prova raggiungere il funzionamento con una corrente tanto più in anticipo quanto più grande è il carico, che è proprio l'opposto di quello che si può raggiungere con un alternatore ordinario funzionante in parallelo quando lo si eccita al massimo, lasciando poi invariata detta eccitazione.

b) Spazzole a calettamento variabile con apertura costante della turbina a 9/10.

Calettam. spazzole $\delta =$ in avanti	47°4	38°6	29°8	21°—	12°2	3°4
Tensione fra le fasi volt	125	125	125	123,5	122	119
Corr. nel rotore amp.	73	80	85	100	111	126
Indicazione Watt	9300	10500	11300	12500	13300	14500
dei Wattometri Watt	6200	6000	5000	4300	3200	2000
Potenza fornita alla rete kW	15,5	16,5	16,3	16,8	16,5	16,5
Valore del $\cos \varphi$	0,93	0,89	0,82	0,74	0,68	0,6
Tensione corr. cont. al collettore volt	43	44	41	36	20	24

La potenza ebbe qualche oscillazione in dipendenza di lievi variazioni nel dislivello utilizzato dalla turbina; si mantenne però quasi sempre superiore ai 16 kW. Il fattore di potenza variò fra 0.93 e 0.60, passando la corrente nel rotore da 73 a 126 ampère.

In dipendenza del calettamento delle spazzole, il diametro del circolo corrispondente subirebbe una grande variazione. Infatti essendo $k > 1$ e non di molto, poichè $\cos \delta$ varia fra 0.676 e 0.998 passando da 47°4 a 3°4 il denominatore della espressione $\frac{x_a I}{k - \cos \delta}$ che

dà il diametro del circolo per funzionamento a corrente costante subisce una forte variazione: donde subito il diverso comportamento della macchina nelle varie condizioni.

Conclusione. — Riassumendo si può dire che mettendo a raffronto una macchina autosincrona con eccitatrice conglobata nel rotore, con una sincrona comune a eccitatrice separata, la convenienza della prima per semplicità e per costo può essere notevole, almeno fino a qualche centinaio di kilowatt, ad una certa potenza risultando più economica una macchina a poli sporgenti, piuttosto che una ad avvolgimento distribuito. Una registrazione di eccitazione può effettuarsi anche con l'autosincrona, manovrando, come il solito, un reostato.

Facendo il raffronto con una generatrice asincrona la superiorità è decisa, perchè una sottrazione di potenza reattiva, inevitabile con l'asincrona (inteso che non sia provvista di speciale eccitatrice) si può sempre evitare con l'autosincrona; anzi si può metterla in condizioni di fornirne alla rete, sollevando così di altrettanto il compito degli alternatori sincroni di una centrale principale.

L'autosincrona compensata è, nella struttura, identica ad una asincrona. Vi è soltanto un maggiore interfero e l'aggiunta di un secondo avvolgimento con collettore e spazzole sul rotore; dispositivo assai più semplice ed economico di una speciale eccitatrice destinata a correggere il fattore di potenza. È chiaro pertanto da qual parte stia il minor costo di impianto.

Nei riguardi delle centrali completamente automatiche, l'autosincrona compensata offre caratteristiche pregevoli per il fatto che un prestabilito andamento del fattore di potenza può essere realizzato col crescere del carico, senza bisogno di intervenire in alcun modo nella registrazione della eccitazione.

ARCHIVIO TECNICO ITALIANO

Sezione del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
4, Piazza Cavour - MILANO - Piazza Cavour, 4

Ufficio di Documentazione Bibliografica Tecnica

Le prestazioni dell'Archivio, per quanto riguarda le comunicazioni degli estratti bibliografici dello Schedario, sono gratuite per i Soci del C. N. S. T. Per i non Soci L. 0,50 per ogni copia di Scheda. Minimo L. 10 per ogni richiesta.

Sconto 25% ai Signori Abbonati della presente Rivista.

SUNTI E SOMMARI

CONDUTTURE.

C. COLERIDGE FARR e H. E. R. PHILPOTT — Prove e ricerche sugli isolatori per altissime tensioni. (J. A. I. E. E., ottobre 1921, pag. 711).

L'articolo raccoglie i risultati di studi e di esperienze condotte per incarico del Governo della Nuova Zelanda, in seguito a ripetuti inconvenienti verificatisi sulla linea a 66 000 V dell'impianto del Lago Coleridge.

Gli autori insistono in modo particolare sull'importanza della porosità degli isolatori agli effetti delle loro proprietà e della loro durata.

Per le prove della porosità, gli A. si servivano di un serbatoio nel quale si poteva realizzare una pressione di 176 kg-cm²; gli isolatori in prova venivano collocati nel serbatoio, immersi in una soluzione colorante (fucsina o inchiostro rosso) e sottoposti alla pressione. Poichè si può ritenere che la penetrazione della sostanza colorante sia proporzionale alla pressione e al tempo durante il quale essa viene applicata, gli A. misurano l'intensità della prova in chilogrammi-ora (ritenendo i kg riferiti al centimetro quadrato). Normalmente le prove duravano sette giorni, con una pressione da 105 a 140 kg-cm², il che corrisponde a 17 600 e 23 500 chilogrammi-ora. Gli Autori ritengono, dopo le loro numerose esperienze, di poter affermare che una prova di porosità di intensità inferiore a quelle citate, non possa assolutamente ritenersi conclusiva.

Quanto alle prove di carattere elettrico, gli Autori ritengono altamente raccomandabile la prova di tensione ad alta frequenza, come assai più conclusiva di quella a frequenza normale. Essi si servirono di un oscillatore ad alta frequenza capace di applicare una tensione di 175 000 V.

Nella linea dell'impianto del Lago Coleridge, vennero montati degli isolatori a perno, 500 dei quali furono singolarmente verificati colla prova ad alta frequenza; nei cinque anni successivi, sebbene nella linea si siano dovuti cambiare per vari incidenti oltre 500 isolatori, nessuno di quelli provati all'oscillatore diede luogo a inconvenienti.

La pratica comune di provare gli isolatori applicando la tensione fra il gambo e la sommità del cappello, non è ritenuta giustificabile; gli Autori ritengono necessario che vengano singolarmente provate le varie campane che compongono l'isolatore. Essi hanno trovato che molti isolatori sopportavano la prova di tensione, sia a bassa che ad alta frequenza, fra il gambo e il cappello, mentre, alla prova singola, certe campane, benchè meccanicamente perfette si rivelano quasi conduttrici.

Le prove eseguite dagli Autori si svolgevano col seguente procedimento: misura della resistenza delle singole campane con tensione di 1000 V; scarica superficiale prolungata per 15 secondi, alla frequenza normale (50 periodi) per ogni campana; ripetizione della esperienza ad alta frequenza; prova di porosità per almeno 20 000 chilogrammi-ora.

Dopo la prova di porosità venivano ripetute le prove elettriche e finalmente l'isolatore veniva spezzato per riconoscere la penetrazione della sostanza colorante.

L'isolatore era ritenuto soddisfacente se sopportava la intera serie delle prove, e non presentava traccia di impregnazione.

Gli A. ritengono che, se anche pochi isolatori si rivelino porosi, ciò basti perchè si debba senz'altro rifiutare l'intera partita.

Il fatto di sottoporre gli isolatori alla scarica superficiale per 15 secondi, non deve far temere di danneggiare l'isolatore se è sano. Gli A. citano in proposito l'ottimo servizio dei 500 isolatori della linea dell'impianto del Lago Coleridge dei quali si è fatta parola e che erano appunto stati provati in questo modo.

L'effetto pernicioso della porosità dell'isolatore e dell'umidità atmosferica si è reso evidente su un tratto di 21 chilometri in località permanentemente nebbiosa della linea del Lago Coleridge; in questo tratto il ricambio degli isolatori fu assai maggiore che nel rimanente della linea svolgentesi in località più asciutte.

Gli Autori interpretano il fenomeno dell'assorbimento dell'umidità atmosferica con un meccanismo di capillarità. Il diametro dei tubi capillari anche nei più porosi fra gli isolatori è sempre estremamente piccolo; dalla difficoltà di penetrazione delle sostanze coloranti anche sotto forti pressioni, gli A. credono di poter asserire che il diametro dei condotti capillari della porcellana è inferiore a 10⁻⁵ cm. Ora è noto che nei fenomeni capillari l'assorbimento è inversamente proporzionale al diametro, mentre nei fenomeni di condensazione il rapporto fra le tensioni di saturazione p del vapore su una superficie piana e quella p' in un tubo capillare segue la legge:

$$\log_{10} \frac{p}{p'} = \frac{5,6 \times 10^{-4}}{r}$$

dove r è il raggio del tubo capillare.

E' facile riconoscere che con tubi capillari di raggio dell'ordine di 10⁻⁵ la pressione p' è sensibilmente identica a p ; invece per tubi del diametro dell'ordine di 10⁻⁷ la saturazione del vapore si verifica già con solo il 30% dell'umidità che sarebbe stata necessaria per produrre la condensazione su una superficie piana.

Ne segue che nei pori capillari degli isolatori l'aria è pratica-

mente sempre satura, e se vi sono dei pori di diametro minore di 10^{-6} vi sarà in essi una rilevante tendenza del vapore a condensarsi. In questa tendenza, conseguente all'assorbimento capillare e alla condensazione, gli A. vedono la causa del deterioramento degli isolatori.

Un isolatore poroso darà certamente luogo prima o poi a inconvenienti; infatti per la tendenza continua del vapore a condensarsi, l'umidità si va accumulando continuamente entro l'isolatore senza diminuire nemmeno nei giorni caldi, e si capisce che si arriva ad un punto nel quale le proprietà elettriche dell'isolatore diventano inadeguate al servizio pel quale è destinato.

Le esperienze degli A. si sono portate su isolatori provenienti da dodici fabbricanti diversi e presentano perciò un valore di generalizzazione notevole.

Alcuni isolatori che erano stati levati dalla linea in seguito a guasti, si lasciavano impregnare notevolmente nella prova di pres-

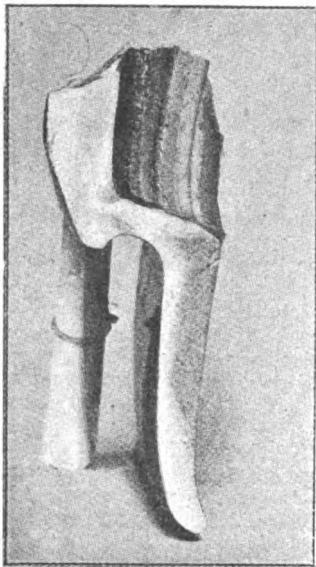


Fig. 1.

sione. La figura 1 mostra chiaramente la penetrazione della tintura in un frammento dopo 20 000 chilogrammi-ora di prova.

Altri isolatori, presentati dai costruttori come campioni sceltissimi resistettero alle prove di 66 000 V alla frequenza di 50 periodi, ma diedero la scarica superficiale a soli 40 000 V coll'alta frequenza. Alcuni resistettero a 125 000 V fra gambo e testa, alla frequenza 50, mentre alcune delle campane provate a alta frequenza diedero la scarica superficiale con 30 000 V.

La verniciatura degli isolatori si è dimostrata inefficace contro l'assorbimento dell'umidità e non deve mai essere applicata come un correttivo alla porosità dell'isolatore.

R. S. N.

* *

GENERATORI ELETTRICI.

R. E. DOHERTY — Instabilità delle eccitatrici. (J. A. I. E. E., ottobre 1922, pag. 730).

L'instabilità di una eccitatrice può manifestarsi in più modi: grandi variazioni nella tensione per piccole variazioni del carico, lente variazioni della tensione senza causa apparente; passeggeri interruzioni o anche inversioni dell'eccitazione, susseguenti a rapide manovre del reostato dell'avvolgimento in derivazione o del reostato di campo dell'alternatore.

L'esperienza ha dimostrato che questi fenomeni avvengono quando l'eccitatrice funziona a piccole densità di flusso, ossia sotto o presso al ginocchio della curva di saturazione.

L'Autore svolge la completa teoria matematica del problema, dalla quale risulta l'interessante conclusione che la forma dell'equazione differenziale rispetto al tempo della corrente di campo dell'alternatore è di forma identica a quella di un circuito contenente resistenza induttanza e capacità.

L'equazione è la seguente:

$$\frac{d^2 i_2}{dt^2} + \alpha \frac{di_2}{dt} + \beta i_2 = A \text{ (ampere/sec}^2\text{)}.$$

dove i_2 è la corrente di campo dell'alternatore e α , β , A sono costanti molto complicate ma calcolabili coi dati del circuito.

Ne viene che quando una eccitatrice viene inserita sul circuito di campo dell'alternatore, potranno ripetersi i fenomeni che avvengono in un circuito elettrico a cui si applichi una tensione crescente col tempo; la corrente potrà gradatamente raggiungere il suo valore finale, oppure a seconda delle costanti del circuito, potrà raggiungere tale valore dopo una serie di oscillazioni smorzate. Analoghi fenomeni avverranno per una variazione rapida delle costanti del circuito, ad esempio dei reostati, il che corrisponde a variare la tensione impressa.

La figura 1 rappresenta appunto le oscillazioni derivanti dalla

inserzione dell'eccitatrice sul campo dell'alternatore; la fig. 2 corrisponde a una brusca manovra del reostato dell'avvolgimento in derivazione; la fig. 3 rappresenta la graduale diminuzione della tensione in seguito a un rapido aumento dello stesso reostato ma in diverse condizioni generali del circuito.

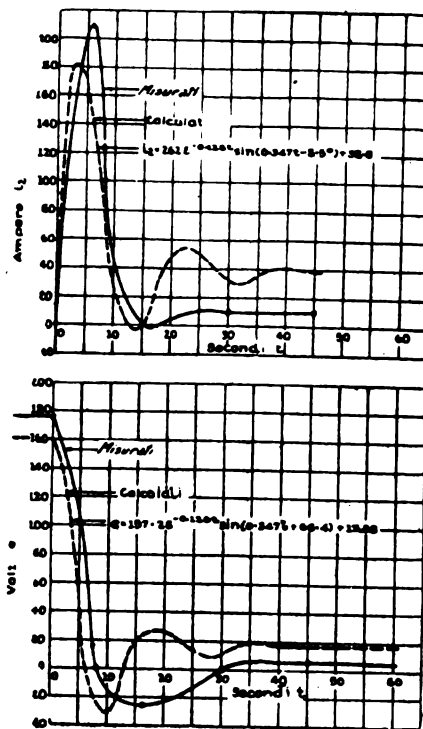


Fig. 1.

I fenomeni che avvengono nelle eccitrici, per quanto analoghi a quelli nei circuiti elettrici, sono però di frequenza più bassa e di durata maggiore.

Le condizioni che possono produrre l'instabilità sono la piccola densità di flusso, unitamente a una o più delle seguenti: piccola tensione residua, forte caduta di tensione nell'armatura; forte induttanza nel circuito di carico, campo in serie troppo forte.

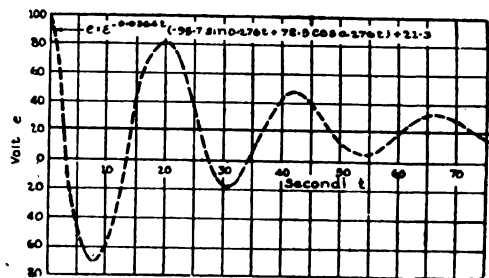


Fig. 2.

È universalmente noto che un'eccitatrice che lavori in prossimità della saturazione è stabile, richiedendo una forte variazione nelle ampere-spire per produrre una sensibile variazione nel flusso. Il grado di stabilità può essere all'incirca rappresentato dall'angolo θ di figura 4; il punto p , sulla curva di saturazione, corrispondente alle condizioni di funzionamento, è determinato dalla condizione che la caduta chimica ri nel circuito in derivazione deve essere eguale alla tensione ai morsetti dell'eccitatrice. Quanto maggiore è l'angolo

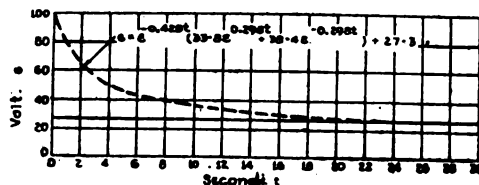
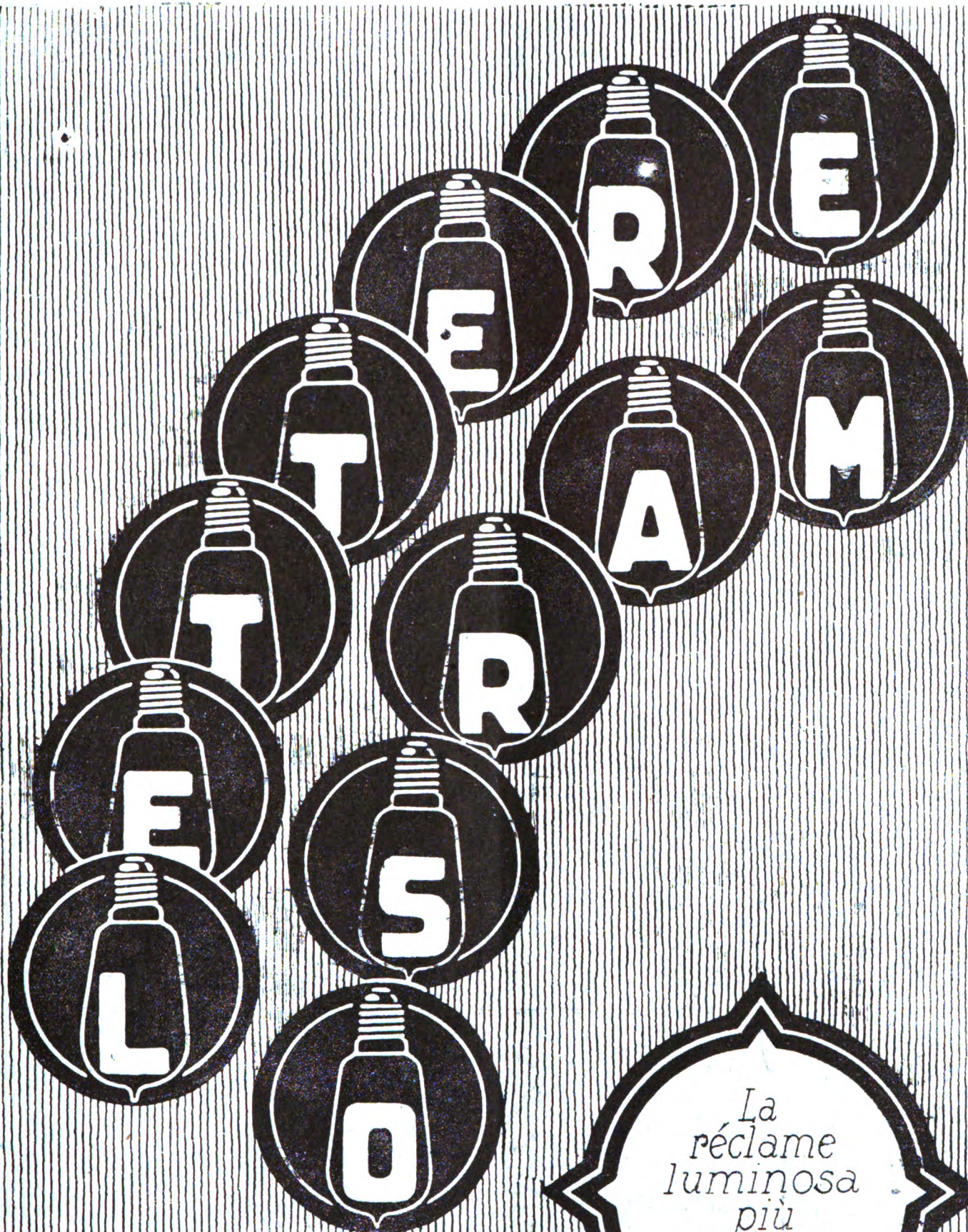


Fig. 3.

θ tanto maggiore è la stabilità. Dalla figura è evidente che nella porzione rettilinea della curva di magnetizzazione la stabilità è piccola e se mancasse la tensione residua e_0 l'angolo θ sarebbe nullo, vale a dire uno stesso valore della resistenza del circuito in derivazione corrisponderebbe a tutte le tensioni sul tratto rettilineo della curva.

Una forte caduta di tensione nell'armatura significa una caratteristica della macchina rapidamente discendente, cogli inconvenienti noti derivanti.

Quando nel circuito di carico dell'eccitatrice ossia nel circuito



OSRAM
Società Anonima
Milano (19) - Napoli (21)



**SOCIETÀ ANONIMA
FORNITURE ELETTRICHE**

CAPITALE VERSATO L. 900.000

— Sede **MILANO** —

Via Castelfidardo, 7 - Tel. 92-36

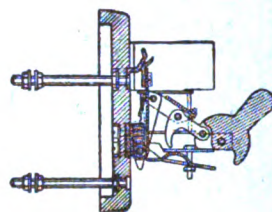
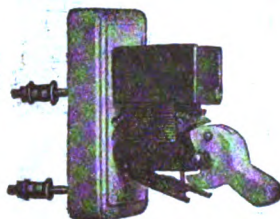
Filiali e Agenzie:

FIRENZE - Via Orivolo, 37
GENOVA - Via Consolazione, 7 R
TORINO - Corso Oporto, 29
PALERMO - Via Parlamento, 22

Piccolo Interruttore di corrente massima

TIPO "US,,

per 6 e 10 Amp. fino a 250 Volt



Il piccolo interruttore automatico "US,, di massima corrente funziona a 6 e 10 Ampère fino a 250 Volts, tanto sotto corrente continua come sotto corrente alternata.

Sostituisce vantaggiosamente il comune interruttore unipolare con valvola in tutti quei casi nei quali si può prevedere una frequente fusione di fusibili.

Il manico dell'apparecchio "US,, serve da indicatore per riconoscere facilmente dall'esterno se il circuito è aperto oppure chiuso, perchè cade automaticamente dopo il distacco provocato dal passaggio di una corrente superiore alla prevista.

Per la sua costruzione l'interruttore "US,, non può essere bloccato nella posizione di attacco e neppure essere riattaccato mentre dura il corto circuito; grazie allo spegnimento magnetico dell'arco nessun danno può derivarne.

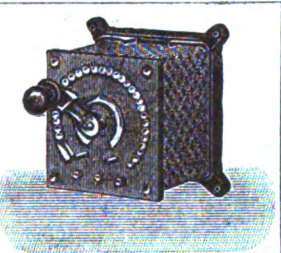
L'interruttore automatico "US,, per la corrente normale di 6 e 10 Ampère è munito di un avvolgimento per il distacco a 12 e 20 Ampère: una variazione dei limiti di taratura non è possibile e sarebbe superflua dovendo l'apparecchio funzionare soprattutto come valvola contro i corti circuiti.

AMPERE	VOLTS	TIPO	LUNGHEZZA	LARGHEZZA	ALTEZZA	PESO
6	250	US 6	105 m/m	55 m/m	95 m/m	Kg. 0,530
10		US 10	105 m/m	55 m/m	95 m/m	Kg. 0,530

(55)

Risparmio di interruttori e di valvole — Funzionamento pronto automatico e sicuro — Garanzia assoluta contro i corti circuiti e le frodi

FABBRICA



REOSTATI E CONTROLLER

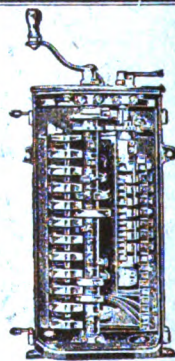
ING. S. BELOTTI & C.

Telefono 63-31

MILANO - Via Guastalla, 9

Telegr. INGBELOTTI

(110)



COSTRUZIONE

dei Camini

Adottati in tutte le grandi e moderne

— **CENTRALI** —

ECONOMIA D'IMPIANTO E D'ESERCIZIO

GRANDI PRODUZIONI DI VAPORE

MILIONI DI KW. SVILUPPATI



CENTINAIA DI IMPIANTI



completamente ITALIANA

Prat

(145)

CONCESSIONARIO COSTRUTTORE PER L'ITALIA

Filippo BORRONI

MILANO (3)

N. 36 — VIA MONTE NAPOLEONE — N. 36

Telefono 45-99



Telegr. BORRUGO

FUNZIONANTI IN ITALIA

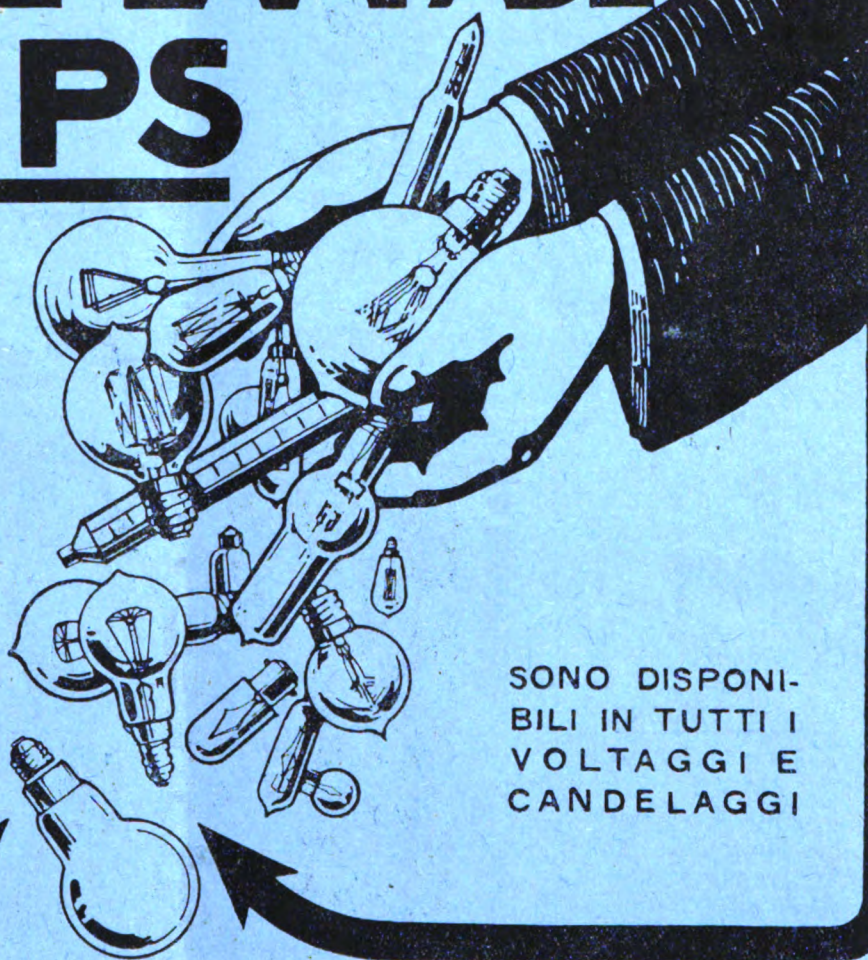
Digitized by Google

TUTTE LE LAMPADE PHILIPS

ARGA, $\frac{1}{2}$ WATT
PER AUTO
PER PROIEZIONE

ARGENTA
LUCE SOLARE

FILAMENTO METALLI-
CO, A PERA, SFERICHE,
FIAMMA, TUBOLARI,
PER NOTTE, FANTASIA,
RINFORZATE, PER
CANDELABRI, PER VE-
TRINE E A CARBONE



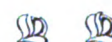
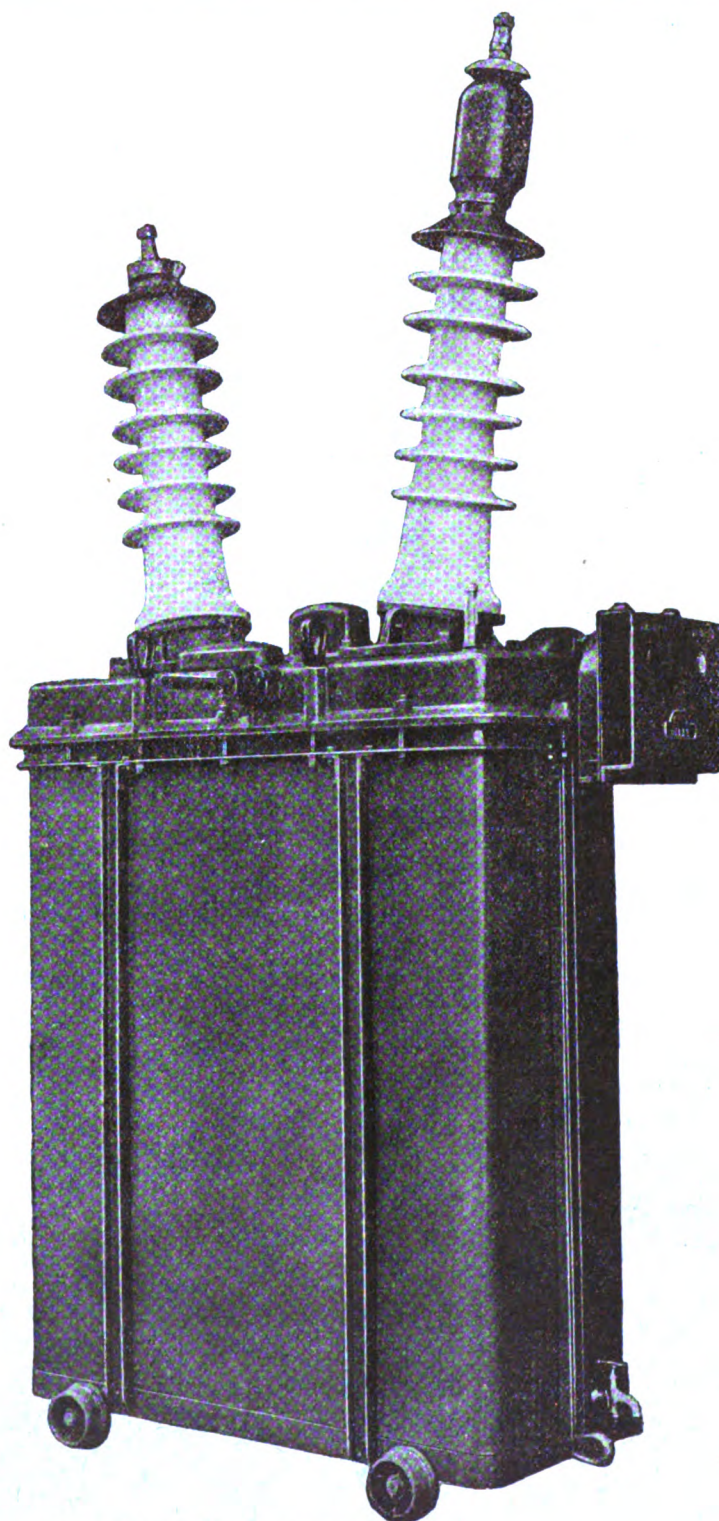
SONO DISPONI-
BILI IN TUTTI I
VOLTAGGI E
CANDELAGGI

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE DELLE

SOCIETÀ ANONIMA CAPITALE FR. 6.000.000

APPAREC-
CHIATURA
ELETTRICA

Per ogni
Tensione
fino a
150.000 volt



BASSA TENSIONE

Quadri di distribuzione
completi

Apparecchi di protezione

Scatole di manovra
tipo controller

Interruttori stagni per tessiture

Interruttori e valvole

Interruttori
automatici in olio

Accessori.

ALTA TENSIONE

Equipaggiamento completo di
centrali, stazioni di trasfor-
mazione e linee di distri-
buzione.

Stazioni di trasformazione per
montaggio su pali.

Interruttori ed automatici in olio.

Apparecchi di protezione.

Trasformatori di intensità di
precisione.

Scatole di manovra stagne per
miniere ed officine.

Accessori.

(40)

Interruttore unipolare automatico
12.000 Volt per 'esterno.
Tipo di linea dello Stato Francese.

Sede Sociale - PARIS - 28, Boulevard de Strasbourg

Rappresentante Generale
per l'Italia: ..

Ing. GUSTAVO MARRA - Milano -

5, Piazza Castello, 5
.. Telefono 11581 ..

di campo dell'alternatore l'induttanza è forte, si possono pure produrre condizioni d'instabilità. Così ogni causa che tende ad abbassare la tensione dell'eccitatrice, (ad esempio un aumento rapido del reostato dell'eccitazione in derivazione, o una diminuzione in quello del campo dell'alternatore) produce una diminuzione nella corrente di carico della eccitatrice stessa. Ma l'induttanza del circuito di campo dell'alternatore rallenta la diminuzione della corrente e tende quindi a mantenere nell'eccitatrice un carico superiore a quello che corrisponderebbe alla diminuita tensione dell'eccitatrice stessa. Quando il flusso va a zero, si mantiene per effetto dell'induttanza del campo dell'alternatore, una corrente nell'armatura della dinamo. Ne consegue che la caduta di tensione nell'armatura e quindi nel circuito in derivazione, si inverte e perciò si genera una

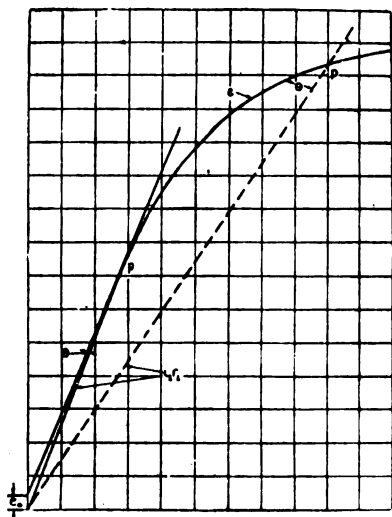


Fig. 4.

tensione in senso contrario. Durante il rovesciamento della tensione e fino a che si annulla la corrente, l'alternatore fornisce potenza all'eccitatrice. Avvenuta l'inversione, l'induttanza del campo dell'alternatore mantiene la corrente a un valore inferiore a quello corrispondente alla tensione dell'eccitatrice. In queste condizioni l'eccitatrice, teoricamente, non arriverebbe più a raggiungere l'equilibrio. Praticamente vi giunge dopo poche oscillazioni come è indicato, ad esempio, in figura 5.

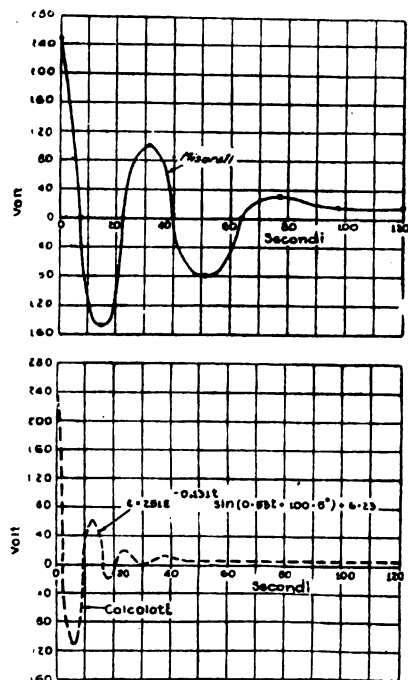


Fig. 5.

Se l'eccitazione in serie della dinamo è eccessiva, è evidente che ciò ha per effetto di avvicinare le proprietà dell'eccitatrice a quelle di una dinamo in serie. Lo stesso avviene se una eccitatrice costruita normalmente viene inserita su un circuito a troppo piccola resistenza; ad esempio se una eccitatrice per 125 V, viene connessa a un alternatore costruito coll'avvolgimento di campo per 60 V; ciò equivale praticamente a raddoppiare l'eccitazione in serie dell'eccitatrice.

Ogni provvedimento inteso ad aumentare l'angolo θ di figura 4, a basse tensioni, aumenta la stabilità dell'eccitatrice. Ciò si può ottenere con opportuni accorgimenti costruttivi, o mediante pochi elementi di accumulatori in serie coll'eccitazione in derivazione. Una

perfetta stabilità si ottiene eccitando in modo indipendente l'avvolgimento in derivazione del campo della dinamo; ma questo metodo involge evidenti svantaggi in pratica.

La stabilità contro i fenomeni dovuti all'induttanza dell'alternatore può essere ottenuta con diversi mezzi. La migliore protezione è costituita dall'avvolgimento in serie opportunamente calcolato in modo da rendere piccola la caduta di tensione nella dinamo, diminuendo così la tendenza ad una ulteriore riduzione del flusso nella eccitatrice. Le figure 2 e 3 rappresentano appunto l'eccitazione dopo un corto circuito sull'alternatore; la fig. 2 si riferisce a una eccitatrice senza avvolgimento in serie e la fig. 3 si riferisce alla stessa macchina munita di avvolgimento in serie. Utile pure è il regolatore automatico di tensione in modo speciale se usato con una dinamo compound opportunamente costruita.

Buoni risultati si ottengono pure con resistenze inserite nel campo dell'alternatore anche perchè si costringe così la dinamo a lavorare ad un grado di saturazione maggiore.

L'articolo originale è illustrato da numerosi diagrammi e contiene anche una completa trattazione matematica dell'argomento.

R. S. N.

* *

MATERIALI.

J. L. R. HAYDEN e C. P. STEINMETZ — La scarica disruptiva negli isolanti come effetto piroelettrico. (Electrical World, 31 ottobre 1922, pag. 865).

Il meccanismo della scarica disruptiva negli isolanti solidi, è secondo gli Autori, essenzialmente diverso di quella della scarica nell'aria. Essi, non hanno una definita rigidità dielettrica nè un definito gradiente di tensione di lacerazione, ma devono essere considerati come conduttori ad alta resistenza e con altissimo coefficiente negativo di temperatura. In conseguenza di tale elevato coefficiente negativo, al di sopra di una certa tensione critica, la diminuzione di resistenza che si produce per l'elevamento della temperatura, aumenta la densità di corrente ed eleva quindi ulteriormente la temperatura finchè questa giunge a tale valore da produrre la distruzione dell'isolante.

La tensione, o meglio il gradiente di tensione, oltre il quale si verifica questa condizione di instabilità, costituisce la tensione critica disruptiva di quell'isolante. Ma essa non è un valore costante e definito come la rigidità dielettrica dell'aria, bensì è una funzione del rapporto fra il calore prodotto e quello dissipato e dipende quindi da molte condizioni esterne.

Poichè la rottura d'un dielettrico è un effetto termico, si comprende come essa non possa avvenire istantaneamente, occorrendo un periodo di tempo per raggiungere la temperatura critica; questo ritardo sarà tanto più piccolo quanto più la tensione applicata è al di sopra della tensione critica. Ogni condizione che abbia influenza sulla temperatura, ne ha pure sulla tensione disruptiva.

In un isolante soggetto a una tensione alternativa il riscaldamento dovuto alla corrente condotta è minore di quando sia sottoposto a una tensione continua di valore eguale al massimo di quella alternata; vi è però in più il riscaldamento derivante dalle perdite nel dielettrico della natura di quelle d'isteresi. A seconda della natura dell'isolante un effetto può soverchiare l'altro. Conseguentemente, mentre nell'aria la tensione critica continua sta a quella alternata come $1:\sqrt{2}$ per isolanti solidi, a seconda della loro natura tale rapporto potrà essere maggiore o minore. Generalmente è più elevato, ma per isolanti a basse perdite può essere più basso fino a divenire eguale ad 1. Essa va quindi determinata caso per caso per ogni materiale.

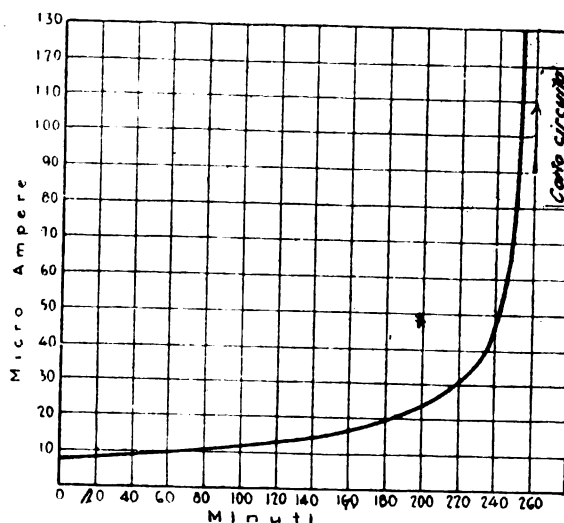


Fig. 1. — Variazione della conduttività col tempo.

Dati due isolanti, composti dallo stesso materiale ma uno dei quali consti di un numero di strati m volte maggiore di quello dell'altro, la tensione disruptiva in questo dovrebbe essere m volte quella del primo; ma poichè nell'isolamento più grosso, il calore

prodotto si disperde meno facilmente, la tensione disruptiva sarà minore di quanto si poteva supporre.

La figura 1 rappresenta l'andamento del fenomeno in un isolamento composto di parecchi strati di tessile impregnato sottoposto a una differenza di potenziale continua di 57 600 V; misurando la corrente trasmessa ogni mezzo minuto si è tracciata la curva del diagramma la quale dimostra come l'isolamento abbia ceduto dopo più di quattro ore dall'inizio della sollecitazione. L'aumento della conduttività col tempo, risulta evidente dal diagramma.

Per condurre le esperienze, gli Autori si servirono di un raddrizzatore a valvola ionica che permetteva di disporre di una tensione di senso costante, di parecchie centinaia di chilo-volt; si poteva in tal modo misurare la corrente che attraversava il dielettrico durante il graduale aumento della tensione applicata, e quindi dedurre la conduttività del dielettrico stesso. Le esperienze dimostrarono un graduale aumento di conduttività, a tensione costante, col progredire del tempo.

Si riconobbe pure che tale aumento della conduttività e della corrente non è uniforme attraverso l'isolamento, ma si concentra nei punti in cui si manifesta l'inizio di una foratura. Particolarmente istruttiva a tale riguardo fu un'esperienza i cui risultati sono riassunti in figura 2.

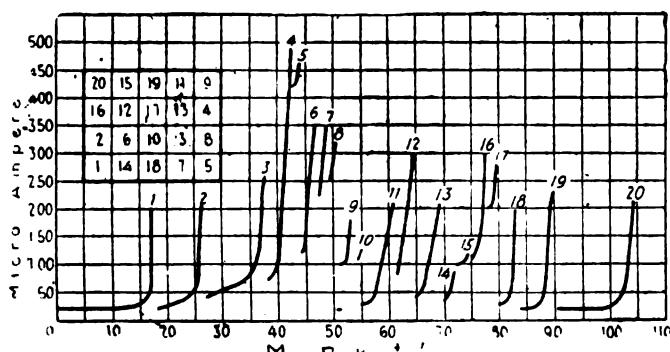


Fig. 2. — Progressivo aumento localizzato di conduttanza.

L'isolamento in prova era composto di 12 fogli di carta non impregnata; si poteva ritenere del tutto improbabile che venissero a sovrapporsi parecchi difetti; quand'anche si avessero avute quattro sovrapposizioni, sarebbero sempre rimasti attivi i due terzi dei fogli, cosicchè la densità di corrente avrebbe potuto in quei punti aumentare al massimo del 50 per cento, con un effetto inapprezzabile sulla corrente totale. Si trovò invece che la corrente totale aumentava di parecchie volte il valore primitivo, dimostrando che un difetto nell'isolante coinvolge tutti gli strati, anche quelli perfetti.

Il fenomeno della scarica disruptiva negli isolanti composti non può quindi interpretarsi nel senso che il cedimento dello strato difettoso, aumentando il gradiente sugli altri strati sani, al di là della loro rigidità, ne provochi la foratura. Il fenomeno va invece interpretato come un deterioramento proveniente da uno o più strati difettosi e che gradatamente penetra e danneggia gli altri strati finché l'intero spessore dell'isolamento è compromesso.

La figura 2 fu ottenuta nel seguente modo. Uno dei due elettrodi metallici racchiudenti il pacco dei dodici fogli di carta, era una piastra di 4,20 cm² e venne divisa in 20 piccole porzioni connesse con minuscole valvole. Applicata ai due elettrodi una differenza di potenziale di 5650 V, si verificò l'aumento graduale di corrente analogamente al fenomeno di figura 1; dopo qualche tempo avvenne una foratura segnalata da un rapido incremento della corrente, come è segnato dalla curva 1 di figura 2. Ma la fusione della rispettiva valvola mise fuori circuito la sezione difettosa e la corrente riprese il valore primitivo, per poi nuovamente aumentare dopo un certo tempo producendo una nuova foratura e la conseguente esclusione della sezione 2; e così successivamente per le 20 sezioni.

Tenendo presente che i materiali isolanti solidi hanno un assai elevato coefficiente negativo di temperatura, si consideri uno strato dielettrico di spessore uniforme, soggetto ad un campo uniforme; una corrente di perdita passerà attraverso l'isolante. Se questo fosse perfettamente omogeneo ne deriverebbe un uniforme aumento di temperatura, ma poichè l'assoluta omogeneità non si raggiunge, la densità di corrente e la temperatura non saranno eguali in tutti i punti. Il fenomeno, poco importante a basse tensioni, fa sì che, quando la tensione aumenti fortemente, la densità di corrente e per conseguenza la temperatura e la conduttività aumentino in modo particolare in certi punti nei quali al fine si produrrà la perforazione. Si avrà allora un aumento ancor più grande di corrente e di temperatura e se non interviene qualche causa compensatrice, come l'irradiazione del calore prodotto, l'isolamento finirà per venire distrutto per lacerazione o per effetto termico.

La tensione disruptiva è quindi dipendente dall'irradiazione del calore prodotto e quindi delle condizioni di installazione.

Si può perciò con opportune precauzioni sollecitare un isolante molto al di là della tensione comunemente ritenuta distruttiva; si potrà, ad esempio, limitare la produzione localizzata del calore, studiando il materiale non a tensione costante, ma a corrente costante.

Nella provvidi un isolante, non basta mettere in serie ad esso una resistenza per quanto grande, per limitare la corrente e quindi

la produzione di calore localizzata. Infatti coll'aumento della corrente nel punto difettoso diminuisce la differenza di potenziale; ciò produce una diminuzione della corrente totale. Ne viene che la corrente potrebbe fortemente aumentare nel punto difettoso fino a produrre la distruzione dell'isolante senza che si verifichi un aumento della corrente totale.

E' necessario o condurre le esperienze su un frammento così piccolo dell'isolante da avere un pronto disperdimento di calore, oppure ottenere che in ogni punto la densità di corrente sia limitata. Ciò si può ottenere mettendo in serie un altro isolante la cui resistenza non cambi sensibilmente colla temperatura, ad esempio, la mica, e separando poi, naturalmente, la caduta di tensione attraverso la mica da quella attraverso il materiale in esame.

R. S. N.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

VAL. A. FYNN — Il metodo stroboscopico per la misura delle velocità. (J. A. I. E. E., ottobre 1922, pag. 763).

Per misurare le velocità di rotazione si usano i contagiri o i tachimetri. I contagiri hanno l'inconveniente di dover essere applicati almeno per 30 o 60 secondi e durante questo tempo la velocità che si misura può essere variabile. I tachimetri danno risultati istantanei e più precisi ma richiedono di essere frequentemente tarati.

Un misuratore di velocità dovrebbe rispondere ai seguenti requisiti: essere semplice nel suo impiego, sensibile ai cambiamenti istantanei di velocità, sufficientemente esatto per gli scopi della pratica e non dovrebbe richiedere alcuna sottrazione di potenza dalla macchina di cui si vuol misurare la velocità.

L'Autore ha studiato l'applicazione del metodo stroboscopico alla misura delle velocità sotto diversi aspetti e ha costruito diversi apparecchi di cui riportiamo la descrizione.

Apparecchio stroboscopico per taratura dei tachimetri di tipo a magnete. — Questi tachimetri, usati con un buon voltmetro, sono utilissimi nella pratica ma richiedono una frequente taratura.

L'apparecchio stroboscopico in questione, come i seguenti, si fonda sul noto principio di illuminare un disco rotante con una sorgente luminosa rapidamente pulsante. Se il disco porta un indice, e la frequenza delle pulsazioni della sorgente luminosa è eguale al numero dei giri del disco, si vedrà l'indice fermo in una data posizione; se la frequenza della sorgente luminosa è doppia, tripla, ecc., del numero dei giri, si vedranno due, tre, ecc., immagini dell'indice che appariranno ferme in posizioni distanti fra loro di una metà, un terzo, ecc., di circonferenza.

Per realizzare la sorgente luminosa pulsante, l'Autore si serve di una feritoia portata dai ribbi di un diapason messo in vibrazione davanti ad una lampada a incandescenza. Si ottiene così una frequenza quasi perfettamente costante. Si può ritenere che un aumento di un grado nella temperatura produca una diminuzione di frequenza del 0,011 per cento; un aumento nell'ampiezza di vibrazione, contenuto nei limiti dei valori possibili in pratica, diminuisce la frequenza di non oltre il 0,002 per cento; in un diapason mosso elettromagneticamente, una variazione di ampiezza di vibrazione da 0,75 a 2 millimetri riduce la frequenza del 0,01 per cento; azionando un corista elettromagneticamente si verifica un aumento nella frequenza che è dell'ordine del 0,025 per cento.

L'osservazione stroboscopica si riduce a riconoscere quando una immagine appare ferma; ora ciò può venire riconosciuto con grande precisione cosicchè l'esattezza del metodo si può ritenere sia pressochè eguale a quella delle vibrazioni del diapason; l'Autore assicura che tale precisione arriva al 0,02 per cento.

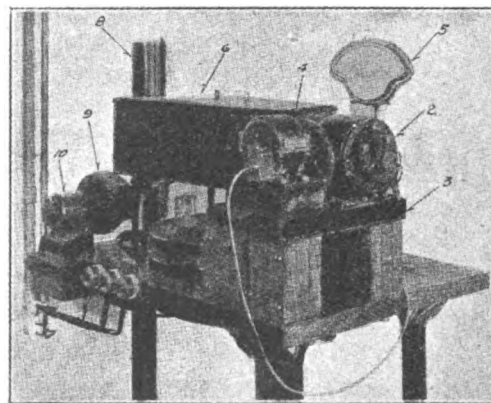


Fig. 1.

Se la velocità del disco portante l'indice non corrisponde alla frequenza della sorgente luminosa, l'immagine dell'indice sembrerà ruotare in direzione uguale od opposta a quella del disco (a seconda che la velocità del disco è maggiore o minore di quella corrispondente alla frequenza della sorgente luminosa). Il numero dei giri apparenti dell'indice in un minuto è la misura dello scorrimento del disco e può rappresentare l'errore che si commette quando si reputi ferma

l'immagine del disco mentre essa presenti invece ancora un piccolo movimento apparente.

L'apparecchio calibratore stroboscopico dell'A. è rappresentato nelle figure 1, 2 e 3. Un motore (2) a corrente continua a velocità regolabile, montato su un basamento (3), porta fissato a suo asse un disco (11) sul quale sono disegnate quattro figure geometriche concentriche. L'albero del motore muove, con rapporto di 1 a 2, un albero trasversale (12) il quale porta ad una estremità un pignone e all'altro è leggermente incavato; il pignone muove un magnete (4) mentre il tachimetro viene premuto contro l'incavatura dell'alberetto. Il voltmetro (5) è connesso al magnete. Un diapason (7) mosso elettromagneticamente porta all'estremità dei rebbi due lamine in cia-

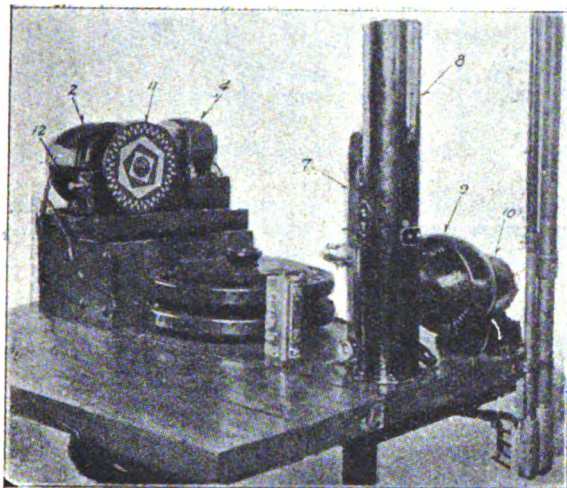


Fig. 2.

scuna delle quali è tracciata una fessura; le lamine vengono fatte vibrare dai rebbi davanti a una lampada a incandescenza collocata nel tubo (8). Per evitare il riscaldamento dei rebbi, un ventilatore (9) mosso da apposito motorino (10) mantiene nel tubo una forte ventilazione.

Il motore che porta il disco può essere regolato fra 100 e 4000 giri al minuto.

Ogni qualvolta durante le vibrazioni dei rebbi, le due fessure delle due lamine vengono a trovarsi allineate colla sorgente luminosa, si ha un lampo di luce sul disco mobile; col diapason usato dall'Autore si ottengono 6000 pulsazioni luminose al minuto.

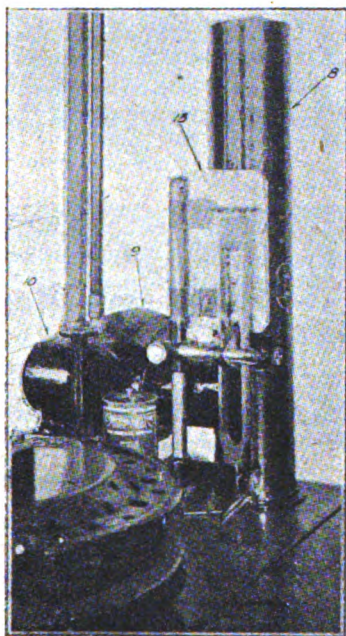


Fig. 3.

Come si vede in figura 2, sul disco mobile si trovano due zone concentriche ciascuna composta di 30 piccoli segni radiali. Il numero di questi segni che passa per una data posizione in un minuto è eguale a 30 volte il numero dei giri ossia, per esempio, è di 6000 a 200 giri. Quindi i segni radiali appariranno immobili quando il motore fa 200 giri. Invece a 100 giri, ogni segno apparirà doppio cosicché le due zone si confonderanno in una sola coi segni di lunghezza doppia; il fenomeno si ripeterà a 300 giri, a 500, ecc. Analogamente l'esagono segnato sul disco, apparirà immobile e semplice a 1000 giri, mentre apparirà doppio a 500. In questo modo, servendosi delle altre figure segnate sul disco, è facile determinare con

esattezza il numero dei giri compiuti dal motore e quindi procedere alla taratura del tachimetro.

Misuratore stroboscopico dello scorrimento. — L'apparecchio è illustrato nelle figure 4 e 5. Esso è composto di un motore sincrono (15) montato su una incastellatura (14) la quale porta anche un cono (16) mosso dal motore, un'asta fissa (17) ed una mobile (20) comandabile colla testa (21). Sull'asta (17) può scorrere un carrello (26) che porta un disco (18) montato su supporti a sfere, uno schermo fisso (19) e un disco indicatore (22). Il disco (18) e lo schermo (19) portano entrambi una fessura. Il disco (18) può esser portato a contatto del cono (16) e mosso da esso per frizione. Movendo la testa (21) si ottiene di far scorrere longitudinalmente il carrello mobile; per mezzo dell'indicatore (22) si può leggere sulla scala (24) la posizione del disco relativamente al cono; lo zero della scala corri-

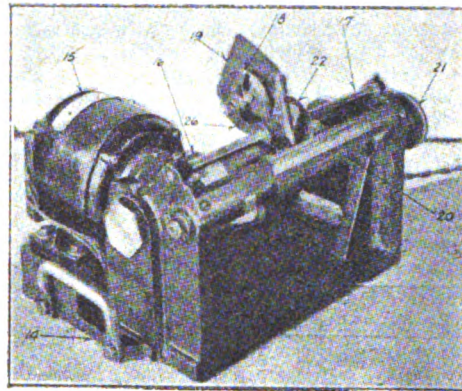


Fig. 4.

sponde alla posizione nella quale la velocità del disco è eguale a quella del cono.

Per adoperare l'apparecchio nella misura dello «slip» di un motore asincrono, si dipinge una figura geometrica sull'estremità libera dell'albero di questo e si inserisce in parallelo col motore asincrono il motorino (15). Il disco (18) viene messo in rotazione dal cono e si regola la sua velocità manovrando la testa (21), in modo che guardando per la fessura dello schermo (9), la figura geometrica suddetta appaia ferma; in questo momento si legge la scala (24). Questa scala è già graduata in per cento di slittamento e le frazioni possono venire esattamente valutate con appositi dispositivi (1).

Lo stesso apparecchio può servire per misurare lo slittamento di motori con diverso numero di poli; basta perciò che la figura che si osserva sia disegnata con un numero opportuno di elementi. Nell'apparecchio delle figure il cono gira colla stessa velocità del motorino che lo conduce; questo ha quattro poli e funziona a 60 periodi, si hanno perciò 1800 pulsazioni al minuto. Ne viene che si potrà, ad esempio, misurare lo slittamento di un motore a 60 periodi e quattro poli con una figura composta di un'unica linea. Se esso facesse esat-

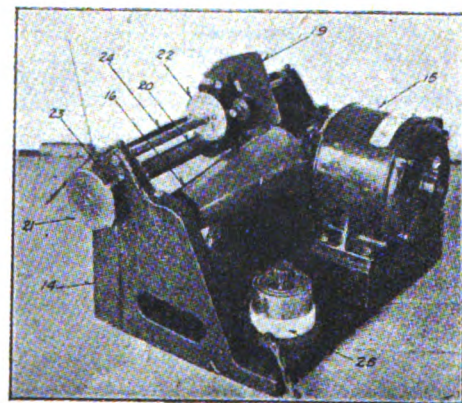


Fig. 5.

tamente 1800 giri la linea apparirebbe ferma, in causa della «slip» perchè ciò si verifichi sarà invece necessario manovrare la testa (21). Per un motore a 60 periodi e 6 poli, occorrerà una figura con tre elementi egualmente distanziati, ad esempio, un triangolo equilatero; e così per ogni altro tipo di motore.

L'Autore mette in evidenza i vantaggi di questo metodo che non solo permette una grande esattezza di misura, ma non richiede, come quando si usa il contagiri, di tenere esattamente costante per un certo periodo il carico; qui tutte le letture vengono compiute simultaneamente nell'istante in cui l'immagine diviene immobile per quel dato carico, e perciò sono meglio attendibili.

(1) Apparecchi di questo tipo noti da tempo. Vedasi *L'Elettrotecnica*, pag. 253 e 297.

Misuratore stroboscopico istantaneo di velocità. — Esso permette la misura istantanea della velocità di un motore senza menomamente alterare il carico, ciò che è specialmente vantaggioso per i piccoli motori.

L'apparecchio consiste di un motore a corrente continua a velocità regolabile, che aziona un magnete e fa ruotare un disco con una o più feritoie radiali. Il magnete è connesso a un voltmetro graduato direttamente in numero di giri per minuto. Il disco mobile viene impiegato col sussidio di uno schermo fisso con feritoie. Attraverso le feritoie fisse e mobile si osserva una figura dipinta sull'estremità dell'asse del motore in esame. Si varia la velocità del motorino dell'apparecchio finché la figura appare immobile e si legge direttamente sul voltmetro il numero dei giri.

Con un disco mobile a una sola velocità e una velocità del motorino fra 500 e 2000 giri, si possono misurare velocità fra 500 e 2000 giri; regolando poi la velocità del motorino in modo da ottenere una immagine stroboscopica doppia, l'indicazione del voltmetro darebbe il doppio della velocità del motore in prova e si possono così misurare velocità da 250 a 1000 giri.

Con un disco a quattro feritoie si misurano velocità da 2000 a 8000 giri (indicazioni del voltmetro moltiplicate per 4).

Il limite inferiore si può ridurre a 166,6 giri usando un disco a una sola feritoia girante a 500 giri e ottenendo una immagine stroboscopica tripla (indicazioni del voltmetro divise per 3). R. S. N.

* *

MOTORI ELETTRICI.

JAMES L. HAMILTON — Il motore polifase ad induzione ad avviamento automatico. (J. A. I. E. E., ottobre 1922, pag. 772).

Questo tipo di motore ha lo statore costruito nel solito modo. Il rotore ha due avvolgimenti, uno dei quali è un avvolgimento a piccola resistenza connesso all'apparecchio di messa in corto circuito, e l'altro è un avvolgimento a gabbia di scoiattolo, ad alta resistenza.

L'avvolgimento a forte resistenza è di solito collocato alla superficie dell'armatura, e presenta quindi un minimo di reattanza e può essere dimensionato in modo da produrre un forte momento torcente d'avviamento con una debole corrente. L'avvolgimento di piccola resistenza è invece collocato sotto al primo, più profondo nell'armatura ed ha quindi una forte reattanza all'avviamento quando nel rotore si ha la frequenza primaria; ma in prossimità del sincronismo, essendo piccola la frequenza nell'armatura, l'avvolgimento presenta una piccola reattanza e realizza quindi buone condizioni di funzionamento.

Il motore si avvia come un motore a induzione col solo avvolgimento ad alta resistenza in circuito; si ha così un forte momento con una debole corrente d'avviamento. Una volta raggiunta la velocità voluta, si mette in corto circuito l'altro avvolgimento e il motore funziona con tutto il rame del rotore attivo, dando piccolo slittamento, un elevato rendimento ed un alto fattore di potenza.

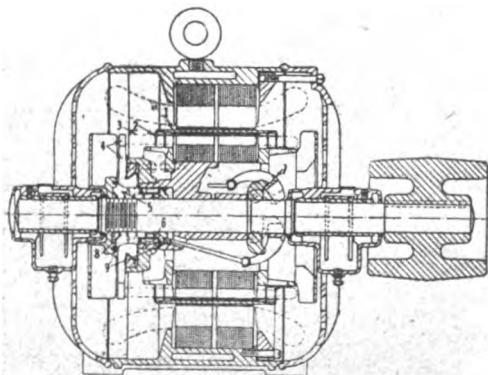


Fig. 1. — Spaccato di un motore polifase a induzione ad avviamento automatico.

- 1: avvolgimento d'avviamento a gabbia di scoiattolo
- 2: isolamento termico
- 3: avvolgimento di corsa connesso all'interruttore automatico
- 4: sbarro di connessione
- 5: segmenti dell'interruttore automatico
- 6: anelli di corto circuito
- 7: pesi del regolatore
- 8: molla del regolatore
- 9: custodia della camera dell'interruttore.

Il primo avvolgimento può essere progettato per buone condizioni di avviamento, e l'altro per buone condizioni di corsa; il motore raccoglie perciò i due requisiti.

Un altro vantaggio di questo tipo di motore consiste nel fatto che le correnti d'avviamento hanno un valore determinato che non può essere alterato da false manovre come può invece facilmente avvenire con motori che richiedono manovre a mano all'avviamento. Anche il fattore di potenza è assai buono.

Il peso e le dimensioni sono praticamente eguali a quelle di un corrispondente motore a corrente continua o a corrente alternata. Il motore polifase a gabbia di scoiattolo riuscirebbe alquanto più piccolo e più leggero, ma bisogna ricordare che con tali motori, se non

sono piccolissimi, occorre disporre di condensatori d'avviamento che vengono a cancellare ogni vantaggio sugli altri tipi.

Il motore polifase ad avviamento automatico si presenta specialmente adatto per azionare macchine di rilevante inerzia o carichi

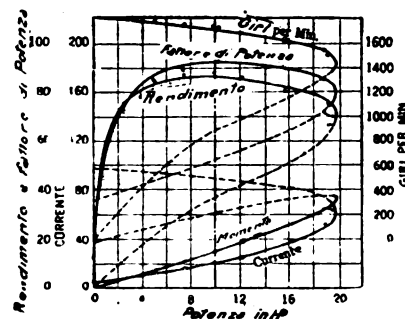


Fig. 2. — Comportamento del motore.

di difficile avviamento. E' anche consigliabile quando il motore resti facilmente senza sorveglianza; basta proteggerlo con una valvola tarata al 120 per cento della corrente normale.

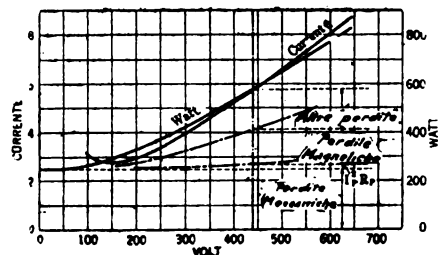


Fig. 3. — Curve di magnetizzazione a vuoto.

Le figure 2, 3 e 4 rappresentano i risultati di misure eseguite su un motore di questo tipo da 10 HP, 440 V, a quattro poli e frequenza 60. La figura 3 si riferisce a prove a vuoto e la figura 4 a prove con motore frenato.

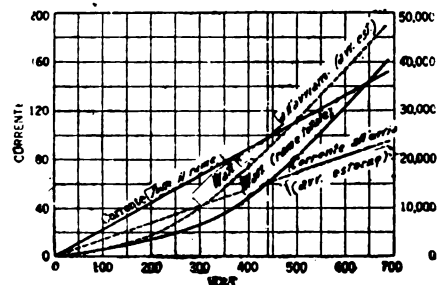


Fig. 4. — Curve di saturazione sotto carico.

Dallo studio di alcuni oscillogrammi presi da un tale motore, l'Autore desume le seguenti conclusioni principali.

Un'onda di tensione irregolare aumenta l'irregolarità del flusso nei denti dello statore (e conseguentemente aumenta fortemente le perdite nel ferro) mentre non influisce molto sul flusso nelle altre

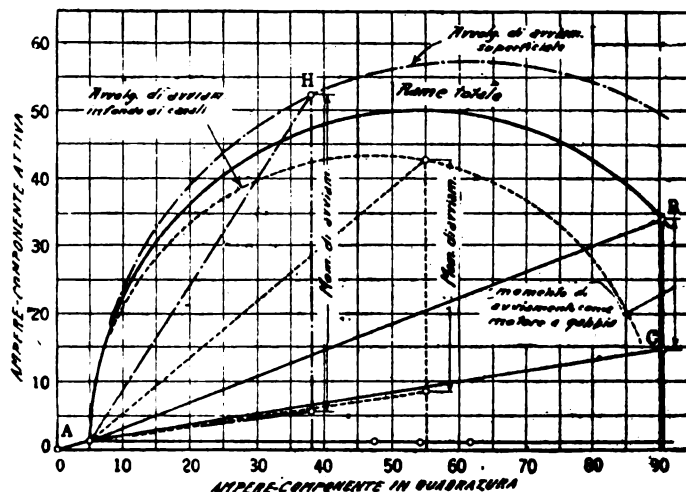


Fig. 5. — Diagramma circolare del motore.

parti del circuito magnetico; le perdite nel ferro sono sempre piccole nella carcassa qualunque sia la forma dell'onda di tensione; se questa è regolare anche le perdite nel ferro dei denti sono piccole;

le variazioni di flusso nell'espansione polari sono sostanzialmente le stesse che nella carcassa.

L'Autore svolge poi con un esempio il metodo generale di calcolo dei motori polifasi accennando in modo particolare agli accorgimenti necessari per il tipo di motori di cui si occupa. La figura 5 rappresenta il diagramma circolare di un motore a induzione polifase ad avviamento automatico; vi sono rappresentati tre diagrammi circolari tracciati rispettivamente nelle seguenti condizioni: con tutto il rame d'armatura attivo, col solo avvolgimento d'avviamento superficiale, col solo avvolgimento di avviamento collocato in fondo ai canali. Risulta evidente la convenienza di porre l'avvolgimento di avviamento superficialmente, sia nei riguardi del fattore di potenza all'avviamento che del momento d'avviamento.

In generale l'Autore ritiene che i migliori risultati si ottengano quando la resistenza dei vari avvolgimenti sieno proporzionate nel modo seguente: resistenza del rotore (tutto il rame in servizio) doppia della resistenza dello stator; resistenza dell'avvolgimento di avviamento pari a nove volte quella dello stator, ossia pari a quattro volte e mezza quella del rotore quando si consideri tutto il rame.

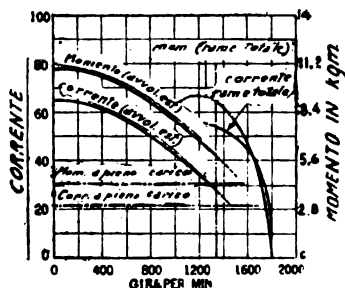


Fig. 6. — Caratteristiche di avviamento.

Come si vede dalla figura 6 che rappresenta le caratteristiche di avviamento di un motore di questo tipo, l'avvolgimento d'avviamento sviluppa il massimo momento torcente all'avviamento o subito appresso. Se si desse a questo avvolgimento una più grande resistenza allo scopo di ridurre ulteriormente la corrente d'avviamento, verrebbe diminuito il carico totale che il motore può sopportare a piena velocità. È sempre desiderabile che la corrente che si verifica quando viene messo in corto circuito l'avvolgimento di corsa non superi quella che ha all'avviamento.

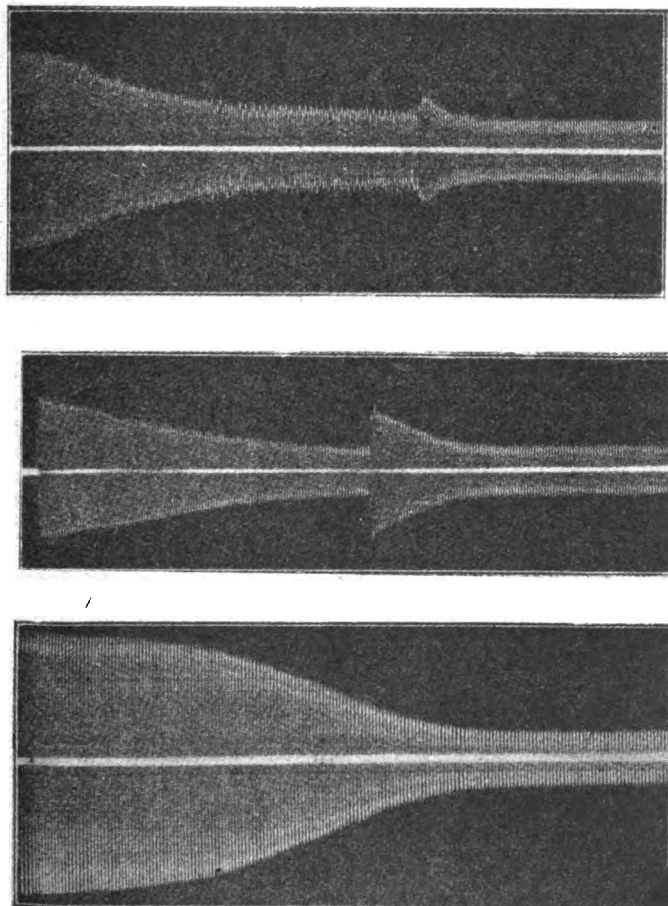


Fig. 7. — Oscillogrammi della corrente d'avviamento in tre tipi di motori.

L'avvolgimento di avviamento deve essere ben ventilato durante la fase di avviamento.

Gli oscillogrammi di figura 7, riferentesi alla corrente di avviamento di tre motori paragonabili, il primo monofase a avviamento

a repulsione, il secondo del tipo descritto dall'A., e il terzo polifase a gabbia di scoiattolo, permettono un confronto istruttivo; in essi è evidente l'istante in cui il regolatore interviene per mettere in corto circuito l'avvolgimento del rotore. Il regolatore funziona col solito principio della forza centrifuga ed è progettato in modo che il corto circuito è effettuato istantaneamente; l'interruttore di chiusura è composto di molte lame onde avere una piccola densità di corrente.

*

Lo studio dell'Hamilton, presentato a una riunione dell'Am. I. E. E. è stato fatto oggetto di larga discussione.

A. C. Lanier rammentò un altro tipo di motore costruito allo scopo di avere caratteristiche all'avviamento diverse da quelle in corsa.

Si tratta di un motore a gabbia di scoiattolo con canali di armatura profondi e stretti e sbarre di rame pure alte e strette, con sezione abbondante in modo che il rotore presenti piccola resistenza. Da fermo, a causa della forte induttanza dell'avvolgimento del rotore, le variazioni del flusso nei canali producono una notevole distorsione della corrente nelle sbarre del rotore aumentandone la resistenza effettiva e quindi la coppia; invece, in marcia normale, causa lo slittamento, l'effetto suddetto diventa piccolo e la resistenza effettiva del rotore eguaglia circa la sua resistenza chimica.

H. Weichsel illustrò un'altra soluzione dello stesso problema mediante un'armatura da motore monofase a induzione con avviamento a repulsione collocata in uno statore polifase. Fra ciascun segmento del commutatore è connessa permanentemente una resistenza relativamente notevole che, una volta raggiunta la velocità di regime, viene messa in corto circuito dal regolatore a forza centrifuga. Inoltre alcune bobine dell'armatura sono permanentemente messe in corto circuito; esse portano l'intera corrente all'avviamento realizzando così un avvolgimento a grande resistenza. H. Weichsel assicura che buon numero di siffatti motori sono entrati nella pratica.

Era però necessario isolare gli avvolgimenti del rotore con amianto in causa del forte riscaldamento, all'avviamento, delle bobine in corto circuito. H. Weichsel pensò quindi di provvedere il rotore di due avvolgimenti: uno del tipo a gabbia di scoiattolo e l'altro in tutto simile a un comune avvolgimento a corrente continua oppure a quello usato nei motori monofasi a induzione a avviamento a repulsione.

All'avviamento lavora soltanto il primo avvolgimento mentre, a velocità raggiunta, il regolatore chiude in corto circuito anche il secondo avvolgimento che lavora in parallelo col primo.

Nelle prime costruzioni si mise l'avvolgimento a gabbia di scoiattolo superficialmente, ma per ragioni meccaniche si preferì poi collocarlo in fondo ai canali d'armatura, sotto all'altro. Si poteva credere che si peggiorassero così le condizioni di avviamento ma si riconobbe che, se questa disposizione diminuisce un poco la coppia d'avviamento iniziale, quasi sempre esuberante, ne innalza però il valore nell'ultima parte dell'avviamento prima che intervenga il regolatore a inserire il secondo avvolgimento; ed è evidente l'utilità di questo fatto. Inoltre collocando l'avvolgimento a gabbia di scoiattolo in fondo ai canali, si ha il vantaggio di una rapida dispersione del calore attraverso il ferro della carcassa.

H. Weichsel richiamò anche l'attenzione sull'influenza poco nota che hanno gli avvolgimenti del rotore sulle fluttuazioni del flusso nei denti dello statore. Egli ha riscontrato che misurando tali oscillazioni col rotore spoglio da avvolgimenti (facendolo girare con velocità eguale a quella di regime) e poi col rotore munito di un avvolgimento a gabbia di scoiattolo, si ottengono nel secondo caso valori assai maggiori, qualche volta perfino quadrupli, dei primi.

Ciò si può spiegare come segue: Per effetto dei denti dello stator si inducono nei denti del rotore delle fluttuazioni nel flusso; queste producono negli avvolgimenti del rotore delle correnti che saranno ad alta frequenza. Il rotore funziona quindi, sotto questo aspetto, come un generatore in corto circuito ad alta frequenza e quindi, reagendo sul proprio campo, produrrà nei denti dello stator delle fluttuazioni che si sovrappongono a quelle generate negli stessi denti dello stator dai denti del rotore.

Le fluttuazioni nella carcassa si possono desumere ricordando che il flusso nella carcassa è la somma (vettoriale) di tutti i flussi passanti per tutti i denti di un polo.

La risultante di questi flussi parziali, tenendo conto delle rispettive fasi, può riuscire maggiore o minore del valore trovato nei denti singoli.

Un completo resoconto della discussione è contenuto nel fascicolo di ottobre dell'J. Am. Ins. Elec. Eng. R. S. N

* *

IMPIANTI.

La prima centrale a 220 000 volt. (Elec. World, 3 dicembre 1921, pag. 1115).

La Southern California Edison Company ha ultimata la costruzione della prima centrale a 220 000 volt. La centrale è montata, per ora, con un solo gruppo della potenza di 22 500 kW, ma il progetto prevede l'installazione di macchinario per una potenza complessiva di 135 000 kW. Anche la tensione d'esercizio sarà limitata in un primo tempo a 150 000 volt e sarà portata a 220 000 volt quando tutti gli impianti saranno ultimati. La compagnia ha in programma l'impianto di diverse centrali per la potenza complessiva di 929 000 kW.

Oltre che per la tensione elevata, questa centrale è da segnalare per la rapidità colla quale furono condotti i lavori: vennero iniziati gli scavi nel marzo 1921; nel maggio si fecero le prime gettate di calce-

:: :: :: CRONACA :: :: ::

CONCORSI.

Premio biennale L. Loria. — Con sue disposizioni testamentarie il compianto Prof. Leonardo Loria, legava L. 700 di annua rendita italiana 3,50 % al Regio Istituto Tecnico Superiore di Milano per la istituzione di un premio biennale alla migliore memoria pubblicata da un laureato in esso Istituto e relativa ad argomento ferroviario. Scadendo il secondo biennio (1922-1923) al 31 dicembre 1923, si invitano i signori ingegneri che intendono di concorrere al premio a voler presentare le loro memorie alla Direzione del R. Istituto Tecnico Superiore di Milano non più tardi del 31 marzo 1924, tenendo presente che, con la somma residua dal Concorso precedente l'entità del premio è fissata in lire 2,500 lorde).

*

IMPIANTI.

I Generatori da 45 000 kVA dell'Impianto di Queenston. — Nel numero del 15 gennaio abbiamo pubblicato delle note descrittive degli alternatori da 45 000 kVA installati nella Centrale di Queenston.

Dobbiamo precisare che alcuni di tali alternatori furono forniti dalla Soc. Westinghouse, e altri dalla General Electric Co.

Le figure N. 6-7-8-9 dell'articolo comparso sul numero del 15 gennaio si riferiscono alle macchine costruite dalla Westinghouse, mentre le figure 1-4-5, come pure in generale i dati numerici contenuti nella descrizione, riguardano gli alternatori della General Electric Co.

:: Note Economiche, Politiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Soc. Elettrica Bresciana — Brescia. — (Capitale L. 40.000.000).

Chiude il bilancio al 31 maggio 1922 con una perdita di oltre sette milioni, dovuta a cause varie: svalutazione di titoli di portafoglio, crollo della Banca di Sconto, ecc.

Società Elettrica Centrale — Parma. — (Capitale L. 1.540.000).

Il bilancio 1921-22 si chiude con un utile di L. 132.400 sul quale viene distribuito un utile di L. 5 per ogni azione da L. 70.

Soc. Anglo-Romana per l'illuminazione di Roma. — (Capitale Lire 50.000.000).

L'assemblea recentemente tenuta ha deliberato circa l'impiego del fondo speciale di «accantonamento utili esercizi precedenti» del quale ha assegnato L. 240.442 alla riserva ordinaria, L. 2.527.599 alla riserva straordinaria, e L. 2.000.000 per distribuire un utile di L. 20 per ogni azione.

Società Italiana di Elettrochimica — Roma. — (Capitale lire 21.000.000).

Il bilancio chiuso al 30 settembre, registra un utile di L. 283.892 passate per intero al fondo di riserva per i cambi.

Società Elettrica Velino di Roma.

Il bilancio chiuso al 31 luglio 1922 contempla un utile di lire 7769.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Anglo-Romana per l'illuminazione di Roma.

Aumenta il capitale da 50 a 75 milioni mediante emissione di 50.000 azioni da L. 500.

Società del Velino di Roma.

Emette 100 obbligazioni del valore di L. 1000 ciascuna al tasso annuo del 6 per cento.

Società Idroelettrica Piemonte — Torino.

È stato approvato l'aumento del capitale da L. 40 a 100 milioni che verrà compiuto in due tempi: in un primo periodo si passerà da 40 a 80 milioni e successivamente, ma non oltre il 31 dicembre 1923, si raggiungeranno i 100 milioni.

Società Elettrica interprovinciale di Verona.

Aumenta il capitale da L. 10.500.000 a L. 12.000.000 in seguito all'incorporazione della Società per l'industria elettrica di Arzignano.

Società An. del Gas e Elettricità di Erba Incino.

Porta il capitale da L. 900.000 a L. 2.000.000.

Società Ligure-Pugliese per l'Esercizio Imprese Elettriche di Genova. Emette nuove azioni da L. 100 portando il capitale da lire 200.000 a L. 2.000.000.

Società Telefonica delle Puglie — Bari.

È stato deciso l'aumento del capitale da L. 200.000 a L. 500.000 mediante emissione di 3000 azioni da L. 100.

Società An. Italiana Luce e Magnet — Torino.

Ha deliberato l'aumento del capitale da L. 500.000 a L. 2.000.000.

Officine Elettriche dell'Isonzo — Trieste.

Venne stabilito di portare il capitale da L. 1.200.000 a L. 3 milioni mediante emissione di 15.000 azioni da L. 120.

COSTITUZIONI E TRASFORMAZIONI.

Società Eblea di Elettricità — Ragusa.

Si è costituita con un capitale di L. 300.000 in azioni da L. 100 per la costruzione e l'esercizio di impianti e di opifici per la produzione di energia elettrica.

Società An. Terzo Elettrica Umbra — Venezia.

L'accandita semplice «Miniére Lignite di Gualdo Cattaneo» si è trasformata in questa nuova anonima. Il capitale iniziale di lire 1.200.000 è stato aumentato a L. 12.000.000.

Società Elettrica Nazionale — Milano.

Si è costituita per lavori di impianti elettrici in genere, Centrali, e linee di distribuzione. Il capitale è di L. 100.000.

NOTE STATISTICHE ED ECONOMICHE.

Nella precedente Rassegna accennavamo all'aggravarsi progressivo della questione delle riparazioni e ci era facile prevedere le tendenze dell'azione francese. Pesa ancora sull'Europa e sul mondo l'indirizzo egoistico delle Nazioni, inacerbite dalle piaghe della guerra e dalla lunga serie di dolorose conseguenze che ne permangono. È una vera malattia degli spiriti che tormenta la nostra vecchia Europa la quale sembra abbia dimenticate e rinnegate le fondamentali ragioni della propria millenaria civiltà e le condizioni prime della convivenza dei popoli. La mentalità della guerra, anziché essere stata fugata dallo spettacolo degli infiniti dolori che essa ha causato, sembra trovi sempre nuovo alimento per ricondurre le genti d'Europa a rinnovati conflitti. L'avidità di assicurarsi altre fonti di materie prime, o nuovi sbocchi commerciali è così forte, da far non solo sorpassare quelle considerazioni di equità internazionale e di giustizia dei popoli delle quali si era fatto stendardo durante la guerra, ma da giungere ben anco a far dimenticare i sacrifici comuni sostenuti per la medesima causa e per la medesima vittoria. E oggi si può dire regola generale nelle trattative internazionali chiedere agli altri ogni sacrificio, rifiutandosi di compierne per conto proprio, nessuno. Le vicende politiche dell'ultimo mese decorso sono particolarmente istruttive riguardo alla mentalità degli uomini che oggi reggono quasi tutta l'Europa. Forse ciò dipende un poco dal fatto che, contrariamente a quanto tutti profetizzavano durante la guerra, nessun uomo nuovo è sorto nelle nazioni d'Europa, eccettuandone ora l'Italia. Si ha l'impressione che queste mentalità di prima guerra maneggino le cose d'Europa senza tener conto dell'immenso mutamento avvenuto nel patrimonio intellettuale e morale dei popoli, cosicché, pur colla buona volontà, falliscano al loro scopo per trattare una sostanza che non è più quella che essi credono.

Quella tragica farsa, a cui si dà il nome di Conferenza delle Riparazioni, e che trascina ormai da anni la sua vita stentata attraverso tutte le città d'Europa, or sotto un nome or sotto l'altro, era stata, come dicevamo la volta scorsa, sospesa per l'ennesima volta a Londra. Ricominciata a Parigi il 2 gennaio, si chiudeva di bel nuovo quattro giorni dopo constatando, come sempre, che fra i delegati alleati regnava la massima cordialità ed il più completo disaccordo! Riunitosi in quattro, i delegati avevano presentato tre memoriali. Il memoriale inglese, teneva conto naturalmente soltanto della grave situazione delle industrie inglesi e della forte disoccupazione che regna in Inghilterra; come conseguenza, domandava agli alleati di rinunciare alle riparazioni di guerra, concedendo alla Germania l'esonero completo dei pagamenti in divisa estera prolungato per parecchi anni, e la riduzione al minimo dei pagamenti in natura. Il memoriale non ricordava che l'Inghilterra si era largamente pagata in natura colle Colonie tedesche e non con quelle sole.

Il memoriale francese, agli antipodi di quello inglese, insisteva per le più gravi misure coercitive contro la Germania, allo scopo di estorcere il massimo possibile delle riparazioni, rifiutando la concessione di ogni moratoria alla Germania, che non fosse accompagnata dalla presa di possesso di pegni importanti.

L'on. Mussolini, che alla precedente Conferenza di Londra aveva avuto modo di comprendere come mancasse la sincera volontà di giungere ad un accordo, aveva rinunciato, con un atto non privo di un certo nobile disdegno per quanto politicamente velato, ad intervenire personalmente alla nuova riunione. Il Delegato italiano presentò però, a nome del proprio Governo, un progetto di sistemazione che appare dettato da una esatta comprensione dei sacrifici necessari per assicurare la pace d'Europa, ma che teneva conto insieme delle capacità finanziarie della Germania e delle necessità economiche degli alleati continentali, stremati dalla guerra.

La Conferenza di Parigi si ridusse in sostanza ad una reciproca e reiterata dichiarazione di non poter recedere dalle posizioni assunte, cosicché non vi fu più cavillo diplomatico immaginabile per impedire di constatare ciò che esisteva da tanto tempo, ossia il fondamentale disaccordo. In conseguenza di ché gli alleati ripresero la loro libertà d'azione.

Riesce difficile oggi giudicare a chi maggiormente spetti la colpa di tale rottura, ma più difficile ancora è misurare tutta l'estensione della terribile responsabilità che i delegati, specialmente francese ed inglese, si assunsero, nel prendere una decisione che può riportare l'Europa alle più fatali conseguenze. Si ebbe subito l'impressione, che si va ogni giorno rafforzando, che il progetto italiano non sia stato preso in sufficiente considerazione mentre esso avrebbe potuto costituire una ragionevole base di discussione e di accordo.

Le conseguenze del fallimento della Conferenza di Parigi non tardarono di farsi sentire. Costatata dalla Commissione delle Ripa-

razioni la inadempienza della Germania, la Francia non esitò a mandare ad effetto la sua politica dei pgni, e procedette alla graduale occupazione della regione carbonifera della Ruhr. La situazione è estremamente delicata e va facendosi ogni giorno più grave. Di fronte alla occupazione francese si inacerbisce la sorda resistenza tedesca; questa a sua volta obbliga la Francia a più rigorose misure militari, le quali altro non fanno che maggiormente inasprire gli animi delle popolazioni del luogo e di tutta la Germania, dove già suonano nuovamente le voci di rivincita e di riscossa; si continua così il circolo vizioso che nessuno può prevedere dove e come avrà fine.

Come conseguenza immediata, la Francia non riceve più nemmeno il carbone che riceveva prima; tutte le riparazioni verso la Francia sono sospese; quelle verso l'Italia in pericolo. E già in Francia si comincia a capire che l'occupazione non significa sfruttamento, e che il pegno potrà diventare produttivo solo a lunga scadenza.

L'America ha ritirato le sue truppe dal Reno, straniandosi sempre più dalle questioni europee; l'Inghilterra ha assunto un atteggiamento di neutralità impassibile; l'Italia, dopo avere ancora una volta inutilmente cercato di intervenire per scongiurare la nuova iattura, si è pure tirata da parte dichiarando il proprio dissenso dalla Francia e limitandosi ad inviare nella Ruhr una rappresentanza tecnica per affermare il proprio diritto di essere presente; così la Francia procede da sola nel vicolo cieco in cui si è cacciata e l'Europa va alla deriva mentre i suoi governanti stanno a vedere!

Gli effetti di questa interna debolezza delle nazioni Europee, e la completa perdita di prestigio che ne deriva, si sono fatti sentire anche in Oriente. La Conferenza di Losanna, come tutte le altre, si chiude al punto in cui è cominciata. Le grandi Potenze, dopo aver subito e tollerato dai turchi imposizioni e sfregi malamente velati, prima sulla costa adriatica, poi a Costantinopoli e finalmente a Losanna, si sono sentiti sostanzialmente dichiarare dei turchi che essi non hanno nessun desiderio di lasciar regolare i loro affari da chi conduce malamente i propri! Nulla è più pietoso di quello sfoggio di energia verbale di cui le Potenze hanno dato luogo a Losanna; esse non hanno ottenuto nulla per Mossul, nulla per le capitolazioni, nulla per le indennità di guerra greco-turca. E intanto si riparla apertamente di guerra; sommosse sono avvenute a Mosul, trasporti di truppe continuano dall'Asia Minore nella Tracia orientale e dalla Grecia verso la Maritza, la Bulgaria è sospetta, la Serbia si arma, la Rumania fa altrettanto, e la Russia minaccia!

Un fattore che può divenire non trascurabile agli effetti della politica europea, è anche quello del subbuglio che si verifica ormai perennemente nell'India inglese; la propaganda Gandhista vi ha fatto grandi progressi e si parla di arruolare un corpo di cinquantamila volontari. Se si accendesse, come ormai sembra possibile, una guerra turco-inglese nessuno può prevedere quanto lontano si estenderebbe l'incendio.

*

In benefico e consolante contrasto con la situazione politica estera si presenta la situazione interna della nostra nazione. Vi è un innegabile senso generale di conforto; si ha l'impressione che vi sia al timone un uomo capace e ne viene una volontà di disciplina che deriva dalla fiducia. Da quando è salito al potere il nuovo Governo, non si è più avuto nemmeno un tentativo di sciopero; la propaganda sovversiva, se non è completamente cessata nelle vie più subdole e nascoste, è però completamente eclissata e soverchiata. Si moltiplicano gli esempi di spontanee offerte allo Stato da parte di privati cittadini, di categorie di operai. Perfino le mene parlamentari sembrano cessate di fronte all'energia del nuovo Governo, essendosene probabilmente anche in Montecitorio riconosciuta l'inutilità e l'inefficacia di fronte al vastissimo consenso che l'opera del Ministero attuale raccoglie nei più vari campi; spettacolo anche questo più unico che raro in Italia, e non solo in Italia.

La lodevole attività del Governo dell'on. Mussolini continua energicamente. Possiamo anzi dire che col decorso mese di gennaio siamo entrati nella fase di più ampia e vera azione di Governo. Tre deliberazioni in modo particolare si impongono all'attenzione per la loro portata e per le notevoli ripercussioni che possono avere sulla economia nazionale: il decreto sugli affitti, quello per la costituzione della nuova milizia volontaria nazionale e quello per gli impiegati.

La questione edilizia si trascina ormai da anni di decreto in decreto, senza che si osasse affrontarla apertamente. Era evidente che la crisi delle abitazioni non si sarebbe risolta se non costruendo nuove case, ed era pure evidente che queste non si sarebbero costruite fino a tanto che non si fosse assicurato l'interesse necessario al capitale. Ogni provvedimento non poteva essere che un palliativo, la soluzione era unica: far risorgere la convenienza economica di costruire, e le costruzioni sarebbero venute spontaneamente. L'on. Mussolini ha troncato il nodo con l'energia che gli è caratteristica. L'atto fu senza dubbio arduo e poteva produrre gravi ripercussioni nel paese; ma l'applicazione del decreto avvenuta ormai quasi dovunque con una facilità che veramente sorprende, ha dimostrato che il momento scelto era opportuno. La crisi momentanea viene superata senza notevoli difficoltà. Si compie così un passo veramente decisivo verso la soluzione di un problema che impacciava seriamente la nostra Nazione e si apre l'adito a risorgere all'industria edilizia che potrà occupare fruttuosamente larghissimi capitali e contribuire notevolmente a lenire la disoccupazione.

La formazione della nuova milizia volontaria, che implica la

suppressione delle formazioni armate di tutti i partiti, non potrà non avere una ripercussione favorevolissima per la completa pacificazione interna. Già le condizioni si sono grandemente migliorate, e si può dire che quasi dovunque in Italia è ritornata quella civile convivenza che pur troppo pareva avesse esulato. La formazione della nuova milizia, se, come nutriamo fiducia che avverrà, sarà compiuta mediante una oculata selezione, avrà un duplice effetto: di eliminare gli elementi eterogenei e non desiderabili, precisando la loro personale responsabilità e per ciò stesso frenandone l'attività meno lecita; e nello stesso tempo, di favorire la riunione e l'incremento delle buone volontà e delle forze dell'ordine, limitandone e circoscrivendone, colla militare disciplina, l'azione. Si può obiettare e temere certamente da questa formazione extra-militare alle dipendenze di un Governo che rappresenta ancora troppo un partito, ma è certo che, dato lo stato di fatto dell'esistenza e del moltiplicarsi delle formazioni armate, il decreto presenta una soluzione opportuna, se non l'unica praticamente possibile.

Più direttamente connesso al risanamento della situazione economica del Paese è l'insieme dei provvedimenti per la diminuzione del personale dipendente dallo Stato. La questione della burocrazia è stata ormai tante volte trattata e la necessità di provvedere così ampiamente riconosciuta, che veramente fa meraviglia che nessuno dei passati Governi abbia sentito abbastanza imperioso il dovere di provvedere seriamente. Dopo la guerra le Amministrazioni dello Stato avevano subito una inflazione inverosimile; le otto ore, applicate con meccanicismo cieco e senza criterio alcuno di distinzione, avevano costretto a moltiplicare fuori misura il personale necessario alle più elementari funzioni, e questo aumento di personale che si collegava all'aumento continuo delle mercedi e dei compensi accessori, gravava enormemente sui bilanci. Si è altra volta accennato su queste colonne a quanto è successo ad esempio nelle ferrovie: basti rammentare che il personale è passato da 154985 agenti nel 1914 a ben 226000 nel 1922 dopo esser giunto nell'agosto 1921 a 241.000! E tutti sanno come il lavoro al quale l'Amministrazione ferroviaria deve provvedere sia oggi notevolmente inferiore a quello di ante guerra. Colle nuove disposizioni si ritiene che il numero degli agenti possa essere ridotto entro l'anno a 190.000, con una economia netta di 300 milioni almeno all'anno. Si spera che questa economia, congiunta agli altri importanti provvedimenti in corso circa le ferrovie, possa fare quasi scomparire il deficit dell'azienda ferroviaria che nel passato esercizio ha oltrepassato il miliardo. Se la stessa energia sarà applicata nel campo delle altre Amministrazioni di Stato, non è chi non veda quali benefici effetti ne debbano venire all'economia nazionale.

Meno completa, ma pur sempre benefica, è stata l'azione del Governo nei riguardi della politica delle costruzioni navali mercantili. Fra la preoccupazione di troppo aggravare la già precaria situazione dei cantieri nazionali e l'altra non meno giusta di non caricare il bilancio dello Stato di pesi eccessivi, si è adottato un insieme di provvedimenti che vanno dai sussidi di costruzione e di riparazione alla parziale esenzione della dogana d'entrata per le materie prime. In complesso lo Stato spende circa 170 milioni di meno, in confronto ai progetti studiati dai precedenti Ministeri.

Proseguendo nell'intento di liberare lo Stato dalle funzioni industriali che gli si erano andate addossando e che non gli sono proprie, è stata decisa anche la riforma dell'Istituto nazionale delle Assicurazioni di cui si è sciolto il Consiglio di amministrazione nominando in sua vece un Commissario.

E' stato pubblicato il decreto, di cui davamo notizia nella precedente Rassegna, circa l'applicazione dell'imposta di ricchezza mobile al reddito agrario ricavato dal proprietario che coltiva il proprio fondo.

La deliberazione presa di dare vigoroso impulso e largo sviluppo all'aeronautica militare, giunge in buon punto per risollevare una industria che era giunta a un notevole grado di perfezione durante la guerra, e che dopo di essa aveva dovuto quasi completamente cessare in causa della diffidenza dell'opinione pubblica e dell'incuria governativa. Le poche officine che avevano resistito alla crisi avevano trovato alimento in una esportazione che, diretta ai più svariati paesi, è un riconoscimento prezioso di merito sicuro, ma è insieme monito e rimprovero per la sconoscenza interna. Questa nostra industria potrà ora trovare nell'aeronautica militare quell'alimento che le permetterà di meglio affermarsi, e, vincendo l'ostilità delle masse, a più ampio diffusione.

Un insolito tono di confortevole, dignitosa, coscienza suona nella decisione del Consiglio dei Ministri di addivenire alla proibizione e soppressione effettiva del gioco d'azzardo. Essa dimostra una comprensione dei valori morali della vita civile alla quale purtroppo, non eravamo da tempo abituati.

*

Nel campo delle Relazioni politiche internazionali abbiamo più sopra accennato quale sia stata l'azione dell'Italia nei riguardi della questione delle riparazioni. Per ora la Germania, che ha completamente sospeso l'invio delle riparazioni alla Francia e al Belgio, continua ad inviare regolarmente il carbone all'Italia. La media giornaliera dei carri di carbone ricevuti in conto riparazioni, che fu di 81 nel novembre e di 95 nel dicembre, si mantenne a 82 nel gennaio. E' importante per noi che tale fornitura possa continuare regolarmente perchè, avendo l'occupazione francese della Ruhr avuto il precipuo effetto di far sospendere quasi totalmente lo sfruttamento di

quell'importantissimo bacino carbonifero, è presumibile un prossimo aumento nel prezzo dei carboni.

Lo Stato jugoslavo ha inviato a Roma una Delegazione per risolvere le ultime difficoltà ed incertezze insorte circa la Convenzione di Santa Margherita, in modo che si possa addivenire con sollecitudine alla definitiva ratifica della Convenzione stessa. A Belgrado si considera l'invio di tale Delegazione come una riprova della sincera volontà di stringere coll'Italia buoni e cordiali rapporti.

E' stata risolta con soddisfazione dell'Italia la questione della ripartizione del Debito pubblico austro-ungarico di ante guerra fra gli Stati successori. Il debito va ripartito in modo che l'Italia ne deve sostenere soltanto il 4,87 per cento. Nei riguardi della Repubblica austriaca si deve anche notare l'approvazione, da parte del Consiglio dei Ministri di Vienna, della Convenzione di Venezia relativa alle ferrovie meridionali.

E' stato firmato il trattato di commercio fra l'Italia e il Canada.

Anche le trattative per il trattato di Commercio colla Svizzera, sono state portate a compimento. Per quanto il trattato non sia noto nei suoi particolari, si assicura che esso garantisce eque condizioni ai nostri prodotti agricoli sul mercato svizzero, che è per noi di notevole importanza; esso conserva al commercio di esportazione italiano le posizioni acquistate senza eccessivamente esporre la produzione nazionale.

*

Le gravi complicazioni internazionali e le oscure minacce del futuro hanno avuto la loro immane ripercussione sul mercato dei cambi. La sfiducia generale che accompagna l'azione francese nella Ruhr è stata duramente scontata dal franco il quale perde nel mese oltre 15 punti sulle Borse italiane. Il marco ha subito un tracollo spaventoso. Si pensi che il dollaro, il quale valeva al 1 gennaio 1922 circa 200 marchi, e che ne valeva 8400 al 1 gennaio 1923, è arrivato a 25.000 marchi alla fine di gennaio.

L'azione francese ha senza dubbio contribuito potentemente al ribasso del marco, ma non può esserne interpretata come l'unica causa. Il crollo della valuta tedesca è il risultato della politica finanziaria del Governo il quale ha permesso alla grande industria di arricchirsi mentre rovinava la finanza dello Stato, responsabile di fronte ai creditori esteri. Le entrate del bilancio tedesco erano prima della guerra di 2 miliardi e sono oggi di 200, ma nello stesso periodo di tempo le uscite sono passate da 3 a 600 miliardi!

Possiamo registrare con soddisfazione la fermezza dimostrata dalla nostra lira di fronte alle più importanti divise estere. Vi è stato un leggero aggravamento generale, ma esso può considerarsi inevitabile data la situazione politica, e non ha raggiunto proporzioni allarmanti. Tale inasprimento è certamente in gran parte dovuto anche alla incetta di valuta buona da parte tedesca, in seguito al panico finanziario destato dalla mossa francese.

Nel complesso le Borse hanno mantenuto un atteggiamento ottimista che dimostra una ferma fiducia nell'avvenire industriale ed economico della nostra Patria.

I fondi Stato, Rendita e Consolidato, dopo qualche segno di pesantezza accennano a riprendere chiudendo quasi alle stesse quotazioni dei primi giorni dell'anno. I titoli bancari seguono presso a poco lo stesso andamento. Fiacchi e poco trattati in generale i titoli dei trasporti; più attivo ma poco variato il mercato metallurgico, mentre i titoli tessili si avvantaggiano su tutta la linea.

Nel campo dei titoli elettrici il mercato è stato particolarmente brillante; si nota un miglioramento quasi generale, del quale avvantaggiano in modo particolare le Edison e l'Adamello.

Motivo di fiducia e di conforto è anche il graduale ma continuo miglioramento nella nostra bilancia commerciale. Si sanno ora i dati dal 1 gennaio al 31 agosto 1922. Nei primi otto mesi del 1921 si ebbero 12.204 milioni d'importazioni contro 5361 milioni di esportazioni; nello stesso periodo del 1922, le importazioni scesero a 9928 milioni, con una diminuzione quindi di 2276 milioni, mentre le esportazioni salivano a 5602 con un aumento di 221 milioni. In conseguenza lo sbilancio commerciale che nei primi 8 mesi del 1921 era stato di 6842 milioni si è ridotto nel 1922 a 4325 milioni con un miglioramento complessivo di 2517 milioni.

Facciamo seguire lo specchietto delle variazioni dei titoli elettrici nel mese di gennaio.

Ing. RENATO SAN NICOLÒ

Variazioni dei Titoli Elettrici nel gennaio 1923.

	I decade	II decade	III decade
Edison	481	482	493
Conti	293	291	295
Vizzola	858	850	860
Bresciana	85	81	83
Adamello	230	236	240
Unione Es. Elett.	75	76	75
Elett. Alta Italia	296	295	298
Idr. Piem. S.I.P.	141	139	138
Off. El. Genovesi	312	307	322
Adriatica	125	126	126
Negri	118	116	117
Ligure Toscana	239	237	238

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

L. LOMBARDI. — *Principi scientifici di elettrotecnica* (2^a Edizione). — (R. Pironti, Napoli, via Università, 19 — 1922. — Un volume di pag. 496, con 143 figure. Formato esterno cm 25×17; interno cm 18×11. Caratteri corpo 8. - L. 60).

Avemmo già occasione, allorché ne fu pubblicata la prima edizione, di lodare largamente questa opera, altra testimonianza della meravigliosa attività del suo Autore, al quale la faticosa presidenza di vari importantissimi Consessi tecnici non ha mai impedito né di continuare i suoi studi — i lettori ricorderanno che appunto al prof. Lombardi fu conferita l'anno scorso la medaglia Jona, — né di curare le pubblicazioni di carattere prevalentemente didattico. Ora, poiché la nuova edizione non differisce sostanzialmente dalla antica, il farne nuovamente una recensione particolareggiata significherebbe ripetere gran parte di ciò che già ebbero a dire (*). Dobbiamo però rilevare che il libro, più specialmente diretto agli allievi ingegneri, riuscirà certo prezioso per i cultori di discipline affini e per i tecnici che sentono il bisogno di chiarire qualche punto difficile o delicato di quei concetti fondamentali che sono loro già noti nelle linee generali. Del resto, l'A. non ha mancato di dare notizia dei risultati più importanti di studi recenti, anche suoi, intorno ai vari argomenti trattati, e specialmente, intorno alle correnti alternate; ad esempio, due nuovi paragrafi sono dedicati alla teoria della non uniforme distribuzione dei flussi di induzione ed al calcolo della impedenza e della riluttanza delle aste di materiale magnetico.

Il libro termina con una esposizione succinta e suggestiva delle mirabili intuizioni di Maxwell sopra la propagazione delle perturbazioni elettromagnetiche e delle ricerche innumerevoli, sia di carattere applicato che di carattere strettamente scientifico, alle quali esse hanno dato luogo, con conseguenze così rivoluzionarie per la nostra conoscenza dei fenomeni fisici e per la tecnica delle comunicazioni a distanza.

Con questo libro, insomma, che continuerà certo ad avere larga fortuna, il chiaro Autore «adempie — ripetiamo volentieri — non «solo alla sua missione di insegnante, ma altresì all'ufficio nobilissimo di ridestare e vivificare l'amore per lo studio dei fenomeni «naturali».

*

Ing. MICHELE LO PRESTI. — *Le turbine idrauliche*. — Trattato teorico-pratico. - Ed. Libreria Editrice Politecnica, 1922. - Un volume di 530 pagine, formato 18×25 cm., con 465 fig. nel testo e 40 tavole fuori testo. - Prezzo L. 80.

Si tratta di un'opera essenzialmente moderna, poiché, salvo brevi cenni storico-descrittivi l'A. ha tralasciato di parlare dei tipi di turbina ormai sorpassati da lungo tempo, e si è limitato a sviluppare ampiamente la teoria, il calcolo e la costruzione delle sole ruote che l'esperienza ha consacrato all'uso. (Francis e derivate e Pelton).

Il primo capitolo richiama le cognizioni fondamentali di idrostatica e di idrodinamica necessarie ad un completo svolgimento della teoria generale delle motrici idrauliche, e si chiude con una rassegna storico-descrittiva dei vari tipi finora adoperati, soffermandosi ampiamente sulle ruote più sopra nominate.

Il secondo capitolo raccoglie la teoria generale, svolgendo come è naturale separatamente quella delle ruote a reazione da quella delle ruote ad azione. Ciascuna parte si chiude con un richiamo dei criteri e delle formule atte al calcolo di massima; i relativi coefficienti sono poi assai opportunamente riuniti in tavole sintetiche.

Il disegno delle pale e le verifiche relative sono ampiamente svolte nel capitolo IV° mentre la costruzione ed i calcoli relativi delle singole parti delle motrici sono diffusamente contemplati nel capitolo VI° per le Francis e derivate e nel successivo (VII° cap.) per le ruote Pelton.

Il capitolo III° sviluppa lo studio dell'importantissimo argomento della parzializzazione delle turbine specialmente nei riguardi degli organi parzializzanti e delle forme che acquistano le curve caratteristiche; tale studio è poi continuato nei capitoli VIII° e IX°. Il primo d'essi raccoglie la teoria generale della regolazione della velocità di regime, l'altro la teoria, il calcolo e la costruzione dei servomotori.

Un capitolo a sé (il V°) è dedicato allo studio dei colpi d'ariete nelle installazioni di turbine, e in esso vengono contemplati i vari apparecchi escogitati (scarichi sincroni e loro comandi) per eliminare i pericoli che presentano le soprapressioni da essi provocati.

Il X° capitolo, a titolo d'appendice, e con il quale si chiude il libro, contempla i principali criteri d'installazione delle turbine.

Annessa all'opera vi è poi un'ampia raccolta di nitide tavole illustranti turbine ed installazioni eseguite.

Il pregio dell'opera è singolarmente accresciuto dalle illustrazioni per le quali vogliamo rivolgere uno speciale elogio all'Autore.

E' infatti noto come, in generale, i nostri scrittori di cose scientifico-tecniche, per molteplici ragioni che non è qui il caso di analizzare, non curano mai come è necessario il materiale illustrativo, e ciò principalmente perché non attribuiscono ad esso la grande im-

portanza che invece ha. Cosicché spesso libri magistralmente svolti nei riguardi dello scritto, riflettono nelle figure una trascuratezza incomprensibile il che costituisce invero un grave difetto. Infatti come una figura e uno schema ben eseguiti sostituiscono spesso con vantaggio interi e talora oscuri periodi, rendendo così più conciso lo scritto e più rapida ed efficace la sua comprensione, così illustrazioni non perfettamente e completamente intelligibili, o peggio non formanti un tutto armonico col testo, perdono ogni efficacia e stancano presto il lettore.

E se così è oggi in cui il fare un *cliché* non trova più gli ostacoli dei tempi andati, perchè non abbondare con illustrazioni?

E se le figure sostituiscono periodi e qualche volta pagine intere, perchè non dedicare ad esse almeno la stessa considerazione che si dedica allo scritto?

L'Ing. Lo Presti si è perfettamente reso conto della cosa ed infatti ha corredato il suo libro di numerose e veramente belle figure tutte originali: figure illustranti dettagli costruttivi, schemi per lo svolgimento delle teorie e dei calcoli, e schemi a scopo descrittivo, purtroppo spesso trascurati specialmente se di difficile elaborazione.

Come abbiamo visto, l'opera contempla tutti gli organi di una moderna motrice idraulica e ne addita le norme di calcolo e i dettami costruttivi che la teoria e l'esperienza hanno via via accumulato.

Però la serie degli argomenti svolti risulterebbe forse più completa se comprendesse qualche notizia sui metodi per lo studio sperimentale delle turbine e raccogliesse qualche norma per il collaudo degli impianti.

Questa lacuna è tuttavia senz'altro scusabile poichè negli intenti dell'Autore il libro è essenzialmente destinato agli studenti d'ingegneria.

Ed è per lo stesso motivo che il libro evita gli argomenti polemici e contiene solo quanto di più sicuro l'esperienza ha assodato.

Così, ad esempio, seguendo questo principio l'Ing. Lo Presti ha lasciato da parte le discusse teorie moderne ed ha sviluppato solo quella classica, che quantunque giudicata da taluni insufficiente a dare una esatta figurazione del complesso funzionamento idraulico delle turbine, ha pur sempre il grande merito di aver condotto ad un alto grado di perfezione la costruzione di quasi tutte le macchine idrauliche, ed è sempre la base da cui sono derivati i metodi di calcolo tuttora usati.

Analogamente l'importante argomento delle turbine con altissime velocità caratteristiche è appena sfiorato poichè i numerosi ed importanti studi attuali non sono ancora completamente usciti dalla fase sperimentale.

Ciò malgrado siamo certi che il libro già così com'è sarà altamente apprezzato oltre che dagli studenti anche dagli studiosi in generale e in special modo da quelli che pur occupandosi dell'argomento non ne fanno professione quotidiana. *e. b.*



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BOLOGNA

Il 14 gennaio molti soci si sono recati in visita alla sottostazione di trasformazione della S.A.D.E., ricevuti dal Capocabina, signor Grassi. A questa sottostazione convergono le linee a 70 kV dell'Adamezzo e a 50 kV della Bolognese che collegano le linee dell'Adriatica a Ferrara colle centrali di Bologna e del Brasimone.

Nella settimana seguente, divisi in diversi gruppi, i soci della Sezione hanno visitato la Centrale telefonica; il Comm. Venegone, Direttore dei servizi elettrici, ricevette i numerosi visitatori e fu largo di spiegazioni con tutti. Interessarono particolarmente gli apparecchi amplificatori a tubi elettronici per le trasmissioni telefoniche Roma-Trieste.

Il 24 gennaio il signor Carlo Boggia di Milano parlò ai soci della Sezione e ai colleghi della Sezione Ingegneri della sua invenzione intesa ad utilizzare l'energia solare a bassa temperatura, e sulla quale il 13 novembre u. s. il prof. Dornig ebbe ad intrattenere i colleghi della Sezione di Milano (1).

Alla fine della comunicazione si inizia, su invito del conferenziere, una discussione.

L'Ingegnere Righi — Presidente — dice di aver ascoltato con l'interesse che merita il discorso dell'oratore sulla sua invenzione. Certamente che dinanzi ad un progetto così grandioso e che si dettaglia in tanti particolari costruttivi ed economici si rimane perplesso e le obiezioni si affollano alla mente. Chiede piuttosto al sig. Boggia se gli sia nota una analoga proposta, che egli ricorda presentata una decina d'anni or sono dall'americano Campbell, e che non ebbe alcuna pratica attuazione, probabilmente in causa di difficoltà costruttive e di meno rosee previsioni sull'esercizio.

Boggia ritiene sino a prova contraria che nessuno mai abbia presentato una proposta uguale alla sua, e chiede notizie più dettagliate sul progetto di questo americano.

Righi non ha presenti i particolari del progetto Campbell; può tuttavia assicurare che questi proponeva di utilizzare la differenza di temperatura esistente fra gli strati superficiali e gli strati profondi dei mari tropicali, per mezzo di una macchina funzionante secondo il ciclo di Carnot. Il Campbell, che indicava l'anidride carbonica come fluido intermedio, proponeva di costruire una centrale di potenza assai minore di quella che è oggetto dei progetti Boggia-Dornig. Esprime in ogni modo il parere che, piuttosto di avventurarsi senz'altro in progetti di centrali per centomila kW e preoccuparsi del collocamento di quantità enormi di energia che verrebbe prodotta a bassissimo costo, sia consigliabile cercar di realizzare un impianto modesto, possibilmente non galleggiante in mezzo all'Oceano. Essendo presente l'ing. Romagnoli, che, si può dire, ha preso posizione all'estremo posto nella scala delle potenze realizzabili col l'impiego dell'energia solare, lo invita ad esprimere il proprio parere in merito.

Romagnoli dice che effettivamente la sua eliopompa (2) non produce che un ettowatt di potenza, e che quindi è un pignone di fronte al progetto Boggia-Dornig. Riassumendo l'impressione propria e quella, crede, degli altri ascoltatori, dice che, qualunque possa essere l'attuazione che le idee del Boggia potranno avere in pratica, si deve esser grati all'egregio inventore di aver agitata una questione certamente degnissima di essere presa in seria considerazione, perchè è innegabile che una massa enorme di energia è continuamente messa a nostra gratuita disposizione; e questa energia, sia pure con bassissimi rendimenti, può essere praticamente sfruttata.

A questo augurio si associano i numerosi ascoltatori applaudendo.

*

SEZIONE DI NAPOLI

Verbale dell'Assemblea del 13 dicembre 1922.

Ordine del Giorno:

- 1) Ammissione nuovi soci;
- 2) Bilancio consuntivo 1921;
- 3) Dimissioni della Presidenza e del Consiglio direttivo;
- 4) Elezione della Presidenza, del Consiglio direttivo e di tre Consiglieri delegati.

Presiede il sig. Prof. Ing. Melazzo di S. Giorgio.

Melazzo comunica l'ammissione di nove nuovi soci e informa che durante il biennio 1921-1922 si è avuto nei soci il seguente movimento:

Nuovi ammessi	51
Dimissionari	10
Passati ad altre Sezioni	6
Defunti	4

Melazzo dà la parola al Cassiere ing. Saggese che espone i dati del consuntivo 1921 nonché quelli approssimativi del 1922, la cui chiusura definitiva propone sia rimandata ad un'altra prossima assemblea.

Dopo quanto riferito dai revisori Ingg. Carlevaro e Amara l'assemblea approva ad unanimità.

Melazzo riferisce che per le sue occupazioni personali è stato costretto a rassegnare le dimissioni, nelle quali ha dovuto insistere malgrado le sollecitazioni dei soci. Aggiunge che il Consiglio direttivo ha deliberato di dimettersi con lui allo scopo di dare al nuovo Presidente la possibilità di essere coadiuvato dallo stesso Consiglio durante tutto il tempo del suo ufficio.

Dopo che l'assemblea ha votato un ringraziamento al Presidente e ai membri del Consiglio direttivo per quanto hanno fatto per la Sezione, si passa alle elezioni, in seguito alle quali a termini dell'articolo 13 del Regolamento interno della Sezione il nuovo Consiglio direttivo per il triennio 1923-1925 rimane così costituito.

Selmo Ing. Luigi	Presidente
Catalano Ing. Giorgio	Vice Presidente
Amara Ing. Vincenzo	Segretario
Saggese Ing. Achille	Cassiere
Calvanese Ing. Felice	Consigliere
Gabellone Ing. Giuseppe	"
Gambardella Ing. Prof. Guido	"
Immirzi Ing. Ettore	"
Maffezzoli Ing. Prof. Alfonso	"
Melazzo Di S. Giorgio Ing. Prof. Giovanni	"

Si procede infine alla nomina di tre Consiglieri delegati alla Sede Centrale e risultano nominati i signori:

Cangia Comm. Ing. Giuseppe Domenico,	Consigliere delegato
Eller Vainicher Ing. Luigi	"
Perrelli Ing. P. V.	"

(1) v. *Elettrotecnica* del 25 novembre 1922.

(2) v. *Elettrotecnica* del 5 gennaio 1923.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

E GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Il riscaldamento e la «specificazione» delle macchine elettriche.

Ad una riunione promossa dalla Associazione Elettrotecnica Nord Americana e tenuta lo scorso giugno a Niagara hanno contribuito con due memorie due nostri colleghi: gli Ingegneri Guido SEMENZA ed E. Vannotti. Diamo oggi il testo della relazione redatta dal primo, riservandoci di farla seguire nel prossimo numero da quella dell'Ing. Vannotti.

Tutta la riunione fu dedicata allo studio dei problemi relativi al riscaldamento ed alla conservazione degli isolanti nel macchinario elettrico. L'Ing. Semenza si è proposto di porre bene in chiaro, nel modo più elementare possibile, i termini del problema del riscaldamento e della conseguente definizione di «potenza» di una macchina elettrica. La lettura della lucida nota riconferma l'opinione, che va sempre più acquistando favore fra i tecnici illuminati, secondo la quale v'è un solo modo di definire razionalmente la potenza e quindi il valore commerciale di una macchina elettrica: considerare un solo valore della potenza — la potenza normale — senza ammettere alcun sovraccarico. Purtroppo, invece, la questione fu riposta in discussione, come narrammo, nell'ultima riunione della Commissione Elettrotecnica a Ginevra, dove dopo alcuni giorni di vivace dibattito si giunse *pro bono pacis* ad un compromesso destinato, come tutti i compromessi, ad imbrogliare le cose e che ci auguriamo, nelle future riunioni possa venire eliminato.

In fondo si tratta, infatti, di una questione assai più psicologica che tecnica. Il pubblico, il cliente più o meno profano (dicono gli inglesi che sono i più tenaci sostenitori della specificazione con sovraccarico) ha l'impressione che gli si dia qualche cosa di meno o, peggio, che gli si tolga qualche cosa, vendendogli una macchina che non ammette, teoricamente, nessun sovraccarico oltre la sua potenza normale.

Ora si tratta appunto di distruggere tale spiegabile impressione, insegnando al cliente che una macchina di potenza definita secondo la «specificazione» unica delle norme internazionali è veramente qualche cosa di ben precisato e di facilmente controllabile a cui deve corrispondere necessariamente un minimo di materiale e quindi un minimo di valore intrinseco. Che non è detto che in determinate condizioni e con le volute cautele, una tale macchina non possa sovraccaricarsi. Che, per contro, una macchina con specificazione doppia (potenza normale e sovraccarico) non sempre vale intrinsecamente di più dell'altra; sempre sfugge ad ogni sicuro controllo e si presta infine ad ogni forma di concorrenza sleale da parte dei fornitori. Quando la maggioranza del pubblico si fosse di ciò persuasa, la specificazione unica delle norme si imporrebbe senza difficoltà, con piena soddisfazione degli interessi generali. E' dunque necessario fare opera di assidua propaganda in tale senso, e i numerosi ingegneri consulenti che si contano nelle nostre file dovrebbero essere i propulsori del movimento.

Ed è utile e necessario che agli scritti sulla questione, di carattere volutamente volgarizzatore, come l'odierno dell'Ing. Semenza, sia data la massima divulgazione.

Taratura di cimometri radiotelegrafici.

In una interessante noticina, che pubblichiamo in questo numero, il collega Comandante PESSON descrive alcune misure che permettono di eseguire una taratura speditiva dei cimometri o misuratori di lunghezze d'onda usati nella radiotelegrafia. Il fenomeno fisico che si utilizza è quello delle onde elettriche stazionarie sui fili, nella forma classica delle esperienze di Lecher. Il Comandante Pession dimostra, con l'esempio di misure effettivamente eseguite, che, quando si tratti di onde non troppo lunghe e si disponga ad ogni modo di una striscia di terreno pianeggiante abbastanza estesa, è perfettamente possibile eseguire, con mezzi modestissimi ed in

poco tempo, una taratura di accuratezza più che sufficiente ai bisogni ordinari della pratica. E ciò senza troppo preoccuparsi delle differenze fra la velocità delle onde lungo i fili e quella nell'aria; a proposito delle quali differenze vengono riportate, in forma assai comoda, formule generali e tabelle numeriche, non sempre facilmente accessibili.

L'elettificazione agricola.

Diamo oggi un riassunto della relazione presentata sull'argomento dall'Ing. D. CIVITA nella riunione di Milano. Non si possono che approvare le argomentazioni e le conclusioni dell'elegante relatore; e si può anche sperare che se veramente, come il Civita profetizza, non è lontano il giorno in cui vi sarà di nuovo sovrabbondanza di energia elettrica, i nostri benemeriti esercenti possano prendere l'iniziativa dell'auspicata opera di propaganda e di istruzione ed affrettare così quella trasformazione e quella rinascita della nostra agricoltura a cui sono indissolubilmente legate le fortune economiche del nostro paese.

LA REDAZIONE.

LE RELAZIONI CHE INTERCORRONO FRA I SOVRACCARICHI E LA TEMPERATURA INTERNA DELLE MACCHINE

Ing. GUIDO SEMENZA

:: :: Memoria presentata alla Riunione di Niagara Falls :: ::
dell'American Institute of Electrical Engineers nel giugno 1922

1. — Il sovraccarico è generalmente considerato da chi usa macchine elettriche come una comodità: pochissimi considerano invece il significato che ha veramente la specificazione di una macchina contenente una facoltà di sovraccarico (doppia specificazione) dal punto di vista della comparabilità di diverse offerte di macchine e degli effetti che tale facoltà di sovraccarico può avere sulla durata degli isolamenti delle macchine stesse. Scopo di questa memoria è di illustrare in modo affatto elementare il processo di riscaldamento che si svolge nelle macchine elettriche e di cercare quale sia la differenza fondamentale, sotto questo punto di vista, fra la specificazione semplice (senza sovraccarico) e la specificazione doppia (con sovraccarico).

Mi riferirò soltanto al servizio continuativo e colla parola *macchina* intenderò generatori, motori, convertitori, e trasformatori, raffreddati per ventilazione naturale.

2. — Se noi vogliamo raffigurare con un modello una macchina elettrica, allo scopo di seguirne il comportamento termico, possiamo

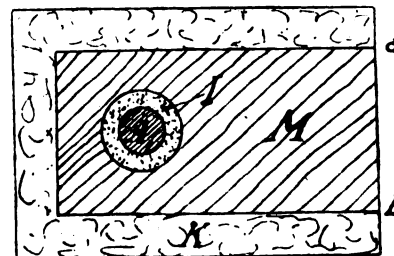


Fig. 1.

immaginarlo come è disegnato nella fig. 1. *M* è una massa di ferro isolata termicamente da un rivestimento *K*, che lascia aperta in contatto con l'aria solamente la superficie *ab* che chiameremo super-

fie disperdente. A è il conduttore, I l'isolamento. Trascureremo il calore che si produce nel ferro, giacchè questo non ha importanza agli effetti di quanto vogliamo dimostrare. Nel conduttore A si produce per unità di tempo una certa quantità di calore C che è trasmessa attraverso l'isolamento e la massa M alla superficie disperdente dalla quale passa per convezione e per irradiazione nell'aria di raffreddamento. Se noi supponiamo che la temperatura t_0 dell'aria sia costante, dopo un certo tempo avremo raggiunto una condizione di regime per effetto della quale la quantità di calore prodotta in A in un secondo è uguale a quella trasmessa all'aria nello stesso tempo e quindi ciascun punto della macchina manterrà una temperatura costante. Se in queste condizioni misuriamo queste temperature potremo rappresentarle con un diagramma, il quale più o meno avrà

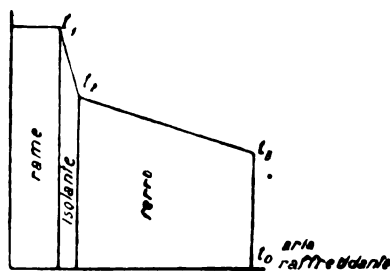


Fig. 2.

l'andamento di quello mostrato nella figura 2. La temperatura t_1 del conduttore o del generatore di calore, cade attraverso lo spessore isolante a t_2 , la caduta essendo regolata da una legge simile a quella di Ohm: infatti la caduta di temperatura è direttamente proporzionale alla quantità di calore che passa e inversamente proporzionale alla conduttività del mezzo. Una seconda caduta di temperatura si ha nella massa M fino a raggiungere la temperatura t_3 della superficie disperdente e una terza caduta si verifica infine fra la superficie della massa e l'aria ambiente, e precisamente $t_3 - t_0$. Siccome noi possiamo misurare esattamente t_1 e la corrente nel conduttore A , possiamo, nelle condizioni di regime, conoscere perfettamente quello che avviene nella macchina. Se assumiamo t_0 come massimo a cui potrà giungere la temperatura ambiente, noi potremo in qualunque momento della vita della macchina essere sicuri che la temperatura del rame, e quindi quella dell'isolatore col quale è in contatto, non supererà mai la temperatura t_1 , purchè la corrente nel conduttore non superi l'intensità normale A .

3. — Consideriamo ora due macchine di diverse caratteristiche, per esempio una che abbia uno spessore di isolante molto grande (macchine ad alta tensione) e una che lo abbia molto sottile (macchina a bassa tensione) nelle quali però la quantità di calore prodotta sia eguale: nella prima la caduta di temperatura $t_1 - t_2$ sarà maggiore che nella seconda, per cui per poter sottrarre la medesima quantità di calore dovrà la temperatura t_3 della superficie disperdente essere inferiore per la prima che per la seconda e quindi la superficie $a b$ maggiore.

Lo stesso dovrà dirsi per qualunque ragione che varia la caduta termica della macchina; però è chiaro che macchine di diversa tensione, velocità, costruzione e potenza possono essere così disegnate e le loro superfici disperdenti così dimensionate che in funzionamento a regime e a temperatura ambiente eguale, o in altre parole quando lavorano nelle condizioni normali specificate, la temperatura del conduttore e quindi dell'isolamento non superi mai uno stesso valore limite prestabilito.

4. — Ritornando al nostro modello (fig. 1) supponiamo ora che si sia raggiunto lo stato di regime e si aumenti di una certa percentuale la corrente del conduttore così che la produzione di calore per unità di tempo sia aumentata da C_1 a C_2 . Nel primo istante dopo questo aumento, il flusso di calore è ancora determinato dalle condizioni preesistenti così che la quantità C_1 di calore è trasmessa attraverso l'isolante sotto una differenza di temperatura $t_1 - t_2$. In queste condizioni, per la legge della trasmissione del calore, non più di C_1 può lasciare il conduttore: il calore eccedente $C_2 - C_1$ viene accumulato nel conduttore stesso aumentando la sua temperatura da t_1 a t'_1 . Questo determina un aumento di flusso di calore attraverso l'isolante. Se ora supponiamo che l'isolante sia formato da una sovrapposizione di strati sottilissimi, ciascuno di questi ricevendo maggior calore ne accumula una parte, per aumentare la propria temperatura, prima che possa trasmettere una maggior quantità di calore allo strato successivo e così via.

Considerando così l'intero percorso che il calore deve fare attraverso l'isolante e il ferro, possiamo concludere che nel periodo variabile, che succede a un aumento della quantità di calore pro-

dotta, ciascun elemento in un primo periodo accumula e in seguito trasmette all'elemento successivo, e tale processo continua fino a che si sia raggiunta una nuova condizione di regime, nella quale in ciascuna unità di tempo un'eguale quantità di calore è prodotta e diffusa nell'aria.

In queste nuove condizioni potremo tracciare un secondo diagramma (fig. 3). Quello che è ora interessante è di sapere quale sia il nuovo valore di t_1 (temperatura del conduttore) e il tempo che tutto il sistema richiede per raggiungere il nuovo stato di regime: e infatti è necessaria la conoscenza di ambedue questi dati perchè quando un certo sovraccarico è permesso nella specificazione della macchina, per un periodo limitato di tempo, è importante non soltanto di conoscere la massima temperatura raggiunta dagli isolanti, ma anche se durante il periodo di sovraccarico tale nuova temperatura sia raggiunta o meno e per qual porzione del periodo essa duri.

5. — Molte ragioni possono influenzare il comportamento della macchina nel periodo variabile. Anzitutto lo spessore e la natura dell'isolante, o in altre parole la conduttività termica dell'intero strato isolante, giacchè essa agirà sulla caduta di temperatura e sulla durata del periodo variabile. Viene poi la costruzione degli avvolgimenti. Dal punto di vista della trasmissione di calore una sbarra unica è qualche cosa di molto differente da una bobina di filo sottile con isolamento spesso, così pure bobine interamente impregnate sono, sotto questo rispetto, differenti dalle bobine semplicemente verniciate di gomma lacca o altre materie.

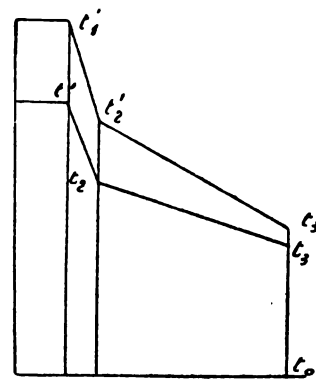


Fig. 3.

La grandezza della massa di ferro e la sua costruzione lamellare rispetto alla direzione della propagazione del calore hanno anche molta importanza e qui specialmente ci incontriamo con differenze negli effetti accumulanti e nella differenza di temperatura necessaria per spingere il calore attraverso la massa stessa.

Quando poi il calore arriva alla superficie disperdente, la temperatura della superficie ha influenza sulla quantità di calore diffuso per convezione e per radiazione. Sappiamo che il coefficiente di dispersione non è costante ma aumenta colla temperatura assoluta e colla differenza di temperatura fra la superficie e l'aria: questo fatto che è da un certo punto di vista compensativo è diverso per macchine diverse.

In altre parole macchine di tensione, potenza, velocità e costruzione differenti, che funzionando nelle loro condizioni normali di carico, raggiungono lo stesso aumento di temperatura nel rame, quando sono sovraccaricate per uno stesso tempo e colla stessa percentuale di sovraccarico, raggiungono necessariamente temperature diverse, giacchè tutti gli elementi per i quali differiscono (spessore di isolamento, numero di giri, potenza, capacità termica, superficie disperdente) hanno differenti effetti sull'aumento di temperatura. Non si deve dimenticare che in alcune macchine la fine del periodo di sovraccarico troverà le condizioni nuove di regime già stabilite, in altre, specialmente nelle macchine molto pesanti, questo stato non sarà ancora toccato, per cui possiamo riassumere dicendo che macchine perfettamente comparabili dal punto di vista termico alla loro potenza normale, per servizio continuativo, non sono più comparabili quando a esse si imponga un sovraccarico eguale in percentuale e in durata.

6. — Tutte le forme di specificazione con sovraccarichi (doppia specificazione) che sono in uso o sono state proposte negli ultimi tempi, sono destinate ad applicare una regola unica a una larga estensione di macchine, e contengono soltanto alcune divisioni grossolane in due o poche classi dipendenti dalla potenza. Se escludiamo le regole germaniche (nelle quali non è questione di un sovraccarico termico) nessuna menzione è fatta in alcuna delle altre regole della temperatura finale che si raggiunge. Il compratore deve essere soddisfatto della dichiarazione del venditore che il sovraccarico non guasterà la sua macchina.

Lo scopo delle specificazioni internazionali, razionalmente considerate, è di provvedere un modo di definire la macchina quale veramente è. Il compratore deve essere in grado di comparare le offerte di macchine di diverse fabbriche e di diversi paesi semplicemente considerando le specificazioni.

Col sistema di specificazione semplice (senza sovraccarico) egli può farlo senza difficoltà: sa che macchine specificate per 10 kW gli devono tutte dare 10 kW in modo continuativo senza sottoporre gli isolanti a temperature pericolose. Se egli vuole sovraccaricare la sua macchina lo può fare, ma a proprio rischio. Tutto ciò è chiaro, evidente e semplice.

Quando invece è data una doppia specificazione nella forma ordinaria, senza stabilire la temperatura finale, che cosa sa il compratore di quel che avverrà nella macchina? Egli sa che colla potenza normale, per lavoro continuativo, l'isolante non sopporterà mai temperature superiori a un valore specificato, ma come mai può comparare le offerte, se abbiamo visto che macchine diverse sotto lo stesso sovraccarico hanno diversi comportamenti per quanto riguarda l'aumento di temperatura del rame? Come può essere sicuro della durata della propria macchina quando sappia che le temperature alte sono pericolose, se applicate per certe durate, e non conosca il valore di questa temperatura e il loro tempo di applicazione?

7. — Le considerazioni che precedono possono permettere alcune conclusioni e presentare dei punti aperti a discussioni.

Una prima conclusione è che la specificazione semplice per macchine per servizio continuativo, senza alcuna concessione di sovraccarico, è una specificazione definita e chiara e costituisce una onesta base per trattative commerciali.

Una specificazione data per servizio continuativo che concede determinati sovraccarichi (specificazione doppia) potrebbe soltanto essere comparata alla specificazione semplice se potesse dimostrarsi che lo stesso sovraccarico applicato a macchine di tutte le grandezze, tensioni, velocità e costruzione porta praticamente alla stessa temperatura di regime e alla stessa sollecitazione di isolante.

Se questa dimostrazione possa essere data nelle condizioni attuali dell'industria è questione da discutere.

Se la risposta fosse negativa, la sola soluzione, quando si voglia la doppia specificazione, è di obbligare a specificare la temperatura raggiunta dopo che il periodo concesso di sovraccarico sia trascorso.

□ L'ELETTRIFICAZIONE AGRICOLA □

D. CIVITA



Riassunto della Relazione presentata alla Riunione di Milano
:: :: :: :: :: :: :: Ottobre 1922 :: :: :: :: :: ::

Fino a pochi anni or sono parlare di elettrificare l'agricoltura faceva sorridere i più se non ridere. Coloro che hanno avuto occasione di diffondere l'uso delle macchine agricole soltanto conoscono le difficoltà enormi che hanno dovuto sormontare per persuadere gli agricoltori ad adottarle.

La guerra ha un po' modificata la mentalità della gente della campagna.

L'introduzione delle moto-aratrici, accolta in un primo tempo favorevolmente perchè apportatrice di esoneri, ha fatto toccare con mano i vantaggi di sostituire nel ciclo agricolo l'elemento macchina all'elemento animale. Ma con tutto ciò l'Italia è ancora indietro, e solo nel due per cento della sua superficie arabile si impiegano aratri a trazione meccanica.

A guerra finita si è avuto un regresso e si sono viste tutte le difficoltà di diffondere e di conservare nelle campagne i motori a scoppio che richiedono conduttori e tecnici specializzati, e più ancora officine di riparazione e manutenzioni costose.

La tecnica è ricca di macchinari per uso agricolo di tutti i generi, ma il problema della forza motrice per azionarli ha costituito sempre da noi una difficoltà, sconosciuta nei paesi ricchi di carbone e di petrolio, per cui il loro uso in Italia ne è pressochè ignoto per gran parte di essi.

Nel dopo guerra gli studiosi di problemi agricoli hanno riconosciuto l'assoluta necessità di ricavare dalla nostra terra tutto quello che può dare e che purtroppo non dà, perchè finora ha imperato l'empirismo, il preconcetto, l'ignoranza. Si è anche ricordato che due milioni di ettari sono malarici, paludosi, non coltivati, ovvero adibiti a pascolo perchè considerati aridi, ed è stato tutto un rifiorire di progetti di bonifiche e di irrigazioni, mentre invece il Governo è intervenuto nell'economia agraria con provvedimenti legislativi intesi a regolare i contratti agrari, a dare la terra ai contadini, a risolvere la questione del latifondo, complicando più che semplificando il problema.

E' venuto penetrando in tutti il convincimento che bisogna innovare ed il motto d'ordine è oggi: industrializziamo l'agricoltura, cioè introduciamo sistemi economici diversi e soprattutto aiutiamoci con le macchine, non per sostituire uomini, di cui abbiamo pleora, ma per moltiplicarne la produttività onde potere più agevolmente sfamarli senza obbligarli a cercare il loro pane all'estero, per arricchire stranieri.

Industrializzare l'agricoltura implica elettrificare le campagne, non essendo possibile concepire da noi che si adottino altri motori che quelli elettrici, oltre che per tutti gli altri pregi che li hanno resi sovrani nell'industria e nella trazione, per il fatto che consumano un'energia che possiamo produrre, con mezzi esclusivamente nostri, e che è la più economica fra tutte.

Il motore elettrico si può affidare a chiunque e può funzionare in qualsiasi condizione. Consente il più grande frazionamento della potenza, ed a parità di potenza è il più leggero ed il più trasportabile.

Soltanto necessita di linee per la sua alimentazione e questo fatto obbliga ad uno studio tecnico ed economico, la cui riuscita dipende da parecchi fattori.

Ecco perchè conviene esaminare con cura il problema che viene comunemente riconosciuto col nome di *elettrificazione dell'agricoltura*. Perchè il costo del trasporto dell'energia si mantenga in limiti discreti occorre che la linea sia assai bene utilizzata.

Ora con i mezzi meccanici si ha lo scopo di rendere intensiva l'agricoltura, ma per alimentarli elettricamente occorre rendere estensive le reti per servire pochi e distanti centri di consumo, il che costa come impianto ed esercizio. Da ciò la necessità di moltiplicare gli apparecchi utilizzatori o le applicazioni elettriche in ognuno di tali centri per ripartire sul più ampio consumo le maggiori spese che si hanno in una distribuzione rurale rispetto a quella urbana.

In agricoltura poi si deve sempre considerare il ciclo delle operazioni. Se questo si completa con il solo bestiame o col solo uomo l'aggiunta di un elettromotore non porta economia: per ottenere questa deve il motore entrare a fare parte del ciclo rendendolo indipendente da ogni altro elemento.

Solo così si potranno conseguire veri miglioramenti e maggiori produzioni. Converrà quindi elettrificare le tenute nelle quali si potrà utilizzare l'energia elettrica per arare, trebbiare, seminare, raccogliere, pressare i covoni, pigiare l'uva o le olive, estrarre acqua dal sottosuolo o sgottare l'acqua esuberante o per compiere qualcuna soltanto di queste operazioni che generalmente si compiono in epoche differenti, ma non per compierne una sola.

Un importante problema è poi particolarmente risolvibile con gli elettromotori ed è quello delle irrigazioni, e specialmente di quelle localizzate con pompatura di acqua dalle falde freatiche che più abbondano dove più difettano le acque superficiali.

Una gran quantità di pascoli naturali potranno così trasformarsi in prati irrigui con colture foraggere avvicendate con cereali, oppure, dove l'acqua non abbondi, in orti, in frutteti, in giardini, procurando ingenti redditi ampiamente compensativi delle spese dell'elettrificazione e della pompatura.

Il problema delle bonifiche meccaniche, finora risolto con l'impiego di macchine termiche, potrà trovare un potente aiuto nell'elettropompa, ed anzi, l'elettricità potrà far modificare molte delle antiche concezioni in tema di bonifiche facilitando l'uso delle idrovore.

Poter disseminare i motori ad avviamento automatico significa assicurare il deflusso alle acque vincendo dislivelli, e così gran parte del problema della smalarizzazione e dell'impaludamento potrà essere risolto.

L'agricoltura molto attende dai tecnici che dovranno portarvi il soffio della modernità di concetti e di sistemi.

I tecnici, per riuscire, dovranno avvalersi quasi esclusivamente della elettricità.

Perciò il problema agricolo italiano dovrà interessare d'ora in poi in sommo grado gli elettrotecnici, che dopo aver superate le difficoltà di elettrificare l'industria e la trazione, oggi dovranno dedicarsi a questo magnifico e promettente campo per la maggior prosperità del nostro Paese.

✱

Il problema dell'elettrificazione dell'agricoltura ha già ricevuto notevoli soluzioni all'estero. Negli Stati dell'Ovest del Nord America, sono state messe in valore le terre soltanto dopo che si sono elettrificate le campagne, e oggi più di otto milioni di ettari sono irrigati con acqua estratta dal sottosuolo in gran parte con elettropompa, che costituisce l'applicazione ivi predominante. Gli utenti si contano a decine di migliaia, le linee rurali a molte migliaia di chilometri, le potenze impegnate a centinaia di migliaia di kwatt. E si noti che l'America abbonda di carbone e di petrolio.

In Francia, il Governo ha in questi ultimi tempi stanziata una

somma di 1200 milioni per mutui da concedersi agli enti che intendono elettrificare le campagne, su parere di una Commissione ministeriale la quale ha segnalata la necessità di tale intervento statale per meglio valorizzare una agricoltura che noi abbiamo sempre ritenuta perfetta.

In Danimarca, Svezia, Norvegia, Finlandia, Svizzera e in Germania, l'elettricità è già penetrata da per tutto, ed i Governi fanno tutto il possibile per incoraggiare una sua maggior diffusione.

Da noi qualcosa si è già fatto, ed in Piemonte, Liguria, Lombardia vi sono moltissime linee agricole ed utenze agricole. Nel Veneto le bonifiche da sole assorbono circa 8000 kwatt, con 132 utenze, le irrigazioni 250 kwatt, e tutte le altre applicazioni circa 2000 kwatt.

Vicino a Bologna, una Società elettro-agricola, l'Ape, ha già 100 km di linee per aratura, e, intorno a Roma, l'ing. D'Ascani ha anche esso installati oltre 100 km di linee ad alta tensione, dedicandosi più particolarmente alle irrigazioni che trasformano a poco a poco l'agro romano in orti. Perfino in Calabria ed in Sicilia si contano numerose installazioni di elettropompe per agrumeti, e si constatano trasformazioni di terreni collinosi aridi in lussureggianti giardini.

Abbiamo anche da noi e nella famiglia elettrotecnica buone organizzazioni e gente che si è impossessata del problema nei suoi vari aspetti, e soprattutto gente entusiasta dei risultati conseguiti.

Purtroppo ciò che difetta in Italia è il tecnico della campagna, nel vero senso della parola, sul quale possa farsi affidamento per la completa elettrificazione.

L'Italia, paese che si è sempre considerato essenzialmente agricolo, ha trascurato la base fondamentale dell'agricoltura razionale, e cioè l'istruzione agraria e la pratica conseguente.

Abbiamo troppe università e scuole classiche e poche scuole di agricoltura.

Per portare i metodi ed i sistemi dell'industria nelle campagne non sono necessari soltanto i mezzi ma occorrono gli uomini che sappiano progettare, analizzare, comprendere il partito che può trarsi da una trasformazione culturale, che sappiano studiare le acque subaltee, che possano indicare il modo migliore per bonificare, ingegneri che si intendano dei problemi della terra e delle campagne. I cattedratici ambulanti fanno molto ma essi non sono ingegneri, e gli ingegneri del Genio Civile, gli unici di cui disponga il Governo, non si intendono generalmente di agraria.

La Francia ha il Genio Rurale. Noi abbiamo dei professori e non molti tecnici specializzati.

Non basta quindi diffondere l'elettricità per trasformare la nostra agricoltura, occorre anche diffondere, a compiere opera di propaganda, uomini capaci di sapere sfruttare le risorse della macchina e della elettricità, e questi uomini occorre crearli.

Ecco un problema che si impone.

Per il momento e per cominciare è necessario di raggruppare, di mobilitare i tecnici della campagna di cui disponiamo per formare il nucleo animatore che deve a sua volta fare allievi e proseliti.

Questa mobilitazione va compiuta principalmente dalle Associazioni tecniche (Associazione Nazionale Ingegneri — Associazione Elettrotecnica Italiana — Associazione Esercenti Imprese Elettriche — Unione delle Cattedre Ambulanti — Confederazione Generale dell'Agricoltura, ecc.) nel loro seno.

Tali tecnici sono necessari per coadiuvare i cattedratici e per divenire i consulenti degli enti che dovranno provvedere alla elettrificazione, per studiare in ogni regione d'Italia ciò che si può fare e si deve fare, e per formulare i programmi tecnici, economici e finanziari in base ai quali si dovranno creare i suddetti enti.

*

Finora le applicazioni elettro-agricole si sono sviluppate nelle vicinanze delle linee industriali, e siccome queste sono assai più fitte in Alta Italia che altrove, è naturale che abbondino al Nord, e più facilmente vi si diffonderanno nel prossimo avvenire. Al centro, si avranno di preferenza in prossimità degli impianti idroelettrici. Nel Sud, finora non vi sono grandi linee di trasporto ma si attende l'impianto dei laghi Silani che darà energia alla Calabria, alla Basilicata, alle Puglie ed alla Sicilia per svolgere il programma di completa elettrificazione, l'unico che consentirà a quelle regioni di trasformarsi e di mettersi al livello di benessere agricolo del Nord. L'arida Puglia potrà sfruttare la sua falda freatica e così moltiplicare gli esempi delle lussureggianti oasi dove cresce ogni ben di Dio e che l'ardimento di pochi illuminati e fattivi proprietari ha già saputo creare nel deserto Tavoliere, estraendo acqua dal sottosuolo pur con mezzi preadamitici. E con l'impiego delle idrovore potrà anche risolversi il problema delle bonifiche per redimere più di 100.000 ettari di terreni dove la malaria rende impossibile la vita nelle campagne. Calabria e Sicilia potranno anche assai meglio sfruttare le copiose acque freatiche quando disporranno di energia elettrica da per tutto ed a buon mercato.

L'aratura elettrica potrà consentire le colture avvicendate, impossibili nelle condizioni attuali; e nelle sole Puglie vi sono estensioni di migliaia di ettari che ancora non conoscono il vomere.

Dagli esempi che si hanno in Italia può dedursi che per elettrificare una zona occorre un km di linea agricola in media per ogni 100-150 ettari, con una cabina, e a ciclo agricolo completo si ha una media di 20 kwatt di impiego medio per kmq, con un consumo di energia annuo di 40 000 a 60 000 kw-h per kmq.

Tali cifre vanno naturalmente intese come ordine di grandezza potendo variare da caso a caso a seconda della preponderanza dell'una o dell'altra applicazione agricola.

Ai costi di oggi, deve stimare una spesa di circa 12 000 a 14 mila lire per kmq elettrificato per sole linee e cabine e senza macchine operatrici, partendo dall'allacciamento alla linea principale industriale.

La spesa di trasporto dell'energia quindi, sulle diramazioni elettro-agricole può oscillare sui 3 a 5 centesimi per kw-h, da aggiungersi al costo dell'energia fino al punto di consegna.

Da calcoli fatti, in tutta l'Alta Italia compresa l'Emilia, si potrebbe giungere ad elettrificare 10 000 kmq di terre coltivate su due milioni di ettari coltivati a cereali, legumi, tuberi, ortaggi di cui 1 400 000 in pianura.

Qualora tutti i 10 000 kmq fossero elettrificati, occorrerebbero 200 000 kwatt di potenza impegnata (cioè meno delle attuali disponibilità estive) ed una spesa di circa 120 a 140 milioni di lire per le linee rurali e cabine, alla quale si dovrebbe aggiungere la spesa per l'eventuale rimaneggiamento o prolungamento delle linee industriali.

Il problema, pur nella entità delle cifre è tutt'altro che insolubile, principalmente perchè si tratta di collocare energia nelle stagioni in cui abbonda.

Nel Lazio tutto vi è da fare per la trasformazione culturale dell'Agro, seguendo l'esempio già segnalato. Pel Centro di Italia non si possono fare previsioni giacchè l'essere prevalentemente collinoso, retto a mezzadria a coltura mista intensiva, non lo rende particolarmente atto per tutte le applicazioni elettriche, che potrebbero assumere più il carattere di industriali rurali che di strettamente agricole. Ma vi è tutta la parte litoranea pianeggiante dove irrigazioni e bonifiche sono da compiere.

Nel Lazio tutto vi è da fare per la trasformazione culturale dell'Agro, seguendo l'esempio già segnalato.

Campania e Terra di Lavoro potranno anche ricavare vantaggi dall'elettrificazione; ma più di tutte ne ricaveranno le Puglie, la Basilicata, la Calabria, la Sicilia e la Sardegna.

In Puglia si può calcolare un impiego di 40 a 50 000 Kwatt fra arature e pompatura d'acqua, ed altre operazioni agricole industriali per l'enologia e l'oleificio.

Non si andrà errati prevedendo che la completa elettrificazione italiana assorbirebbe oltre 300 000 e forse anche 400 000 kwatt con un consumo annuo di forse un miliardo di kw-h.

Chi avesse dovuto fare venti anni fa delle previsioni sul probabile impegno e consumo industriale italiano, mai più avrebbe pensato alle cifre oggi raggiunte di oltre 1,2 milioni di kw con quattro miliardi di kwh. Crediamo quindi che il campo che si apre all'elettrificazione dell'agricoltura possa prevedersi abbastanza vasto giacchè la prima conseguenza della presenza delle linee per ogni dove sarà l'impulso alle industrie della lavorazione e trasformazione dei prodotti del suolo, alle piccole industrie a domicilio per l'introduzione delle quali oggi neppure si pensa, e che saranno facilitate dall'uso del piccolo motore elettrico.

Oggi noi soffriamo di deficienza di energia elettrica, ma grandiosi impianti sono in avanzata costruzione e fra pochi anni avremo di nuovo abbondanza di energia. Studiare ora le applicazioni elettro-agricole significa arrivare in tempo per assorbire le energie nuove che si creeranno, onde non è intempestivo segnalare oggi questi problemi. Anzi, aprire tali orizzonti di impiego alle Società Elettriche significa incoraggiare ad accelerare i loro impianti.

*

Abbiamo detto come l'unico modo di elettrificare le campagne sia quello di creare enti intermedi fra le aziende elettriche e l'agricoltore. Ciò ha sanzionato la pratica di tutti i paesi del mondo ed anche la nostra. L'Azienda elettrica deve limitare il suo compito a produrre e trasportare l'energia. L'agricoltore, almeno nei primi tempi, non avrà nè la competenza nè la volontà di occuparsi di impianti elettrici.

Occorre creare un ente sub-distributore che acquisti l'energia dalle Aziende elettriche e che si interessi non solo del collocamento ma delle sue applicazioni.

Tali enti debbono differire dalle attuali aziende sub-distributrici elettriche poichè queste per la loro costituzione e la loro funzione debbono in generale disinteressarsi dell'uso che dell'energia farà il cliente, mentre l'ente elettro-agricolo deve avere per suo principale

scopo di interessarsene per lo meno seguendo l'agricoltore nel suo *apprentissage*. Perciò l'ente elettro-agricolo deve costruire le linee rurali e le cabine, sorvegliarle e mantenerle, dovrà nella maggior parte dei casi procedere alla installazione dei motori elettrici, dovrà possedere aratri, trebbiatrici, motori da passare da una fattoria all'altra, dovrà spesso lavorare agrariamente per conto terzi, dovrà poggiare i suoi guadagni più che sulla rivendita dell'energia, sulla sua attività anche agricola. Nei primi tempi dovrà anticipare i denari per gli impianti rivalendosi a rate o sulla lavorazione o maggiorando il costo dell'energia. Così fanno l'Ape, il D'Ascani ed altri, e così si dovrà fare se si vorrà penetrare nelle campagne.

Questi enti dovranno appoggiarsi dal lato finanziario ad Istituti che pratichino il credito agrario e che dovranno sussidiare il credito elettro-agricolo; dal lato tecnico a competenti che li guidino anche dal lato agricolo. Dovranno fondarsi su subalterni che siano agricoltori, meccanici ed elettricisti. Stipulando contratti in blocco con le Aziende elettriche, dovranno rivendere l'energia in modo da realizzare un buon diagramma, evitando punte salienti e sovrapposizioni di carichi; dovranno cioè assortire le utenze, per guadagnare sulla detta rivendita, come ha fatto la ditta D'Ascani che avendo installati oltre 1000 Kwatt, compra a forfait 200 Kwatt continuativi ed altri 100 diurni, con un contratto che le consente di fare le eccedenze a contatore, e sfrutta così bene l'energia impegnata da ricavarne un discreto utile pur rivendendola a basso prezzo.

La buona organizzazione di questi Enti costituisce il problema di base ed il punto più delicato, ma ormai l'esperienza vi è, e le stesse Società elettriche potranno dar vita a parecchi di essi, partecipandovi con denari, pur lasciandoli autonomi per evitare ogni confusione di funzioni e di mansioni.

Questi Enti, quando l'attuale, piuttosto complessa, legislazione sarà meglio orientata a riconoscerli ed incoraggiarli, potranno, assai più agevolmente dei singoli agricoltori, profittare dei sussidi statali per le linee, le cabine, gli impianti per irrigazioni, per la lavorazione del terreno e dei suoi prodotti.

La nuova organizzazione che si vuol dare al Ministero dei Lavori Pubblici, trasportandovi tutto ciò che riguarda le irrigazioni potrà semplificare di molto le pratiche per l'ottenimento di detti sussidi, ma altri passi legislativi sono ancora necessari per renderli tangibili ed efficaci.

*

Quanto sommariamente si è fin qui esposto, è sufficiente a tracciare il programma per passare all'attuazione.

Gli esempi attuali vanno moltiplicati ed a ciò possono provvedere gli enti o Società elettro-agricole già esistenti, con i convenienti aiuti del credito.

Per penetrare in altre zone occorre il lavoro preparatorio dei tecnici competenti che possano additare il da farsi, e tale lavoro deve essere organizzato per rendere efficace l'opera di singoli che spesso non può estrinsecarsi per mancanza di mezzi, di conoscenze, di leggi, di tutti quegli altri elementi che sono specialità di altri tecnici o di altri uomini. L'unione fa la forza, e mai come in questo caso è consigliabile l'unione dei tecnici delle campagne, sotto l'auspicio delle principali Associazioni Italiane, cui spetta il primo compito.

Alle stesse Associazioni poi spetta l'altro, anche più nobile, di continuare gli studi, la propaganda, le conferenze per infondere negli altri la opportuna mentalità a favorire l'elettrificazione delle campagne: ad esse spetta di studiare il materiale più appropriato e le norme per il loro impiego e costruzione; infine anche ad esse spetta l'organizzare mostre pratiche da tenersi nei centri più opportuni, chiamando a concorrervi i costruttori del mondo intero per conoscere i loro materiali e farli conoscere a chi dovrà adottarli.

Un tempo era di moda di invocare per qualsiasi iniziativa di interesse generale l'intervento del Governo.

Noi crediamo invece che tutto ciò possa e debba farsi dalle iniziative private, chiedendo solo al Governo di mantenere i promessi sussidi, di perfezionare la struttura delle leggi che ne regolano la corresponsione, e di intervenire soltanto per facilitare i finanziamenti.

A suo tempo, sarà opportuno che pensi a meglio sistemare l'insegnamento agrario, vera fonte dell'arricchimento del paese.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

TARATURA DI UN CIMOMETRO A MEZZO DEI FILI DI LECHER

G. PESSON

1. — Chi si è trovato ad impiantare ed esercire stazioni r. t. in località distanti da centri e prive di buone comunicazioni (come ad es. nelle colonie), sa per esperienza come spesso gli strumenti più delicati ma anche più necessari giungano sul posto danneggiati da qualche avaria. Quando si tratta di grandi impianti si dispone sempre di mezzi considerevoli e di una buona dotazione di strumenti; per contro negli impianti di piccola potenza il montatore dispone solo di scorte limitate, e spesso un'avaria ad uno strumento lo mette in serio imbarazzo.

Questa osservazione si adatta in particolare al cimometro, che è in generale l'unico strumento per misure radiotelegrafiche, di cui si disponga nei piccoli impianti.

La riparazione di un cimometro non presenta difficoltà e può essere fatta con mezzi locali: ma, dopo eseguita, si presenta la necessità della taratura.

Riesce talvolta possibile eseguire la taratura misurando le lunghezze d'onda note di altre stazioni r. t.; mi è parso tuttavia di qualche interesse constatare sperimentalmente quali risultati si possano attendere da una taratura fatta con mezzi limitati normalmente disponibili presso qualunque stazione r. t.

2. — Il metodo che si presenta più adatto è quello dei fili di Lecher ⁽¹⁾, ⁽²⁾.

In questo metodo si utilizzano due fili tesi ad una certa altezza dal suolo tra loro paralleli e vicini e nei quali si determina un sistema di onde elettriche stazionarie.

Il modo più semplice di produrre onde stazionarie nei fili di Lecher è quello di farli vibrare con la loro frequenza fondamentale inserendo uno spinterometro ad uno degli estremi della coppia di fili (fig. 1a).

Come è noto, dal punto di vista dell'esattezza, sarebbe preferibile provocare nella coppia di fili delle oscillazioni di frequenza superiore e misurare la distanza fra due nodi lontani dall'estremità

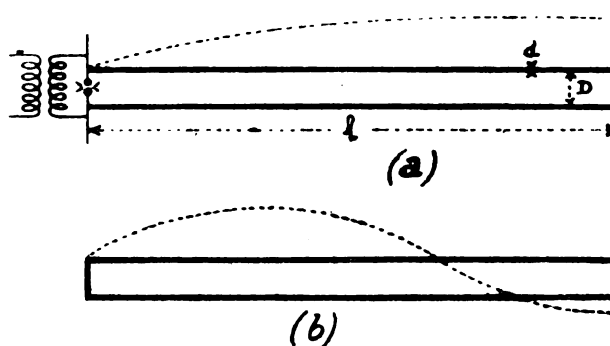


Fig. 1.

isolata, giacchè così si attenua l'errore dovuto alla variazione di capacità presso l'estremità stessa (ad es. figura 1b). Ma, così facendo, il metodo perderebbe la semplicità necessaria per una misura speditiva.

Ricorrendo alla oscillazione fondamentale per ottenere varie onde è controllare quindi varie indicazioni del cimometro è necessario di variare la lunghezza dei fili, il che può essere fatto facilmente interrompendoli in punti convenienti ad es. A B (fig. 3).

3. — Nelle esperienze eseguite furono scelte tre lunghezze d'onda rispettivamente di circa 2000, 1200 e 800 metri, valori questi bene adatti per il controllo di un cimometro destinato a stazioni r. t. di piccola potenza ed in particolare di quello effettivamente in possesso di chi scrive, che è del tipo Marconi con scala di onde da 500 a 3200 circa. Per ottenere onde della lunghezza voluta, la lunghezza della coppia di fili doveva essere rispettivamente di circa 500, 300 e 200 metri. Occorrendo disporre di un lungo tratto di terreno pianeggiante le esperienze furono eseguite sulla spiaggia di Castelporziano.

Fu impiegato l'ordinario filo di aereo e cioè una treccia di rame di circa 0,32 centimetri di diametro. Per stendere i fili furono pre-

(1) ZENNECK: *Wireless telegraphy*, translated by Seelig. 1.^a edizione, 2.^a ristampa, pag. 110.

(2) DOWSETT: *Wireless telegraphy and telephony* (Wireless press).

parati 20 paletti di legno lunghi circa un metro ed aventi una sezione di 6x6 cm. Per permettere la infissione nel terreno, una estremità di ciascun paletto fu opportunamente appuntita e presso l'altra estremità furono fissati due isolatori a carrucola del tipo ordinariamente impiegato per impianti di luce e destinati a sorreggere il filo (figura 2).



Fig. 2. Le estremità di ciascun filo furono isolate con un isolatore a carrucola grande, e così pure nei punti A e B ciascun filo fu interrotto con una coppia di isolatori a carrucola, mentre un ponticello di rame permetteva di stabilire o togliere la continuità del conduttore (fig. 3). Ai fili fu data la maggiore possibile tensione meccanica a mezzo di un paranco. Le lunghezze dei fili furono misurate accuratamente per mezzo di due canne metriche del modello ordinariamente impiegato in lavori di agrimensura.

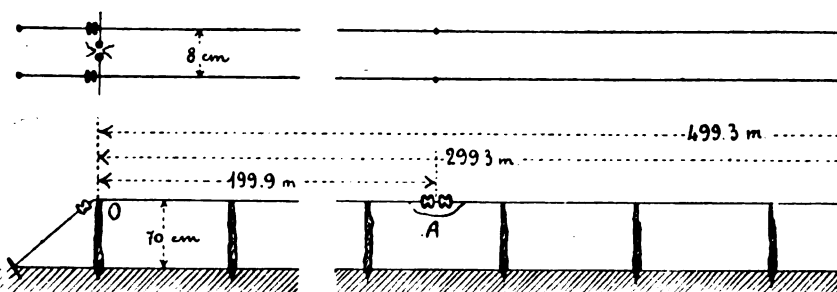


Fig. 3.

4. — Per determinare con esattezza le lunghezze d'onda irradiate dai fili, quando essi vibravano con l'onda fondamentale del sistema, si fece ricorso alle seguenti considerazioni.

L'onda fondamentale lungo i fili ha una lunghezza $\lambda_0 = 4 l$. Se indichiamo con v la velocità di propagazione delle onde lungo i fili e con u la velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche nell'aria, la lunghezza d'onda nell'aria è

$$\lambda_1 = \lambda_0 \frac{u}{v}$$

Coi valori di d , D , l usati negli esperimenti e che rappresentano bene le condizioni pratiche per la taratura di un ondometro per piccole stazioni, u e v differiscono pochissimo fra di loro e quindi senza grave errore si potrebbe ritenere $u = v$. E' tuttavia interessante calcolare con esattezza il rapporto tra la velocità delle onde lungo i fili e quella nell'aria per determinare l'ordine di grandezza delle correzioni da adottare, quando si voglia raggiungere una maggiore precisione, e quindi dell'errore che si commette nel trascurarle.

La velocità di propagazione delle onde lungo un filo quando sia trascurabile la dispersione e sia R' piccolo rispetto a ωL_1 è

$$(1) \quad v = \frac{1}{\sqrt{C_1 L_1}} \left[1 - \frac{1}{8} \left(\frac{R'}{\omega L_1} \right)^2 \right] = \frac{1}{\sqrt{C_1 L_1}} (1 - K_r)$$

in cui R' è la resistenza per unità di lunghezza corrispondente alla frequenza impiegata, C_1 ed L_1 sono rispettivamente la capacità e l'induttanza per unità di lunghezza e ω rappresenta la pulsazione.

Questa formula si deduce con evidenti semplificazioni dall'altra ben nota (*).

$$v = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{2} \left[\sqrt{(R'^2 + \omega^2 L_1^2)(S^2 + \omega^2 C_1^2)} - R' S + \omega^2 L_1 C_1 \right]}}$$

quando la conduttanza di dispersione $S = \text{zero}$ e R' è piccolo rispetto a ωL_1 .

Occorre ricordare che, trattandosi di una coppia di fili, R' è relativo all'unità di lunghezza della coppia e cioè al doppio della resistenza per unità di lunghezza di ciascun filo.

L'induttanza L_1 per unità di lunghezza della coppia di fili aventi diametro di d centimetri e distanti D centimetri è data da

$$L_1(\text{cm}) = 4 \left[\log_e \frac{2D}{d} - \frac{D}{l} + \delta \right]$$

(*) Cfr. ad es.: *Propagation des courants électriques*, Fleming, traduit par C. Ravut, pag. 75.

e quando $\frac{D}{l}$ sia molto piccolo, come nel caso dei fili di Lecher, da

$$L_1(\text{cm}) = 4 \left[\log_e \frac{2D}{d} + \delta \right]$$

Per il calcolo della resistenza ad alta frequenza R' e del termine correttivo δ si possono adoperare le seguenti formole relative al caso di fili cilindrici rettilinei non eccessivamente vicini e nelle quali compaiono le funzioni *ber* e *bei* introdotte da Lord Kelvin.

$$R' = R \frac{x}{2} \frac{W}{y} \quad \delta = \frac{1}{4} \left(\frac{4Z}{xy} \right)$$

nelle quali

$$x = d \sqrt{\frac{\pi \omega \mu}{\rho}}$$

R = resistenza per corrente continua

d = diametro del filo

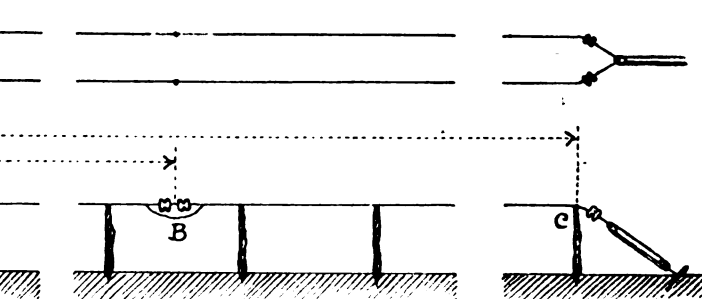
ρ = resistività del materiale del filo

μ = permeabilità del materiale del filo (per il rame $\mu = 1$)

$W = \text{ber } x \text{ bei}' x - \text{bei } x \text{ ber}' x$

$Z = \text{ber } x \text{ ber}' x + \text{bei } x \text{ bei}' x$

$y = (\text{ber}' x)^2 + (\text{bei}' x)^2$



$$\text{ber } x = 1 - \frac{x^4}{2^2 \cdot 4^2} + \frac{x^8}{2^2 \cdot 4^2 \cdot 6^2 \cdot 8^2} - \dots$$

$$\text{bei } x = \frac{x^2}{2} - \frac{x^6}{2^2 \cdot 4^2 \cdot 6^2} + \frac{x^{10}}{2^2 \cdot 4^2 \cdot 6^2 \cdot 8^2 \cdot 10^2} - \dots$$

$\text{ber}' x$ e $\text{bei}' x$ sono le derivate di $\text{ber } x$ e $\text{bei } x$ rispetto a x .

$\left(\frac{x}{2} \frac{W}{y} \right)$ e $\left(\frac{4Z}{xy} \right)$ si possono ottenere facilmente da accurate tabelle calcolate dal Bureau of Standards (Circolare n. 169) e delle quali qui si riporta un estratto.

Per frequenze molto alte e per fili cilindrici di materiale non magnetico si possono anche applicare le formole approssimate (*).

$$R' = \sqrt{\frac{1}{2} \omega R}$$

$$L_1 = 4 \log_e \frac{2D}{d} + \frac{2\sqrt{\rho}}{\pi d \sqrt{f}}$$

TABELLA N. 1.

x	$\frac{x}{2} \frac{W}{y}$	$\frac{4Z}{xy}$	x	$\frac{x}{2} \frac{W}{y}$	$\frac{4Z}{xy}$
0.0	1.00000	1.00000	12.0	4.50358	0.23501
0.5	1.00032	0.99984	13.0	4.85631	0.21703
1.0	1.00519	0.99741	14.0	5.20915	0.20160
1.5	1.02582	0.98711	15.0	5.56208	0.18822
2.0	1.07816	0.96113	17.0	6.26817	0.16614
2.5	1.17538	0.91347	19.0	6.97446	0.14870
3.0	1.31809	0.84517	21.0	7.68091	0.13456
3.5	1.49202	0.76550	23.0	8.38748	0.12288
4.0	1.67787	0.68632	25.0	9.09412	0.11307
4.5	1.86275	0.61563	30.0	10.86101	0.09424
5.0	2.04272	0.55597	40.0	14.39545	0.07069
6.0	2.39359	0.46521	50.0	17.93032	0.05656
7.0	2.74319	0.40021	60.0	21.46541	0.04713
8.0	3.09445	0.35107	70.0	25.00063	0.04040
9.0	3.44638	0.31257	80.0	28.53593	0.03535
10.0	3.79357	0.28162	90.0	32.07127	0.03142
11.0	4.15100	0.25622	100.0	35.60666	0.02828

Per frequenza infinita essendo $\delta = 0$ l'induttanza L_1 diviene

$$L_1 = \infty = 4 \log_e \frac{2D}{d}$$

(*) FLEMING: *The principles of electric wave telegraphy*.

per cui l'induttanza ad una frequenza qualsiasi può mettersi sotto la forma

$$(2) \quad L' = L_{\infty} \left(1 + \frac{\delta}{\log_e \frac{2D}{d}} \right) = L_{\infty} (1 + K_i)$$

$$\text{in cui } K_i = \frac{\delta}{\log_e \frac{2D}{d}}$$

La capacità C_1 fra due fili paralleli di diametro d cm, distanti D cm e tesi ad una altezza h (cm) dal suolo è data, per unità di lunghezza, dalla espressione (*)

$$C_1 = \frac{1}{u^2 4 \left[\log_e \left(\frac{\frac{l}{2} + \sqrt{\frac{l^2}{4} + d^2}}{d} \cdot \frac{4h}{d} \right) - \log_e \left(\frac{\frac{l}{2} + \sqrt{\frac{l^2}{4} + D^2}}{D} \cdot \frac{\sqrt{D^2 + 4h^2}}{D} \right) \right]}$$

la quale, se il diametro e la distanza degli assi dei fili sono molto piccoli rispetto alla lunghezza dei fili stessi, si riduce a

$$C = \frac{1}{u^2 4 \left\{ \log_e \frac{2D}{d} - \frac{D^2}{8h^2} \right\}}$$

che può mettersi sotto la forma

$$(3) \quad C = \frac{1}{u^2 4 \log_e \frac{2D}{d}} (1 + K_c) = C_{h=\infty} (1 + K_c)$$

in cui

$$K_c = \frac{D^2}{8h^2 \log_e \frac{2D}{d}}$$

5. — Data la piccolezza delle correzioni la formola (1) si può scrivere

$$v = \frac{1}{\sqrt{C_{\infty} L_{\infty}}} \left(1 - \frac{1}{2} (K_r + K_c + K_i) \right) = u \left(1 - \frac{1}{2} (K_r + K_c + K_i) \right)$$

Nel caso delle esperienze di cui ci occupiamo è facile constatare come i termini K_r e K_c siano del tutto trascurabili rispetto all'unità.

Infatti il termine K_r risulta uguale a 0,000036 per $f = 100000$ e diminuisce rapidamente col crescere della frequenza. Il termine K_c è uguale a 0,0004.

La formola (1) si riduce quindi alle seguenti.

$$(4) \quad v = u \left(1 - \frac{1}{2} K_i \right) \quad (5) \quad \lambda_1 = \lambda_0 \left(1 + \frac{1}{2} K_i \right)$$

$\frac{1}{2} K_i$ in funzione della frequenza, per i fili considerati, è dato dalla curva riportata in figura 4 e calcolata in base alla tabella I, dalla quale si deducono facilmente le correzioni corrispondenti alle varie lunghezze d'onda (fig. 4).

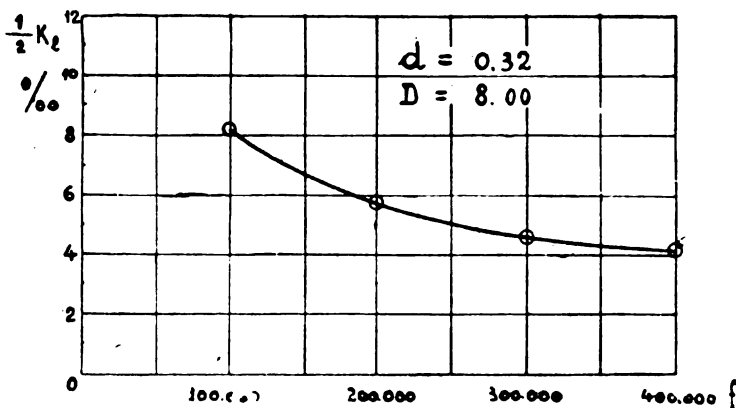


Fig. 4.

Precisamente risulta per

$$\begin{aligned} \lambda &= \text{circa } 2000 \text{ m.} & \frac{1}{2} K_i &= 6,8\% \\ \lambda &= \text{circa } 1200 \text{ m.} & \frac{1}{2} K_i &= 5,2\% \\ \lambda &= \text{circa } 800 \text{ m.} & \frac{1}{2} K_i &= 4,2\% \end{aligned}$$

(*) Circolare N. 74 del Bureau of Standards del 23 marzo 1918.

Le onde nei fili risultano nelle tre misure eseguite

$$\begin{aligned} \lambda_0' &= 4 \times 499,3 = 1997,2 \text{ m.} \\ \lambda_0'' &= 4 \times 299,3 = 1197,2 \text{ m.} \\ \lambda_0''' &= 4 \times 199,9 = 799,6 \text{ m.} \end{aligned}$$

e le rispettive onde nell'aria

$$\begin{aligned} \lambda' &= 1997,2 + 0,7\% = 2011 \text{ m.} \\ \lambda'' &= 1197,2 + 0,5\% = 1203 \text{ m.} \\ \lambda''' &= 799,6 + 0,4\% = 803 \text{ m.} \end{aligned}$$

Le onde misurate col cimometro, risultarono rispettivamente, come si è già accennato, di 2020 metri, 1215 metri, 815 metri.

6. — L'accordo fra le lunghezze d'onda calcolate in base alla lunghezza dei fili e quelle misurate col cimometro è soddisfacente. Devesi considerare che il cimometro usato era stato tarato accuratamente solo per l'onda più lunga, per la quale appunto l'accordo è effettivamente buono. Le altre onde del cimometro furono dedotte da misure di capacità e sono da ritenersi approssimate all'uno per cento circa.

L'uso dei fili di Lecher eccitati secondo l'onda fondamentale ed adoperati in modo analogo a quello qui descritto si presta quindi ottimamente per tarare in modo speditivo cimometri destinati a misurare onde medie e corte.

Una simile taratura è facilmente eseguibile presso una stazione r. t. giacchè non richiede mezzi che non siano normalmente in possesso anche delle piccole stazioni. L'operazione fatta a Castelporziano compreso lo stendimento ed il ripiegamento dei fili richiese poco più di mezza giornata di lavoro.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Su una nuova sorgente di energia.

Riceviamo:

Bologna, 5 febbraio 1923.

Sig. Redattore Capo della «Elettrotecnica»

In una recente riunione della Sezione di Bologna, discutendosi sui progetti Dornig-Boggia per l'utilizzazione del calore solare a bassa temperatura, ho affermato di ricordare che una proposta del tutto simile era stata già fatta una decina d'anni or sono dall'americano Campbell. Tengo fede all'impegno preso di fornire la necessaria documentazione

Sfogliando vecchie riviste trovo appunto che la prima notizia comparve nel numero di agosto 1913 della N. Y. Engineering News. Riporto il riassunto pubblicato nel numero del 15 gennaio 1914 dell'Archivio Tecnico Italiano.

«Una nuova sorgente di energia naturale: la differenza di temperatura fra la superficie e le profondità dell'Oceano. — Ben. J. Campbell nella N. Y. Engineering News di agosto propone di impiegare come nuova sorgente di energia la differenza di temperatura esistente fra la superficie e gli strati profondi del mare. La temperatura media dei mari tropicali è di circa 26°, e spesso 29° intorno all'equatore. Ora a 400 o 500 m di profondità non si ha più che la temperatura di 0°. Questa differenza di temperatura rappresenta un immagazzinamento ininterrotto di energia potenziale che si potrebbe convertire in forza motrice per mezzo di una macchina termica funzionante secondo il ciclo di Carnot. Gli strati superficiali caldi del mare, che costituirebbero la sorgente di calore, evaporerebbero il fluido sotto pressione, e il vapore così prodotto, dopo avere effettuato un lavoro esterno, verrebbe condensato dagli strati freddi inferiori, e si avrebbe il fluido primitivo pronto per un nuovo ciclo.

«L'autore pensa che si potrebbe realizzare un'installazione adatta ad utilizzare questa sorgente di energia nella maniera seguente. Una condotta di m 3,60 di diametro discenderebbe fino ad una profondità di 540 m da una officina galleggiante. Essa sarebbe installata in modo da galleggiare per leggerezza. Attraverso questa condotta si aspirerebbe dell'acqua a bassa temperatura per mezzo di una pompa di 560 HP. Tenendo conto del riscaldamento di quest'acqua durante l'ascensione e delle basse temperature estreme del ciclo, si vede che in una trasformazione non si avrebbe un rendimento superiore al 4 per cento dell'energia disponibile e tenendo conto delle perdite meccaniche ed elettriche il rendimento relativo all'energia utilizzabile non sarebbe più del 2 per cento. Tuttavia si potrebbe in questa installazione avere una potenza netta di 11 000 HP. La superficie di condensazione sarebbe circa 5 mq per cavallo.

«Si potrebbe adoperare come fluido l'anidride carbonica che, per una differenza di temperatura di 10° dà una differenza di pressione di 14 kg per cmq».

Con ciò non ho inteso naturalmente disconoscere il merito dei signori Boggia e Dornig che è principalmente quello, a mio parere, di agitare un problema degno di tutta l'attenzione dei tecnici.

Cordiali saluti e ossequi.

ALDO RIGHI.

* *

Per le norme contro le correnti vaganti.

Riceviamo:

Milano, 5 febbraio 1923.

Stim. Sig. Redattore Capo dell'«Elettrotecnica» — Milano.

Con vivo interesse ho letto l'articolo dell'egr. sig. ing. Peri pubblicato nell'«Elettrotecnica» del 25 u. s. riguardante la necessità di una legislazione in materia delle correnti vaganti.

Nella mia pratica professionale ebbi ripetutamente occasione di constatare i danni prodotti dalle correnti delle tramvie nelle condutture del gas di diverse città italiane ed ho sempre deplorato che la legislazione consenta di distruggere le canalizzazioni senza obbligare i responsabili a porvi rimedio.

L'argomento è di tale importanza, che ho ritenuto opportuno di limitare unicamente allo studio di esso il vastissimo compito assegnato alla Commissione tecnica della «distribuzione» nominata nel 1921 dall'Associazione dei gasisti ed acquedottisti italiani, di cui faccio parte. Nella relazione presentata al Congresso di Palermo dello scorso anno, dopo aver osservato che la questione delle correnti vaganti dovrebbe seriamente preoccupare gli esercenti dei gasometri, degli acquedotti, dei telefoni per i danni e pericoli gravissimi, specie per il gas e per l'acqua, che queste correnti possono generare, si propone che rappresentanti dei gasisti, degli acquedottisti, dell'Amministrazione dei telegrafi e telefoni e delle tramvie stabiliscano di accordo le norme in base alle quali si dovrebbero ottenere le disposizioni legislative atte a rimediare ai lamentati inconvenienti.

Mi associo quindi toto corde alla proposta fatta dal sig. ing. Peri e ritengo necessario che sotto gli auspici della nostra Associazione si inizi tosto, in collaborazione dei tecnici delle varie industrie interessate, lo studio dell'argomento, allo scopo di giungere ad una soluzione pratica dell'importante problema.

Con distinti ossequi.

Ing. MICHELANGELO BÖHM.

Prendiamo atto con piacere di quanto ci comunica l'Egregio signor Böhm e non possiamo che girare la sua lettera al Comitato Elettrotecnico Italiano, augurandoci che la riunione delle diverse iniziative affretti il risultato desiderato.

(N. d. R.).

:: SUNTI E SOMMARI ::

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

F. A. KOLSTER e F. W. DUMNORE — Il radiogoniometro e la sua applicazione alla navigazione. (Scientific Papers of the Bureau of Standards, N. 428, 16 gennaio 1922).

Gli AA. si propongono di descrivere un sistema di segnalazioni r. t. per la navigazione in tempo di nebbia e specialmente un tipo di radiogoniometro o radiobussola, di cui espongono i principi di funzionamento e i risultati pratici, ottenuti dopo una lunga serie di esperienze. Il «Navy Department» americano ha recentemente sistemato lungo la costa una estesa rete di stazioni radiogoniometriche il cui scopo è di fornire, dietro richiesta, i rilevamenti alle navi. Con tale sistema la nave che vuol conoscere la sua posizione chiama le stazioni di terra, esegue una trasmissione che viene da quelle radiogoniometrata e riceve poi per radio l'indicazione della sua posizione.

Il «Bureau of Standards» invece, in collaborazione col «Bureau of Lighthouses» ha sviluppato il sistema inverso, collocando a terra le stazioni r. t. destinate a trasmettere automaticamente speciali segnali a intervalli stabiliti e sistemando a bordo gli apparati radiogoniometrici. La nave così provvede da sé a prendere i rilevamenti e a determinare il suo punto.

È noto come la ricezione di segnali r. t. possa essere fatta sia con antenna, sia con telaio e come il maggior pregio di quest'ultimo risieda nelle sue proprietà direttive. Il tipo di radiogoniometro sperimentato dagli AA. non è che un semplice telaio girevole intorno a un asse verticale e su cui è avvolto un certo numero di spire, che fanno capo a un condensatore variabile e all'apparato ricevente. Si tratta in sostanza di un comune circuito r. t. contenente capacità, autoinduzione e resistenza e che non richiede alcuna nuova teoria circa il suo modo di funzionare.

In sede di progetto è importante stabilire, per determinate condizioni pratiche, il numero di spire e l'intervallo fra spira e spira, per i quali si ha, con una certa lunghezza d'onda o gamma di lunghezze d'onda, il massimo di intensità nei segnali ricevuti. In sede di esercizio è a sua volta importante raggiungere il più esattamente

possibile il noto diagramma polare di ricezione in forma di 8, per modo che siano ben marcate le posizioni di zero e quindi semplici e rapidi i rilevamenti.

Gli AA., senza entrare in particolari teorici, prospettano, a titolo di esempio, i due seguenti casi pratici: Supposte note le dimensioni del telaio, il numero delle spire e l'intervallo fra spira e spira, determinare la lunghezza d'onda, per cui si ha il massimo di corrente nel telaio, ovvero il massimo di differenza di potenziale alle armature del condensatore, quando naturalmente si supponga di disporre, alla stazione ricevente, di un'intensità di campo costante, dovuta a una trasmissione a onde smorzate o persistenti..

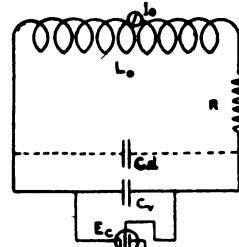


Fig. 1.

1° Caso. — In fig. 1 è schematicamente rappresentato il circuito ricevente: L_0 è il telaio costituito da 20 spire quadrate di m 1,22 di lato in conduttore multiplo per alta frequenza costituito da 48 fili elementari; l'intervallo fra spira e spira è di 2,5 cm.

R = resistenza totale equivalente del circuito misurata al centro di L_0 (ad alta frequenza).

C_d = capacità distribuita equivalente della spirale (39 microfarad).

C_v = capacità variabile di sintonia.

Per una data trasmissione a onde persistenti, e quando il circuito sia nelle condizioni di risonanza e la intensità del campo elettromagnetico resti invariata, la corrente ricevuta in L_0 può essere espressa in funzione delle costanti del circuito e della lunghezza d'onda (o della frequenza) nel modo seguente:

$$I = \cos t \times \frac{AN}{R\sqrt{L_0 C_0}} = \cos t \times \frac{AN}{R\lambda} \quad [1]$$

in cui:

A = area di ciascuna spira

N = numero delle spire

L_0 = induttanza del telaio

C_0 = capacità totale = $C_d + C_v$

λ = lunghezza d'onda

Essendo A , N costanti, la I risulta funzione solo di λ e di R . Per usare la formula (1) occorre pertanto conoscere la resistenza ad alta frequenza del circuito ricevente e questo dato non può ottenersi che per via sperimentale. Se la corrente fosse uniformemente distribuita, tale resistenza potrebbe essere misurata in un punto qualunque di L_0 , ma a causa della capacità distribuita, variando la corrente da punto a punto, occorre definire dove tale corrente e quindi

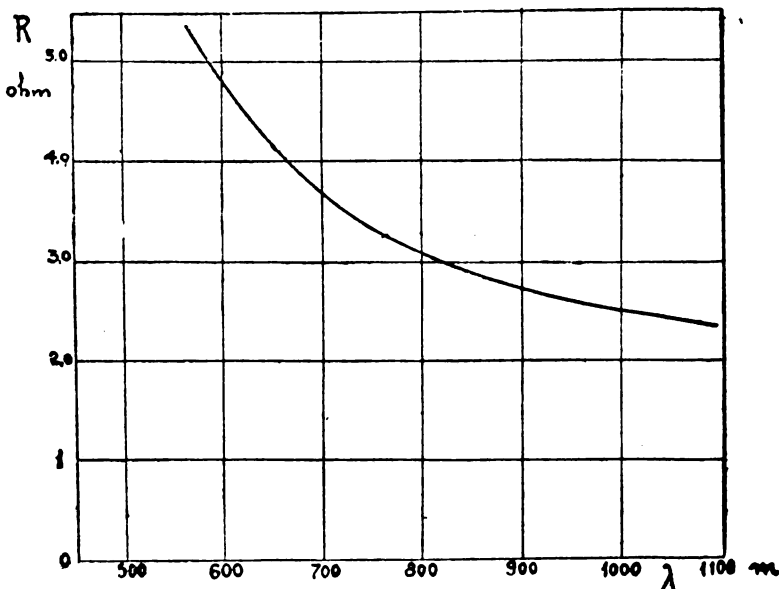


Fig. 2.

tale resistenza si intende misurata. In fig. 2 è riportata la curva sperimentale, che si riferisce al caso considerato e che dà il modo di variare di R al centro di L_0 in funzione di λ . In base a tale curva ed alla formula (1) è ricavata la figura 3 che dà, sempre in funzione di λ , il modo di variare di I . Da essa si rileva che il massimo di corrente si ha per una lunghezza di 900 metri. Questa condizione

di massima intensità è la più conveniente, quando il ricevitore è induttivamente collegato con L_0 e si suppone naturalmente tale accoppiamento sufficientemente lento, da non causare un aumento sensibile di resistenza del circuito.

2° Caso. — La determinazione di massimo della d. d. p. ai capi del condensatore serve per il caso in cui, a detto condensatore, venga direttamente attaccato l'apparato ricevente, che si suppone essere un triodo (valvola termoionica a tre elettrodi). Il problema è ora più complesso, se si vuol tener conto delle modificazioni introdotte nel comportamento del circuito dalla presenza del triodo. In prima approssimazione gli AA. suppongono che la capacità distribuita di L_0 possa sostituirsi con un condensatore perfetto di capacità C_d , messo in parallelo col condensatore C_v di sintonia e che la varia-

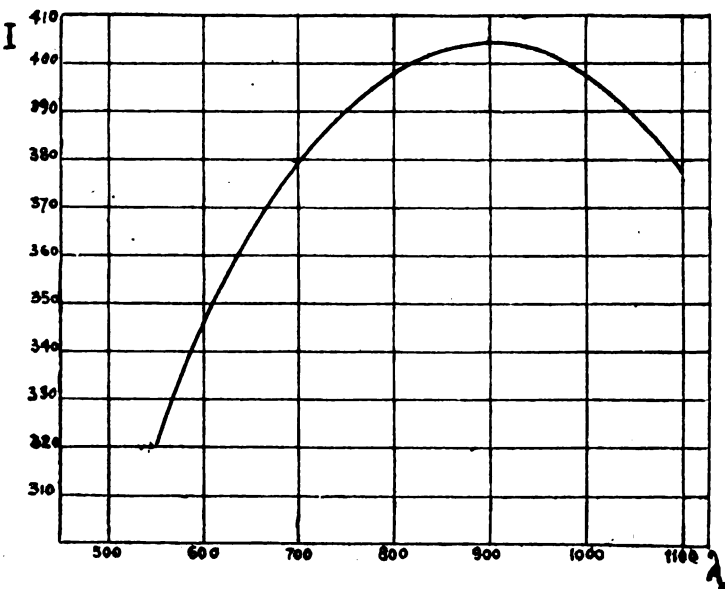


Fig. 3.

zione della corrente in funzione di λ sia ancora la stessa già ricavata in fig. 3. Si ha allora

$$E_c = \frac{I}{\omega C_0} = \text{cost} \times \frac{AN}{R C_0} = \text{cost} \times \frac{AN L_0}{R \lambda^2}$$

e quindi:

$$E_c = \text{cost} \times \frac{1}{R \lambda^2}$$

In fig. 4 la curva A rappresenta il modo di variare di E_c in fun-

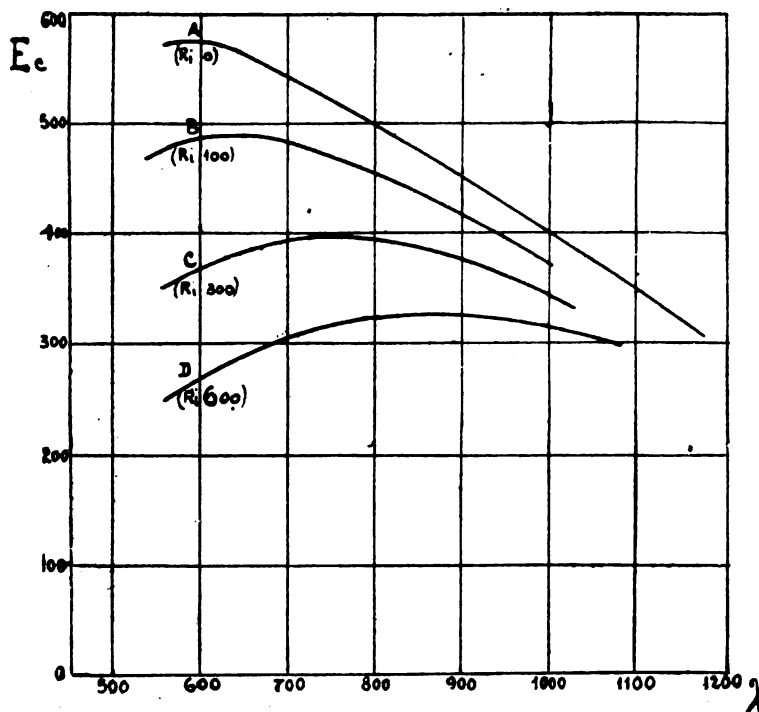


Fig. 4.

zione di λ per il caso teorico in cui la valvola ricevente non assorba alcuna potenza dal circuito. Per il caso in cui è da tenersi conto di una certa corrente assorbita dal circuito di griglia, gli AA. suppongono di sostituire a tale circuito una capacità C_i in serie con una resistenza

R_i , a loro volta in derivazione con C_v e C_d (fig. 4 bis). L'aumento di resistenza ΔR dovuto alla resistenza R_i può allora essere calcolato in base alla formula:

$$\Delta R = R_i \times \left(\frac{C_i}{C_0} \right)^2$$

in cui ora $C_0 = C_v + C_d + C_i$

Le curve B, C, D della fig. 4 danno la variazione della tensione ai capi di C , in funzione della lunghezza d'onda, quando la resistenza complessiva del circuito è $R + \Delta R$ essendo R dato dalla fig. 2 ed essendosi calcolato ΔR in base a un valore R_i di 100 Ohm per la curva B, 300 per la curva C e 600 per la curva D. In pratica il valore

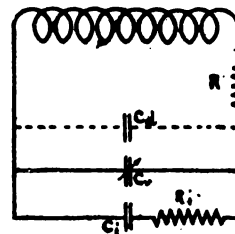


Fig. 4 bis.

di R dipende dal tipo di valvola e dal modo con cui essa viene usata per le varie lunghezze d'onda. Generalmente parlando però, la maggiore intensità di ricezione, per un dato telaio, si ha per le lunghezze d'onda più piccole, per le quali sono richiesti minori valori di capacità. Così, nel caso pratico in parola, le condizioni di ottimo per la ricezione si hanno per una lunghezza d'onda compresa fra 500 e 600 metri; la lunghezza d'onda naturale del telaio considerato essendo di circa 400 metri.

Tali condizioni di ottimo per la ricezione, quando l'apparato ricevente sia attaccato ai capi del condensatore, non coincidono con le condizioni di ottimo nei riguardi radiogoniometrici, entrando in gioco un altro fattore importante, di cui non si è tenuto conto finora, vale a dire la capacità verso terra di tutto l'insieme costituito dal telaio e dall'apparato ricevente. Tale capacità non è simmetricamente distribuita e porta di conseguenza una distorsione del diagramma a 8. Le posizioni di zero vengono a mancare e le proprietà direttive del telaio risultano indebolite.

Riferendosi alla fig. 5 si vede che, ad influire sulla differenza

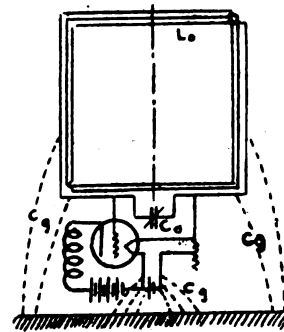


Fig. 5.

di potenziale, che aziona la valvola ricevente, intervengono tre diverse cause e cioè: 1° la corrente ricevuta in L_0 per effetto diretto dell'onda elettromagnetica in arrivo. 2° la tensione derivante dall'azione diretta dello stesso campo elettromagnetico sul circuito della valvola attraverso la capacità C_g . 3° la corrente secondaria dovuta alla non simmetrica distribuzione della stessa capacità C_g . Il modo con cui queste tre diverse cause influiscono sul diagramma di ricezione, dipende dalla diversa entità relativa di esse. La prima

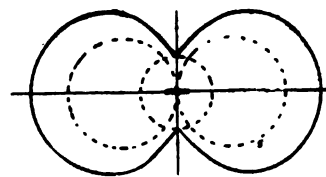


Fig. 6.

è quella che da sola darebbe l'esatto diagramma a 8. La seconda deforma il diagramma come in fig. 6 (linea continua), la terza lo deforma come in fig. 7. Il diagramma risultante, quando si tenga conto delle tre cause simultaneamente, è rappresentato in fig. 8. Si vede così che le posizioni di zero vengono a mancare e sono sostituite da posizioni di minimo più o meno marcato, che non sono più a 180° l'una dall'altra. Ad eliminare od almeno attenuare tali

inconvenienti, occorre evitare di usare il radiogoniometro sulla sua lunghezza d'onda naturale, senza troppo sacrificare però la sua efficienza di ricezione e rendere il più possibile simmetrica la capacità verso terra di tutto il sistema ricevente. Ciò può essere fatto mediante l'aggiunta di opportuni condensatori C_1 , C_2 (fig. 9) e pro-

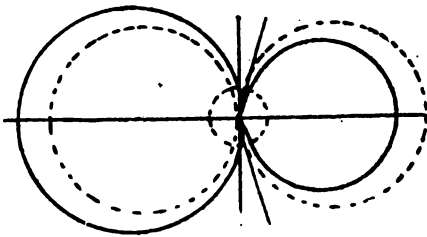


Fig. 7.

teggendo, con uno schermo S , da ogni influenza esterna, tutto l'insieme costituito da C_1 , C_2 , C_0 e dalla valvola ricevente, o meglio ancora mediante la sistemazione di circuito rappresentata in fig. 10 o quella rappresentata in fig. 11 in cui è usata una valvola a doppia griglia e doppia placca.

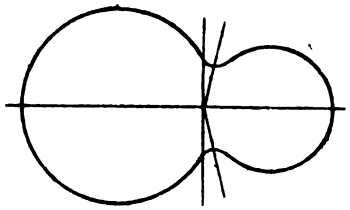


Fig. 8.

Gli AA. accennano quindi ai sistemi con cui si può determinare, oltre che la direzione dei segnali, il senso secondo cui essi arrivano. Ciò può esser fatto rendendo la caratteristica del telaio unidirezionale, esaltando ad arte gli effetti di distorsione della fig. 7, sbilanciando fortemente i condensatori C_1 , C_2 e mettendo a terra il

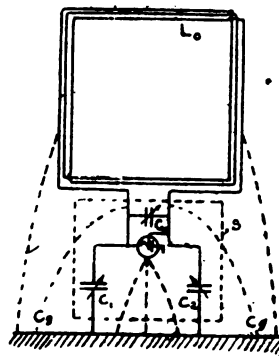


Fig. 9.

sistema ricevente attraverso una induttanza di sintonia L_0 (fig. 12). Si arriva così a dei diagrammi di ricezione come quello rappresentato in fig. 13 e in tal caso la provenienza dei segnali è subito ricavata. Un altro metodo per raggiungere lo stesso scopo, senza alterare la simmetria del sistema, è quello rappresentato in fig. 14, in

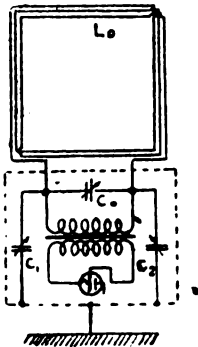


Fig. 10.

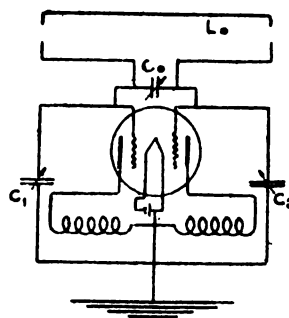


Fig. 11.

cui l'azione indiretta sul circuito L_0 , C_0 è prodotta, accoppiando induttivamente al telaio il circuito di terra L_0 , C_0 . L'induttanza L_1 serve, in tal caso, a mantenere la simmetria del sistema, compensando l'effetto di L_2 . Qualora l'effetto del circuito di terra non sia sufficiente a produrre il diagramma voluto, si può provvedere ad aumentare la capacità del sistema come in fig. 15.

Gli AA. riferiscono circa esperienze fatte con un telaio piegh-

vole e portatile, rilevando da più punti intorno al «Bureau of Standards» una stazione trasmittente situata nel recinto del Bureau stesso, con risultati ottimi, eccettuato il caso in cui il radiogoniometro trovavasi in vicinanza di grosse strutture o di linee elettriche, che provocavano considerevoli errori dovuti a distorsioni del fronte d'onda. Grande cura deve essere quindi messa nella scelta della posizione per una stazione radiogoniometrica a terra e, in caso di posto obbligato, occorre preventivamente determinare la curva di

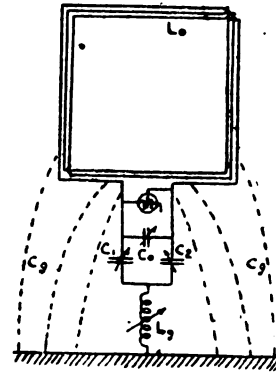


Fig. 12.

taratura del radiogoniometro stesso, per tener conto degli errori dovuti alle influenze locali.

Benchè l'uso del telaio, sia per la semplice ricezione, sia per radiogoniometria abbia avuto svariatissime applicazioni, la più importante è forse quella che si riferisce alla navigazione ed è principalmente con questo scopo, che le esperienze furono intraprese e sviluppate dal «Bureau of Standards». Le prime prove furono fatte nel 1916 e, dopo una sosta causata dalla guerra, furono attivamente

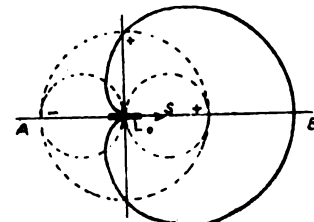


Fig. 13.

riprese nel 1919. Una stazione radiogoniometrica sperimentale venne sistemata su di un battello fanale, mentre su altri venivano installati apparati trasmettenti a scintilla e a valvola. La massima portata di questi ultimi era espressamente mantenuta al di sotto delle 20 miglia. Molta cura fu posta per la taratura del radiogoniometro, con lo scopo di determinare la natura e l'ampiezza della distorsione delle onde dovuta alle masse metalliche della nave. Tale taratura veniva sempre fatta avendo cura che l'antenna r. t. di bordo fosse comple-

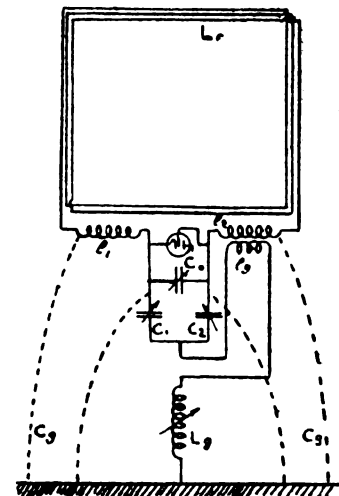


Fig. 14.

tamente fuori sintonia e messa allo scafo, in modo che l'insieme avesse un periodo di oscillazione proprio molto diverso da quello dei segnali in arrivo. Il radiogoniometro era messo all'incirca al centro, sull'asse longitudinale della nave, in modo che le masse metalliche di bordo costituissero un tutto simmetrico rispetto ad esso. In tali condizioni le curve di taratura relative alle lunghezze d'onda di 400, 500, 600 m ottenute per lo ship-light «Arbutus» sono quelle rappresentate in fig. 16. Esse ricordano le curve di deviazione quadrante delle bussole.

Gli ottimi risultati ottenuti portarono alla installazione permanente di varie stazioni destinate a trasmettere segnali speciali per la navigazione in tempo di nebbia. Per tali segnali speciali si preferì adottare delle serie di punti, risultando così essi più facilmente riconoscibili, anche a personale non specialista. La lunghezza di onda usata si aggira sui 1000 metri.

Gli AA. danno poi notizie abbastanza particolareggiate circa lo apparato radiogoniometrico sistemato fin dai primi tempi sul battello-

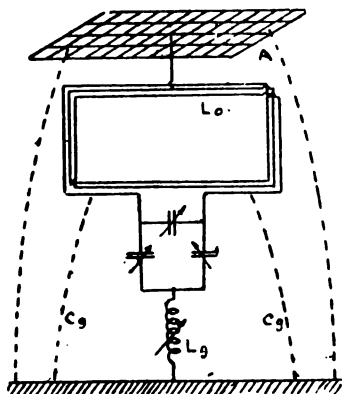


Fig. 15.

fanale «Tulip», come esempio interessante di una installazione radiogoniometrica per nave. Il radiogoniometro consiste in un telaio con ossatura quadrata rigida di circa m 1,20 di lato, su cui sono avvolte 11 spire di filo isolato; tale telaio poggia su cuscinetti a sfere ed è solidale con un asse, che scende in basso, nella cabina del capo fanalista, al centro della chiesuola della bussola magnetica. Un indice, opportunamente sistemato, serve a riferire direttamente al Nord bussola i rilevamenti presi. La curva di taratura, ricavata

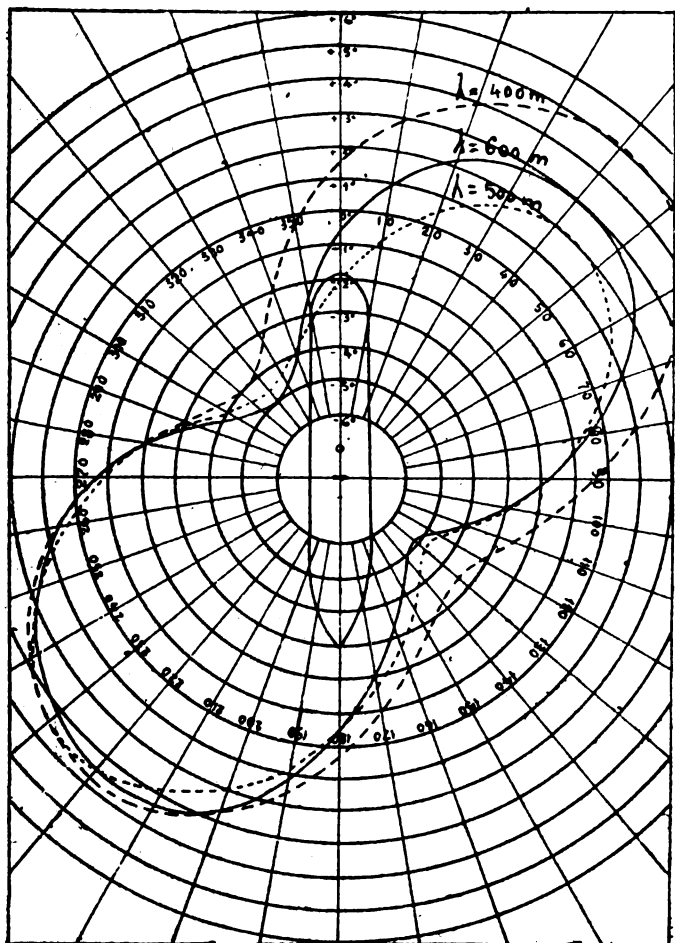


Fig. 16.

per confronto con rilevamenti presi per via ottica, risultò quasi esattamente sinoidale; la massima deviazione si ha quando la direzione dei segnali è all'incirca a 45° dall'asse longitudinale della nave, cioè quando è massima la dissimmetria delle masse di ferro; la deviazione è nulla o quasi, quando la direzione dei segnali è per chiglia oppure al traverso. Ciò naturalmente è valido soltanto quando il radiogoniometro è al centro del bastimento. Il circuito elettrico del radiogoniometro è rappresentato in fig. 17. L_0 e C_0 formano il circuito principale, che è messo in sintonia con l'onda in arrivo; ai capi di C_0 , o direttamente o attraverso un trasformatore di tensione P , è

attaccato l'apparato ricevente. Questo consiste in un amplificatore a 3 stadi ad alta frequenza e due a bassa. Il ricevitore telefonico T è messo in una posizione fissa e a sufficiente distanza dalla bussola magnetica, perchè i suoi magneti non possano influenzare la bussola stessa. Da tale ricevitore parte un tubo di ottone, il quale fa capo a uno spezzone di tubo di gomma, che, a sua volta, finisce alla cuffia telefonica dell'osservatore. Una risonanza acustica è ottenuta, variando la lunghezza del tubo di ottone.

Il circuito secondario del radiogoniometro è comandato dall'interruttore S . Quando questo è abbassato sulla destra, l'armatura centrale del doppio condensatore C_2 è direttamente messa a terra. Tale condensatore serve a ottenere la simmetria del sistema rispetto alla terra e ciò è fatto muovendo opportunamente a destra o a sinistra l'armatura centrale. Quando invece S è abbassato a sinistra, la presa di terra è fatta attraverso al piccolo condensatore C_2 e al circuito $L_1 C_1$. Il sistema diventa dissimmetrico e, mediante una opportuna regolazione di C_2 e di $L_1 C_1$, si può rendere il telaio completamente unidirezionale.

Gli AA. concludono affermando decisamente che il radiogoniometro o radiobussola, così come da essi è stato rappresentato, costituisce un reale effettivo aiuto per la navigazione, specialmente in tempo di nebbia. Esso può dare, quando installato e tarato opportunamente, risultati pienamente attendibili. Il dispositivo è essenzial-

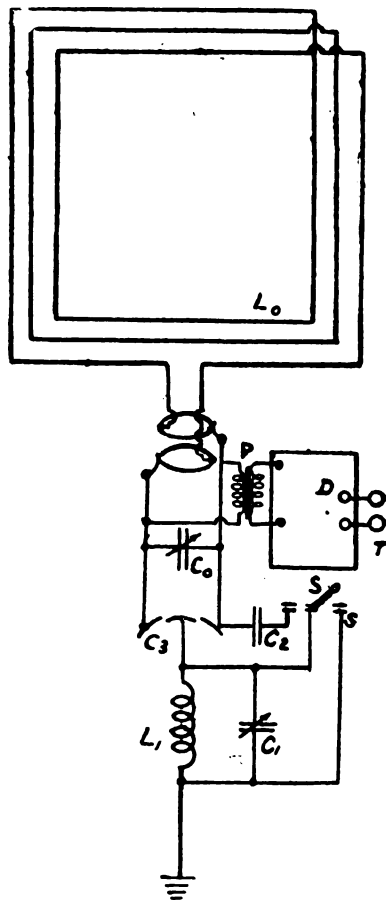


Fig. 17.

mente un strumento nautico e conviene sia sistemato a bordo, per essere usato direttamente da chi naviga. Il concetto di sistemare i radiogoniometri in terra è secondo gli AA, fondamentalmente sbagliato; esso porta ad errori e ritardi ed anche nelle migliori condizioni il tempo necessario perchè i rilevamenti vengano prima richiesti, e poi presi e trasmessi, è troppo grande. Per mantenere un servizio continuativo nelle diverse stazioni in terra, occorre un personale numeroso, il quale deve stare continuamente in ascolto, per essere chiamato a funzionare soltanto occasionalmente. Ciò porta a una grande responsabilità e spesa da parte del governo. Le stazioni trasmettenti invece, la cui posizione è ben precisata sulle carte di navigazione, possono essere installate con una spesa piccolissima: esse entrano a far parte del servizio dei fari, dei fanali e delle altre segnalazioni marittime. Nessun aumento di personale è necessario essendo sufficiente quello già esistente per il servizio fari e fanali.

Il costo di una installazione radiogoniometrica per nave è piccolissimo, trascurabile anzi, in confronto dei servizi che essa può rendere, nei riguardi della sicurezza della navigazione. L'utilità del radiogoniometro va poi oltre al semplice fatto dei rilevamenti presi in vicinanza di coste; esso può servire a determinare la rotta di altri bastimenti vicini in tempo di nebbia, oppure di navi in pericolo e che hanno bisogno di soccorso.

Per la sicurezza della navigazione in tempo di nebbia, ogni nave al largo dovrebbe trasmettere dei segnali speciali a intervalli frequenti, con l'aiuto del radiogoniometro ogni altra nave, a portata di segnale, potrebbe così regolare la sua rotta e procedere con sicurezza e senza ritardo.

U. So.

*

A. MEISSNER — La resistenza di presa di terra delle antenne r. t. (The Yearbook of Wireless Telegraphy, 1922, pag. 1235).

La Società Telefunken, in base ad una serie di esperienze eseguite per stabilire quali fossero i migliori tipi di antenna, ha constatato che :

- 1) La resistenza di radiazione è proporzionale a h^2/λ^2 per tutte le forme di antenna.
- 2) Se l'altezza media dell'antenna è all'incirca la medesima, la sua forma non ha grande influenza sulle proprietà radiative. Le antenne ad ombrello, a T e ad L, sono equivalenti, se hanno eguali le prese

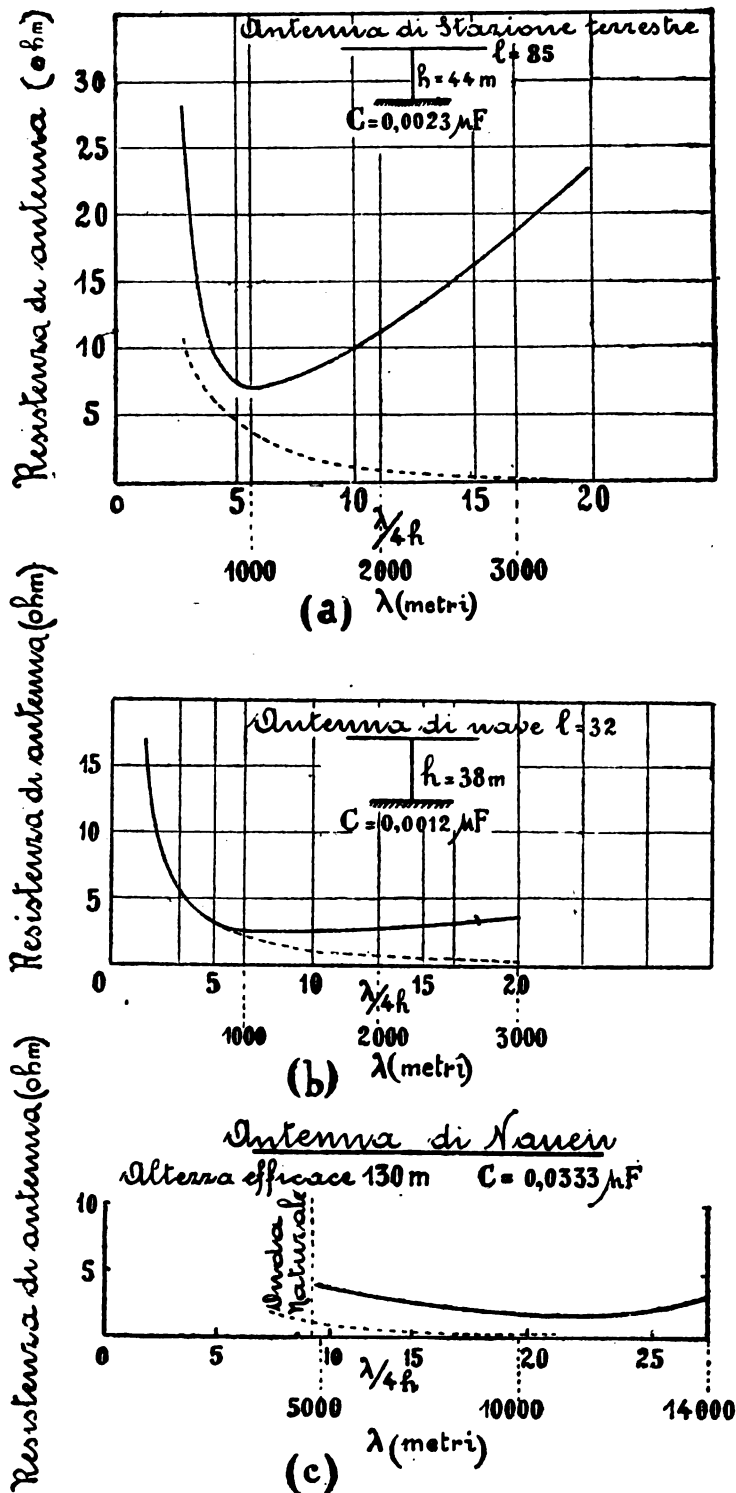


Fig. 1.

di terra o i contrappesi. Non è conveniente che una antenna a L abbia una lunghezza l maggiore di quattro volte l'altezza h ; ciò a causa delle perdite nel suolo.

3) L'effetto direttivo di antenna a L è praticamente trascurabile quando il rapporto $\frac{\lambda}{2h}$ è maggiore del 20 per cento.

L'A. esaminando le difficoltà che presenta il problema di ridurre la resistenza di terra, accenna come, nelle stazioni di grande portata, pur essendosi aumentate le altezze efficaci mediante l'uso di altissimi piloni, si sono tuttavia ottenuti valori massimi di resistenza di radiazione

variabili appena fra 0,1 e 0,3 ohm a cagione delle grandi lunghezze d'onda adoperate ($\lambda = 12000 \div 20000 \text{ m}$). Per contro si sono avuti valori di resistenza di terra fra 1,5 e 5 ohm. Per tal fatto, anche prescindendo dal rendimento del generatore di oscillazioni, i valori del rendimento di radiazione delle antenne variano dal 5 % al 15 %.

Per migliorare questo rendimento è sopra tutto necessario ridurre quanto è possibile la resistenza di terra.

Il Meissner dà alcuni diagrammi (fig. 1) che rappresentano come variano le resistenze totali di antenna al variare della lunghezza d'onda,

o piuttosto del fattore $\frac{\lambda}{4h}$, nel caso: a) di una antenna normale di stazione terrestre; b) di una antenna di nave; c) di una antenna di stazione di grande portata. Le curve mostrano che l'antenna di una stazione di grande potenza avente una capacità di $33 \mu\text{F}$ ha una resistenza molto minore ($2 \div 3 \text{ ohm}$) di quella di una piccola antenna terrestre a T avente una capacità di $2,3 \mu\text{F}$, quando siano entrambe fatte funzionare con eguale rapporto fra la λ usata e l'altezza di radiazione. Si osserva quindi che la resistenza dell'antenna diminuisce quando si aumentano le dimensioni dell'antenna stessa. (La resistenza di radiazione è indicata nella fig. 1 dalle linee punteggiate).

Nel 1913 e nel 1918, M. Abraham trattò teoricamente il problema della similitudine applicato alle antenne r. t. e concluse che: il prodotto della resistenza della terra per le dimensioni lineari dell'antenna è una costante. Secondo la teoria di Abraham la resistenza di terra di una antenna si ridurrebbe dunque a metà se, per eguale conduttività del suolo, le dimensioni e la lunghezza d'onda usata si aumentassero del rapporto

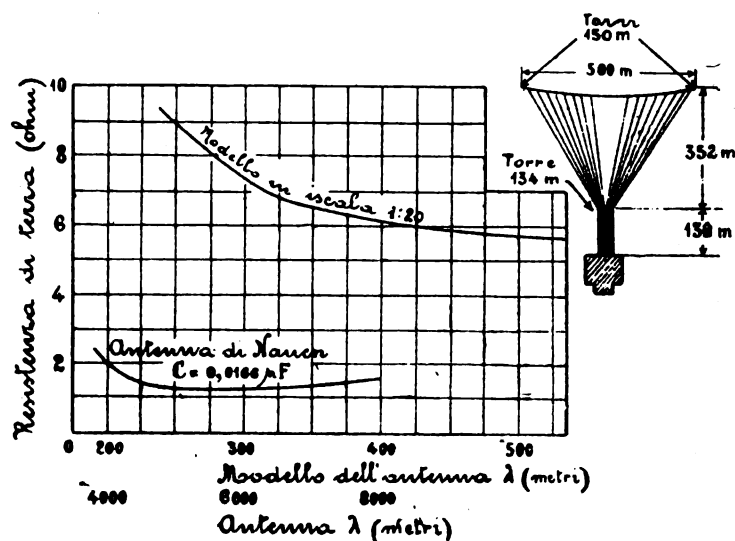


Fig. 2.

da 1 a 2. Le curve della fig. 1-a e 1-c e maggiormente quella della fig. 2 mostrano che questa teoria non è rigidamente convalidata dalla pratica. La fig. 2 rappresenta le curve della resistenza vera di terra di una grande antenna ad L a forma di ventaglio, avente: altezza media 80 m; lunghezza 400 m; larghezza all'estremità 500 m; capacità $16,6 \mu\text{F}$ e

quella della resistenza di terra di un modello in scala $\frac{1}{20}$. Si osserva che la resistenza, pur riducendosi di molto, non diminuisce nel rapporto $\frac{1}{20}$ anche a parità di stato di umidità del suolo. E' pur tuttavia molto difficile accertarsi che la conduttività del suolo sia esattamente la stessa presso i fili di terra a una profondità da 2 a 5 cm, e ad una profondità da 40 a 60 cm.

E' importante il problema di conoscere come può ridursi la resistenza di terra, per una data lunghezza d'onda, ampliando s-lamente l'antenna. Le curve della fig. 3 si riferiscono a questo pro-

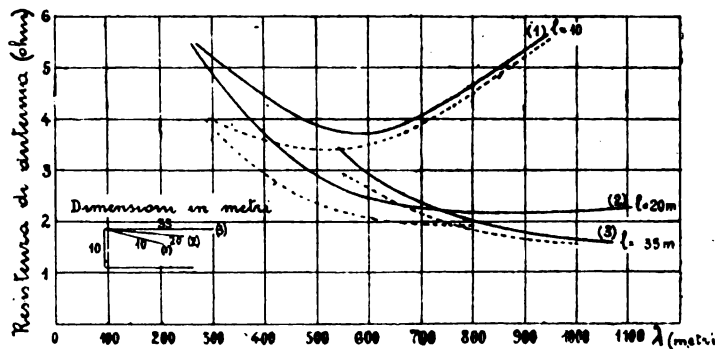


Fig. 3.

blema e particolarmente al caso di una antenna avente le seguenti caratteristiche: tipo ad ombrello; altezza 10 m; 12 fili variabili in

lunghezza successivamente da 10 a 20 a 35 m; campata dei raggi 60 m, 12 fili di terra lunghi 25 m ciascuno.

Le curve (di cui quelle a tratto pieno rappresentano la resistenza totale e quelle tratteggiate la resistenza di terra), mostrano il notevole miglioramento ottenuto, sulle grandi lunghezze d'onda, quando l'antenna viene portata da 10 a 20 metri, perchè, come si osserva, la resistenza scende molto più che proporzionalmente all'aumento di dimensione; p. es., per $\lambda=900$ m passando dall'antenna con raggi di 10 m a quella con raggi di 20 si ha una riduzione di resistenza da 5,3 a 2 Ω .

Per spiegarsi le proprietà del sistema antenna-terra, si può im-

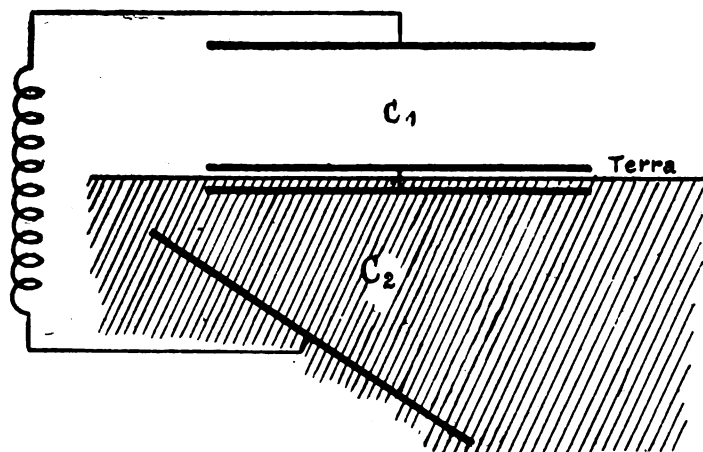


Fig. 4.

maginare che l'antenna costituisca il condensatore ad aria C_1 (fig. 4) in serie col condensatore C_2 avente un cattivo dielettrico. Lo schema equivalente sarebbe quello, in cui anche C_2 è un condensatore ad aria, ma avente in parallelo una resistenza ohmica. La corrente totale fornita dal generatore aumenta coll'aumentare della capacità C_2 e col diminuire della lunghezza d'onda a parità di f e m . impressa. La resistenza effettiva risultante R aumenta quindi coll'aumentare della lunghezza d'onda e diminuisce coll'aumentare della capacità C_2 . In generale C_2 aumenta coll'aumentare della capacità dell'antenna C_1 , e quindi R si riduce se cresce la capacità dell'antenna. (Tuttavia per certe forme di antenna non accade che all'aumento di C_1 corrisponda un aumento di C_2 ; come può avvenire ad es., per un'antenna ad L di date dimensioni).

Sembrerebbe quindi che in generale uno dei mezzi per diminuire la resistenza di terra, fosse quello di aumentare la capacità dell'antenna. In pratica però, a cagione della poca diversità che ne risulterebbe fra la lunghezza d'onda fondamentale dell'aereo e quella di esercizio, si avrebbe per altro verso aumento di resistenza dovuto alla prossimità della frequenza usata alla frequenza naturale del sistema. E' quindi difficile poter ridurre la resistenza al di sotto di 2 o 2,5 ohm, anche colle più favorevoli condizioni di capacità. Questo metodo di ridurre la resistenza di terra non è poi utilizzabile nel caso di antenne fortemente dissimetriche, perchè in tal caso la resistenza anzichè diminuire, può crescere coll'aumentare della ca-

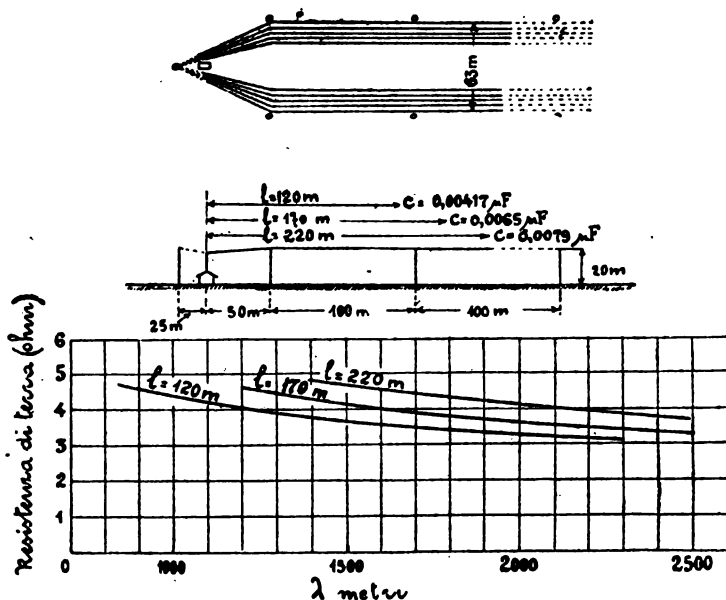


Fig. 5.

pacità. La fig. 5 dà le curve di resistenza di una antenna a L di diverse lunghezze (piloni alti 20 m; larghezza dell'antenna 63 m; 10 fili; lunghezza 120, 170, 220 metri, capacità μF 4,17; 6,5 e 7,9 ri-

spettivamente. Da queste curve si può osservare che ad un aumento della capacità dell'aereo nel rapporto da 1 a 2, corrisponde un aumento di resistenza dal 20 al 30%. (Vedere le curve per 120 e 220 metri, per $\lambda=1500$ m). Per contro la fig. 6 mostra la variazione di

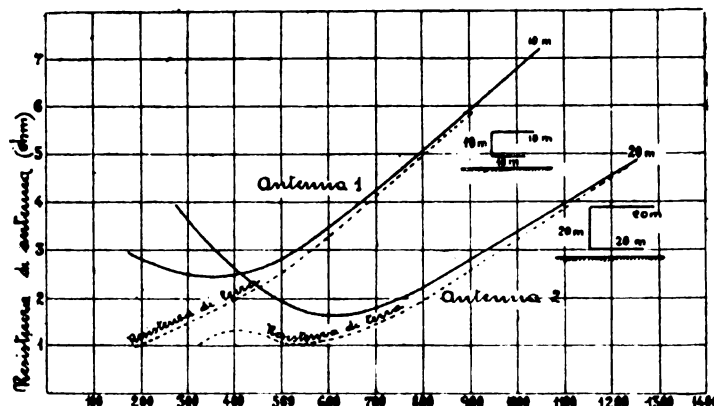


Fig. 6.

resistenza che si ottiene modificando tutte le dimensioni nel rapporto da 1 a 2 e adoperando il sistema del contrappeso, nel caso di due antenne rispettivamente di m 10 e m 20 di altezza, e m 10 e m 20 di lunghezza, aventi in ciascuno caso 8 fili, con un contrappeso di 8 fili, lunghi 10 m dapprima, e 20 m poi. In questo caso, per la medesima lunghezza d'onda, ($\lambda > 500$ m) si osserva che l'aumento di capacità dell'antenna ha per effetto una forte riduzione di resistenza. Questo si verifica coll'aumentare della capacità, anche se l'altezza dell'antenna e la lunghezza d'onda rimangono invariate. La

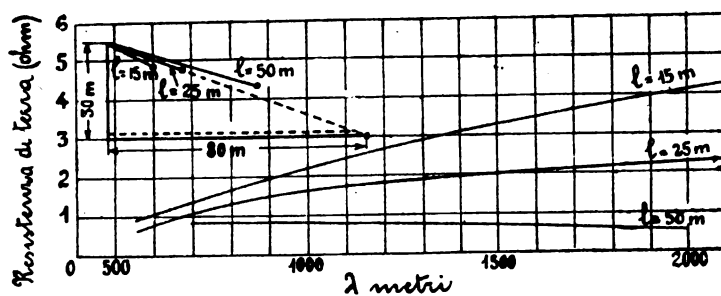


Fig. 7.

fig 7 mostra analoghi risultati ottenuti impiegando un contrappeso più ampio. Il tipo di antenna ad ombrello di 12 fili, aveva in questo caso una altezza di 30 m, una campata di ciascun raggio di 80 m e una lunghezza dei fili, variabile da 15 a 25 e 50 m, con che si aveva una capacità di 1,1-1,56 e 3 μF rispettivamente. Il contrappeso consisteva in 50 fili lunghi 40 m. Fu verificato che la resistenza diminuiva notevolmente colla capacità, e si riuscì a portarla al disotto di 1 ohm, cioè al più basso valore che si possa ottenere usando una presa di terra, anche se la capacità dell'antenna fosse grandissima.

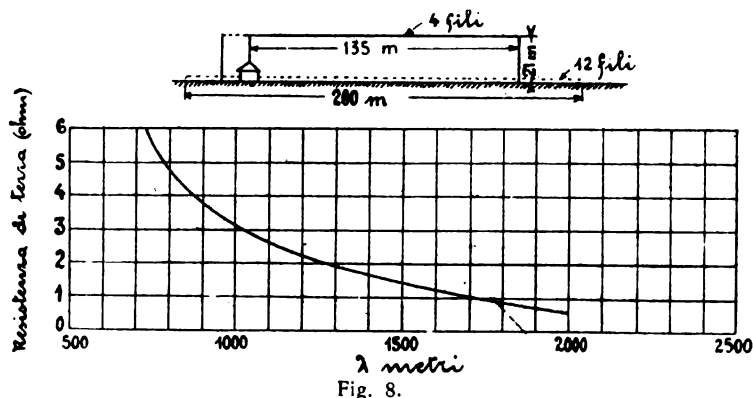


Fig. 8.

La fig. 8 dà i valori corrispondenti ad una antenna con un contrappeso più grande (antenna 4 fili di 135 m, altezza 21 m, contrappeso di 12 fili di 200 m). Si osserva che in questo caso le resistenze sono grandi per piccole lunghezze d'onda, ma possono essere ridotte al disotto di 1 Ω impiegando lunghezze d'onda maggiori.

Nel 1915 fu costruito alla Stazione di Sayville, in America, un contrappeso maggiore, e su di esso furono eseguite notevoli misure dal prof. Zenneck. A quel tempo l'antenna era del tipo ad ombrello, avente un raggio di circa 240 m, una capacità di 13,1 μF ed un'altezza media di circa 65 m. Il contrappeso si estendeva un po' oltre l'area sottostante all'antenna ed aveva 56 fili, ciascuno lungo 265 m e posti ad una altezza di 2,5 m sul suolo. L'acqua nel sottosuolo si trovava

ad una profondità di 6 m. La resistenza totale dell'antenna era 1,55 Ω , (per $\lambda=4640$ m), composta di una resistenza di terra di 0,3 $\div$ 0,6 Ω , una resistenza di radiazione di 0,31 ohm ed una resistenza dovuta agli avvolgimenti di 0,7 ohm. Anche questo contrappeso non era di dimensioni sufficienti, come è stato dimostrato dal sistema di terra costruito dal Rendahl a Karlsborg in Svezia. Qui vi esisteva una antenna del tipo tubolare sospesa fra due alberi alti 210 m, la lunghezza della gabbia era di 400 m ed il diametro 30 m. Si componeva di 60 fili ed aveva una capacità di 8,9 μF . Il suolo al di sotto dell'antenna è roccioso ed era coperto da un contrappeso fitto che si estendeva per oltre 400 m. I fili del contrappeso erano tesi ad una altezza di 5 m sul suolo, ad una distanza di 3 m tra loro, ed erano sostenuti da 500 pali telegrafici. Per la costruzione del contrappeso furono impiegati 400 chilometri di filo di rame di 1 mm di diametro. Rendahl dà per la resistenza di questa antenna i seguenti valori:

Lunghezza d'onda	Resistenza di radiazione	Resistenza totale
3600	4,95	5,2
5400	2,2	2,9

Poichè le resistenze totali sopra elencate comprendono la resistenza della gabbia d'induttanza e detta gabbia ha una induttanza di 90 μH con una resistenza di circa 0,7 ohm per $\lambda=5400$ m, la resistenza di terra deve essere minore di 0,1 ohm. Questo risultato, così eccezionalmente favorevole, non può ottenersi che con forti spese, ed il costo aumenterebbe notevolmente per una stazione di grande potenza avente una antenna molto ampia.

E' per questa ragione che la Gesellschaft für Drahtlose Telegraphie (Telefunken), fu costretta a tornare al criterio delle prese di terra. Dopo numerosi esperimenti fu trovato un dispositivo per mezzo del quale si poterono ottenere piccole resistenze dell'ordine di quelle raggiunte dal Rendahl coll'uso di grandi contrappesi. Il principio adottato è quello di fare le prese di terra esattamente nel punto in cui le linee di forza elettrica dell'antenna entrano nel suolo, in modo da evitare i lunghi percorsi della corrente nel terreno e le relative perdite; oppure quello di distribuire la corrente del generatore a un certo numero di punti di prese di terra, in modo che ciascuna presa porti solo tanta corrente quanta corrisponde alle linee di forza che dall'antenna entrano nel suolo in prossimità di quel punto.

Le prese di terra dovrebbero porsi in prevalenza là dove entra nel suolo il maggior numero di linee di forza. Per tutti i tipi di antenna la parte, ove le linee di campo elettrico entrano nel suolo in maggior numero, giace al bordo estremo dell'area coperta dall'antenna. Questo fatto può anche essere dedotto dalla formula di Austin per la determinazione approssimativa della capacità di una antenna:

$$C = \left(0,88 \frac{a}{h} + 4 \sqrt{a} \right) \times 10^{-2} \mu\text{F}$$

dove a è l'area dell'antenna ed h è la sua altezza media rispettivamente in m^2 ed in m. La capacità si può quindi considerare come costituita di due parti corrispondentemente ai due addendi della formula: la prima è quella del semplice condensatore piano senza dispersione avente le armature di area eguale a quella dell'antenna, e la seconda è quella relativa allo spazio esterno alla proiezione dell'antenna sul suolo. Per un'antenna di stazione di grande potenza, avente un raggio di 500 m ed una altezza di 200 m, la seconda parte

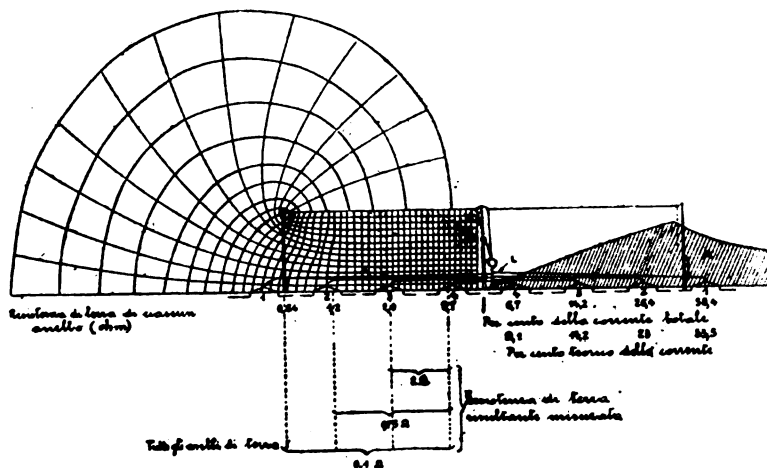


Fig. 9.

è leggermente maggiore della prima. La distribuzione della corrente che entra nel suolo si può ottenere esattamente dal campo di forza dell'antenna secondo la teoria di Maxwell (fig. 9). La superficie del suolo sotto l'antenna (supposta approssimativamente in forma di disco) si divide in un certo numero di anelli di eguale ampiezza (per esempio 1 m). Se si determina il flusso delle linee di campo che en-

trano in ciascuno anello e si mette in diagramma, la corrente totale dovuta alle linee di campo che entrano nel suolo, può essere rappresentata dall'area tratteggiata A della fig. 9. Il centro di gravità di questa area di corrente giace presso il bordo dell'area coperta dall'antenna, cosicchè se i percorsi della corrente attraverso il suolo devono ridursi il più possibile, le prese di terra dovrebbero essere fatte sul bordo dell'area sottostante all'antenna e ad esse dovrebbero essere portati i conduttori di corrente che partono dal trasmettitore. Se invece la corrente viene portata alla terra nel centro dell'antenna, la corrente complessiva che entra nel suolo al di là dell'area coperta dall'antenna stessa (cioè più della metà della corrente totale di antenna) deve ritornare indietro attraverso la terra per l'intero raggio dell'antenna. Nel lato destro della fig. 9 è indicata la distribuzione della corrente di un'antenna (che fu costruita come modello in scala 1:20) per una stazione di grande potenza. Questa antenna era di forma pentagonale, avente un raggio di 25 m, una altezza di 10 m sul suolo e una capacità di 2 μF . Le prese di terra furono disposte sotto l'intera antenna, in quattro anelli concentrici estesi oltre l'area sottostante all'antenna per una lunghezza eguale all'altezza dell'antenna stessa. Ogni presa di terra era di forma stellata. Nell'anello esterno furono disposte 28 stelle, 25 nel secondo, 15 nel terzo e 5 nel quarto. Fra il primo anello ed il centro dell'aereo furono stabilite 18 connessioni, 13 dal secondo, 8 dal terzo e 2 dal quarto. Queste connessioni furono assicurate all'albero centrale ad una altezza di circa 3 m. Tutte le connessioni di terra in ciascun anello furono collegate insieme e la distribuzione della corrente ai vari anelli poteva variarsi a volontà regolando le connessioni all'avvolgimento L (fig. 9) o agguindando, se necessario, più o meno induttanza in ciascuna presa di terra. Se per mezzo di questa induttanza si regolavano le correnti in modo che l'intero sistema avesse la minima resistenza, la corrente totale nei quattro anelli risultava distribuita secondo i numeri riportati sul lato destro della fig. 9. Si osserva che l'anello più esterno porta oltre il 50% della corrente totale. La parte destra della fig. 9 rappresenta la distribuzione della corrente in ciascun anello, e la parte di sinistra dà i valori delle diverse resistenze di terra misurate impiegando varie combinazioni di prese di terra. Come si osserva, quando si impiegava soltanto il quarto anello, cioè quello più interno, si otteneva una resistenza di 5,7 ohm, valore ragionevole per una antenna di queste dimensioni. Usando invece soltanto l'anello più esterno, la resistenza scendeva a 0,64 ohm e combinando tutti gli anelli insieme la resistenza scendeva a meno di 0,1 ohm. Questa resistenza fu misurata a varie lunghezze d'onda. Per λ variabile da 400 m a 1300 la resistenza aumentava leggermente; per $\lambda=1835$ m risultava ancora minore di 0,4 Ω . Queste misure mostrano che le prese di terra sotto la parte centrale dell'antenna, hanno poco valore e potrebbero essere trascurate.

In base alle misure e alla teoria del modello di antenna di Abraham, si può prevedere che la resistenza di una antenna 20 volte più grande rimarrebbe al disotto dei valori sopra citati e, in conseguenza, si può concludere che sarebbe necessario un minor numero di anelli di presa di terra. Uno schema di presa di terra di questo tipo è proposto per il progettato ampliamento della Radio Nauen. Dato che l'antenna di detta Radio avrà un'altezza media efficace da 190 a 200 m, la resistenza di radiazione sarà da 0,3 a 0,33 ohm per $\lambda=12600$ metri. Poichè la resistenza dell'induttanza addizionale d'antenna può essere ridotta al disotto di 0,3 ohm, la resistenza totale dell'antenna dovrebbe risultare fra 0,6 e 0,7 ohm. Il rendimento di radiazione della nuova antenna sarebbe così circa il 50% anzichè il 7,5% come è attualmente.

M. Za.

* *

VARIE.

Gli autobus ed i tram in Inghilterra. (E. T. Z., N. 36 del 7 settembre 1922, pag. 1132).

Nell'articolo vengono sommariamente esaminati i principali tipi di vetture tramviarie che si trovano in attività di servizio in Inghilterra.

Mentre nel continente tutte le amministrazioni esercenti tramvie pubbliche, si sono pressochè esclusivamente orientate verso un genere unico di vettura (su rotaie, ad un piano e con piattaforme alle estremità), in Inghilterra sono attualmente in uso vetture elettriche di vario tipo, in parte costruttivamente diverse dalle nostre (vetture a due piani, vetture senza rotaie o « trolley-bus »), non solo, ma anche nell'esercizio è stata introdotta una importante modificazione, facendo talvolta disimpegnare l'intero servizio ad una sola persona (conduttore).

Nonostante che alla vettura a due piani sia da rimproverare l'inconveniente delle fermate eccessivamente lunghe, pure il suo impiego è molto frequente nelle grandi città inglesi, attesa l'economia nelle spese di esercizio che essa permette di realizzare.

A Londra è stato recentemente messo in servizio un nuovo tipo di tali vetture (su due truck e con due motori da 60 HP) che può contenere complessivamente 78 passeggeri: 32 nel piano inferiore e 46 nel superiore il quale è completamente chiuso e si estende per l'intera lunghezza della vettura.

La « London United Tramways Ltd » ha in servizio a Kingston vetture ad un solo piano, servite dal solo conduttore; la salita e la discesa dei passeggeri avvengono dalla parte anteriore sotto il controllo e la sorveglianza del conduttore stesso. I passeggeri, salendo, gettano il danaro della corsa in un apparecchio automatico che distribuisce 5 diverse specie di biglietti: nell'interno della vettura,

un apparecchio avvisatore (azionato da uno degli assi) segnala di continuo ai viaggiatori il punto ove la vettura si trova. Speciali dispositivi di sicurezza sono applicati per evitare che eventuali errori del conduttore possano causare delle disgrazie.

La « Newcastle Corporation Tramway » ha proceduto alla trasformazione di una parte delle proprie vetture di tipo ordinario chiudendone con vetri le piattaforme ed aggiungendo superiormente un altro piano il quale si estende per circa 2/3 della lunghezza dell'intera carrozza. Il piano inferiore contiene 38 posti e quello superiore, 28: in totale 66 posti a sedere. Se poi si tien conto della capacità delle piattaforme, tali vetture possono ospitare circa 90 passeggeri. Ad evitare reciproco impedimento e ad abbreviare quindi i tempi di fermata, la salita e la discesa dei passeggeri si effettuano da due porte distinte: e precisamente la prima da quella posteriore e la seconda da quella anteriore. A Newcastle, sono anche in servizio

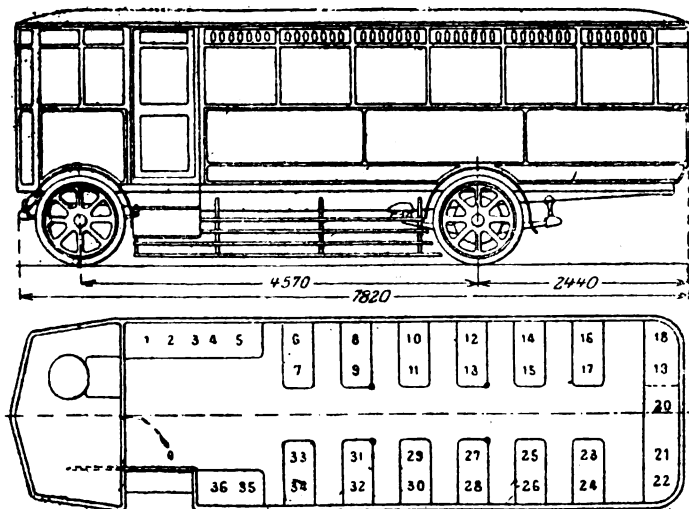


Fig. 1.

vetture nelle quali il piano superiore, interamente chiuso, si estende per l'intera lunghezza della carrozza; le scale in tal caso sono naturalmente interne: si ha così il vantaggio di evitare eventuali disgrazie ai passeggeri che le percorrono durante il moto della vettura.

Le vetture a due piani di Huddersfield (Yorkshire) hanno il piano inferiore completamente chiuso e quello superiore lateralmente aperto alle estremità; mentre in quelle di Liverpool hanno piattaforma aperte entrambi i piani.

A Bradford, come in altre grandi città inglesi, sono anche in servizio i così detti « trolley-bus », vetture ad uno o due piani, munite di trolley, ma che non richiedono la installazione di rotaie. (Un tipo simile di vettura fu anche in uso in Germania qualche anno fa; ma è ora pressoché completamente scomparso, per i danni che arrecava alle strade, non essendo munito di gomme). Le vetture ad un

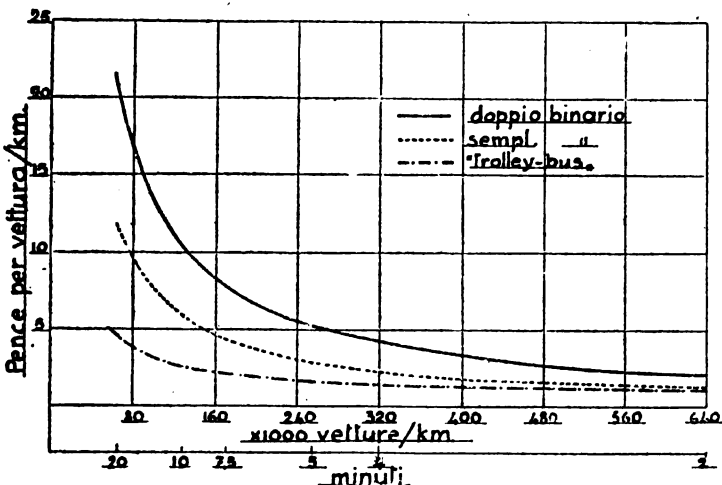


Fig. 2.

piano hanno trenta posti a sedere e sono servite dal solo conduttore; quelle a due piani possono contenere cinquantanove passeggeri seduti, e sono mosse da un motore di 70 HP applicato all'asse posteriore. hanno un triplice freno: a mano, a pedale ed elettrico.

Anche a Leeds si sono recentemente introdotti « Trolley-bus » a due piani: i motori sono qui in corrispondenza dell'asse anteriore, e per la presa di corrente servono, in corrispondenza dei due conduttori di linea, due trolley uno dei quali può peraltro assumere una posizione tale da permettere la marcia alla vettura anche su strade equipaggiate per tramvie ordinarie.

I nuovi « trolley-bus » della « Tee-Lide Railless Traction Board », rappresentati in pianta ed elevazione dalla fig. 1 sono ad un piano, e

con trentasei posti a sedere: l'intero servizio è anche qui disimognato dal solo conduttore.

I « trolley-bus » si presentano specialmente convenienti laddove il traffico non sia così intenso da giustificare e da remunerare le ingenti spese di impianto che richiede la installazione di una tramvia di tipo ordinario: le esperienze fatte in proposito a Bradford, hanno dimostrato che, mentre per l'armamento completo di un km. di strada tramviaria con semplice binario si richiedono 18.500 £ (e 33.400 £ se il binario è doppio), tale cifra scende a 6.500 £ con l'adozione dei « trolley-bus ».

Il diagramma riportato in fig. 2 permette poi di confrontare i tre sistemi ora citati nei riguardi delle spese di esercizio; in esso le ascisse rappresentano la prestazione annua in vetture-km (e gli intervalli corrispondenti in minuti primi tra una vettura e la seguente) e le ordinate, le spese di esercizio in pence per vettura-km.

L'aumentare della convenienza dei « trolley-bus » in confronto delle tramvie ordinarie col diminuire del traffico, appare da esso evidente, in maniera tutt'affatto quantitativa. f. n.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

MATERIALI.

La prova dielettrica degli oli isolanti. — Sono note le difficoltà, di ottenere dati attendibili riguardo alla rigidità dielettrica degli olii, in causa del loro comportamento spesso irregolare e saltuario.

Allo scopo di studiare tale fenomeno e le sue possibili spiegazioni L. R. Hayden e W. N. Eddy eseguirono ben 3000 prove diverse. Di esse 1500 furono eseguite con olio e precisamente: 500 con uno spinterometro a sfere poco distanziate, 500 con sfere più grandi e intervallo maggiore, e 500 con uno spinterometro a punta contro sfera per studiare l'effetto della intensità e della forma del campo elettrostatico. Altre 1000 prove furono eseguite con benzolo, e di esse 500 con benzolo del commercio e 500 con benzolo chimicamente puro. Finalmente 500 prove furono eseguite nell'aria a pressione normale per determinare la precisione raggiungibile con le prove disruptive.

Poiché è noto che la rigidità dell'aria è uniforme nel limite degli errori d'osservazioni, il confronto delle esperienze nell'aria con le altre, poteva rivelare quanta parte della loro apparente disuniformità fosse dovuta al metodo di prova, agli errori di osservazione, ecc.

Ogni precauzione fu presa per evitare la presenza di qualsiasi impurità nel materiale in esame, e per avere la certezza che ciascuna prova fosse eseguita in modo perfettamente eguale alle precedenti. Per ottenere che la tensione venisse applicata sempre con la stessa gradualità si faceva uso di un reostato azionato meccanicamente da apposito motore.

Gli AA. nel fascicolo di luglio 1922 del J. of Am I. E. E. riportano in chiari diagrammi i risultati di tutte le 3000 esperienze.

Le esperienze hanno confermato l'instabile modo di comportarsi dell'olio poiché la tensione disruptiva varia da una esperienza all'altra in modo affatto saltuario ed irregolare; tali variazioni sono molte volte più grandi dei possibili errori di osservazione, come si desumono dalle prove nell'aria. Tale irregolare comportamento deve dunque ritenersi inerente al materiale stesso in esame ossia all'olio.

Gli scarti dal valore medio della tensione disruptiva sono un poco più piccoli quando si usa uno spinterometro a grosse sfere, ma la differenza è quasi trascurabile. Si può quindi ritenere che il fenomeno dell'irregolarità di comportamento non è sensibilmente influenzato dalla forma o dalla intensità del campo.

Il benzolo, specialmente quello chimicamente puro, si è dimostrato più uniforme nel suo comportamento che non l'olio; gli scarti sono però sempre assai maggiori di quelli che si verificano nell'aria. Però il benzolo ha dimostrato in più alto grado dell'olio la facilità di deteriorarsi per carbonizzazione. Dopo solo 20 scariche esso era divenuto opaco e nerastro. La rigidità decresceva rapidamente e dopo 50 scariche era divenuta circa la metà di quella iniziale; da questo punto rimane poi pressoché costante.

Gli scarti dal valore medio per i diversi materiali risultarono i seguenti:

aria	± 4 %
benzolo chimicamente puro	± 12 %
benzolo del commercio	± 14 %
olio	+ 24 %

R. S. N.

*

MOTORI PRIMI.

La prima installazione commerciale di una turbina a vapore di mercurio. — La General Electric Co. ha in montaggio ad Hartford negli Stati Uniti d'America una installazione di una turbina a vapore di mercurio che sarà il primo impianto di tal genere costruito a scopo industriale nel mondo.

La potenza della turbina è di 2000 kVA; essa sarà alimentata da una caldaia a mercurio riscaldata con combustibile liquido; la capacità della caldaia sarà di circa 16000 kg di mercurio. Il vapore di mercurio alimenterà la turbina ad una pressione piuttosto bassa; lo

scarico della turbina servirà a evaporare dell'acqua in una caldaia di tipo speciale e il vapore così prodotto sarà immesso nelle tubazioni di vapore della Centrale adiacente. La sala del nuovo impianto ha le dimensioni in pianta di m 5 per 13,50 circa.

Saranno installati tutti gli apparecchi atti a rendere possibile di analizzare e misurare con precisione tutti gli elementi del funzionamento dell'impianto.

Si conta di realizzare una economia di combustibile del 50 per cento circa in confronto ai soliti impianti.

La spesa di impianto è prevista in 250 000 dollari.

R. S. N.

*

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Raddrizzatori polifasi. — In un breve articolo comparso nei «Proc. Inst. Radio Eng. (Vol. 10, N. 1 febb. 1922, pag. 52), R. Searing e H. Redmond riferiscono alcuni risultati da essi ottenuti in uno studio sul raddrizzamento delle correnti polifasi mediante diodi (tubi a vuoto con catodo incandescente e anodo freddo) allo scopo di fornire corrente continua ad alta tensione ai circuiti dei moderni generatori r. t. I risultati a cui sono giunti gli AA. concordano completamente con quelli già acquisiti nei riguardi della tecnica di altri tipi di raddrizzatori usati per scopi industriali; e cioè, mentre non è possibile da una corrente monofase ottenere una corrente raddrizzata sufficientemente costante, specialmente se non si usano filtri, migliori risultati si hanno raddrizzando correnti trifasi, e migliori ancora raddrizzando correnti esafasi: in questo caso si può anche abbandonare l'uso dei filtri. Lo studio è accompagnato da diagrammi e da schemi applicabili per il caso delle correnti trifasi ed esafasi: per ottenere queste ultime si è usato il noto artificio di un trasformatore con avvolgimento primario trifase e secondario esafase a stella.

c. c.

*

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

Perfezionamenti nei ricevitori per cavi piloti. — In un articolo dei Proc. Inst. of Radio Engineers (Vol. 10, N. 1, pag. 33) A. Cressley descrive i perfezionamenti attuati nei cavi piloti, e, dopo aver accennato alle varie fasi di sviluppo di tali apparati, dà le caratteristiche principali del tipo finale adottato per il porto di New York. In generale il ricevitore è costituito di un telaio connesso col primario di un trasformatore telefonico, il cui secondario è collegato alla griglia e al filamento di una prima valvola amplificatrice.

Le valvole amplificatrici sono due: all'ultima è connesso il telefono.

I punti principali su cui l'Autore ha portato la sua attenzione, sono:

a) il numero delle spire del telaio (avuto anche riguardo al peso del telaio stesso);

b) rapporto fra l'impedenza (relativa alla frequenza della corrente nel cavo pilota) del telaio e quella del primario del primo trasformatore;

c) rapporto di trasformazione nei due trasformatori telefonici.

L'autore cita i risultati delle esperienze eseguite: il più importante di essi è che l'impedenza del telaio e quella del primario del trasformatore debbono essere, com'era prevedibile, all'incirca uguali; inoltre si ha grandissimo vantaggio ponendo in serie con essi un condensatore di sintonia. Caratteristiche principali dell'apparato nella sua forma definitiva sono: telaio quadrato (lato m 1,30) di 400 spire; condensatore di sintonia di capacità 0,05 μF ; rapporto di trasformazione dei trasformatori $\frac{1}{10}$.

Con tale tipo di apparati si è riusciti a ricevere bene le emissioni di un cavo percorso da corrente alternata di 3A e 500 periodi posto alla distanza di circa 980 metri. L'A. consiglia di sospendere i due telai fuori bordo, sui fianchi della nave, inclinati in fuori in modo che il piano delle spire faccia un angolo di circa 15° col piano verticale.

In seguito alle osservazioni di H. P. Rivers-Moore sugli effetti della deformazione del campo per effetto della conduttività dell'acqua di mare, l'A. afferma che le pretese ambiguità nel definire la posizione del cavo rispetto alla nave non furono mai da lui rilevate. Egli ritiene che esse possano presentarsi solo se si mettono erroneamente i telai riceventi sul ponte od in posizioni male scelte, ma siano per contro evitate con la disposizione da lui studiata (¹).

c. c.

*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Il piroscafo da carico a motori Diesel «Handicap». — Dopo la sua entrata in servizio (24 dicembre 1921) il piroscafo da carico a motori, «Handicap» ha compiuto, un percorso totale di circa 45000 miglia, in una serie di viaggi di cui sono interessanti alcuni dati statistici. La quantità di combustibile consumato, per una velocità di propulsione oraria da 10,5 a 12 miglia è stata di 9,4-9,7 tonnellate al giorno e ha variato in questi limiti secondo il carico; in tali cifre è compreso anche il consumo dei macchinari ausiliari (timone, luce, riscaldamento, cucine, ecc.). Il consumo dei soli motori principali è

stato di 189 grammi per HP eff. ora. Durante la navigazione i motori ausiliari sviluppavano in media complessivamente 159,4 HP eff. Il viaggio più interessante dell'«Handicap» è quello effettuato da Port Arthur (Texas) a Amoy Hong Kong, con un percorso di 10 000 miglia effettuato, senza alcuna fermata, nello spazio di 43 giorni. Alla partenza erano a bordo 700 tonnellate di combustibile; 410 tonnellate sono state consumate durante la traversata.

Per disporre dello stesso raggio d'azione di un piroscafo a motori, dotato di 700 tonnellate di combustibile liquido, un bastimento a vapore, dello stesso tonnellaggio, dovrebbe imbarcare almeno 2730 tonnellate di carbone e non potrebbe così trasportare che un carico di 6210 tonnellate mentre il piroscafo a motori ne può trasportare 8240. Tale differenza porta di conseguenza una perdita per l'armatore, che si può calcolare di 20300 dollari. In pratica il bastimento a vapore non imbarcherebbe una tale quantità di carbone in una sola volta, ma in successivi scali, per esempio a Colon e a Honolulu. Però, se la perdita suddetta può essere così diminuita, intervengono altri inconvenienti come perdita di tempo, aumento di spese per piloti, rimorchiatori, diritto d'ancoraggio, ecc. Inoltre il bastimento a vapore è costretto a deviare dalla rotta diretta con un conseguente maggiore consumo di combustibile. Si deve poi tener conto dei vantaggi che offre il piroscafo da carico a motori anche quando i suoi depositi di combustibile sono relativamente di piccola capacità perchè, grazie al suo grande raggio d'azione, esso ha sempre la possibilità di fare il suo pieno carico di combustibile nei porti dove le condizioni del mercato sono più favorevoli. Di più il riempimento dei depositi, che viene fatto per mezzo di pompe e tubature, non causa che una perdita di tempo insignificante e non implica, come per il carico di carbone, la necessità di lunghi lavori di raspetto e di frequenti pitturazioni dello scafo.

Ammettendo che la tonnellata di nafta greggia costi 11 dollari a Port Arthur e che quella di carbone nello stesso porto, a Colon e a Honolulu non raggiunga che i 10 dollari, comprese le spese d'imbarco, la spesa totale per l'intero tragitto sarebbe di 15000 dollari per il caso della propulsione a vapore e di 4500 per quella a motori; si ha cioè una nuova differenza di 10500 dollari in favore di quest'ultima.

Dato l'ingombro relativamente piccolo dei motori Diesel Sulzer, il volume utile di stiva di cui dispone l'«Handicap» è di 13840 metri cubi, ciò che costituisce una cifra considerevole per un bastimento che ha 126,5 metri di lunghezza, 16,6 di larghezza e 7,5 di pescagione.

I macchinari principali per la propulsione, con tutti i loro accessori, raggiungono un peso complessivo di 342 tonnellate; i macchinari ausiliari, escluse le dinamo, quello di 62 tonnellate. U. So.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

NECROLOGIO

Il 5 febbraio si è spento in Milano

l'ing. AMPELLO CALDERINI

antico ed affezionato Socio della nostra A. E. I.

Nato a Codogno nel 1854 iniziò i suoi studi a Milano, li continuò a Napoli e vinta una borsa di studio di recò in Francia prima e poi nel Belgio. Presso la Università di Liegi il 7 gennaio 1876 ottenne con onore la laurea di Ingegnere Meccanico.

Entrato a far parte del corpo tecnico delle ferrovie fu prima Ingegnere della Società Adriatica, passò più tardi alla Mediterranea e da ultimo alle Ferrovie di Stato.

Egli si occupò sempre con particolare acume e passione dei problemi inerenti alla costruzione dei veicoli. Fu così ad Ancona, a Taranto, ad Alessandria, a Milano, a Verona e da ultimo a Firenze quale Capo Servizio Principale-Veicoli.

A suo onore stanno 43 anni di bella e feconda attività in prò delle Ferrovie del nostro Paese.

La modestia, la bontà, la semplicità di tratto sempre accompagnarono l'opera sua: il suo fresco desiderio di sapere, vivo in lui sino all'ultimo, lo faceva un appassionato ammiratore della attività scientifica e tecnica della nostra Associazione nella quale contava tanti amici che serberanno di Lui un ricordo profondo e caro.

Durante la guerra i trasporti speciali — dai feriti ai cannoni — attraversarono le sue cure. In questa occasione la Croce Rossa Italiana gli decretava la Medaglia d'argento al Merito.

Grand'Ufficiale dei SS. Maurizio e Lazzaro e Grand'Ufficiale della Corona d'Italia lasciò il servizio nel 1920 col grado di Vice Direttore Generale delle Ferrovie dello Stato.

g. r.

Personalia

L'ing. Ottavio Trossarelli, Presidente della Sezione di Palermo, è stato recentemente nominato commendatore di *motu proprio* di Sua Maestà.

Vivi rallegramenti.

(¹) L'Elettrotecnica 25 febr. 1922 vol. IX n. 6 pag. 133 e «Bollettino RT» vol. 2 N. 18 pag. 161.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Misura del riscaldamento delle macchine con rivelatori interni.

Nelle breve relazione presentata alla riunione di Niagara Falls dell'Associazione Elettrotecnica Nord-Americana — e che oggi riproduciamo, — l'Ing. E. VANNOTTI ha toccato tre punti, ed avanzato tre proposte assai importanti nei riguardi delle norme e quindi della costruzione delle macchine elettriche. Si tratterebbe di aumentare a 115° la temperatura massima ammissibile per i collettori a lamelle; di prescrivere l'impregnazione degli avvolgimenti per tutte le macchine da 5000 volt in su e, finalmente, di aumentare del 10-20 % i sovrariscaldamenti misurabili con rivelatori interni messi in contatto del rame. Quest'ultimo punto ci sembra meritare la massima attenzione.

Come è noto, i rivelatori interni (bobinette di rame di resistenza nota o termocoppie) furono adottati dapprima dai costruttori americani coll'evidente idea di avvicinarsi sempre meglio al vero nelle misure di temperatura delle macchine, misure che tendono tutte a determinare la temperatura del punto più caldo. Se non che, non essendosi ritenuto opportuno affrontare subito le complicazioni (od i pericoli) inerenti al mettere i rivelatori in diretto contatto col rame degli avvolgimenti, si generalizzò il sistema di porre i rivelatori fra il ferro e l'isolante, oppure fra i due cartocci isolanti dei due fasci di conduttori collocati in uno stesso intaglio. Non si tardò a constatare che le temperature così misurate erano necessariamente e notevolmente inferiori a quelle del rame. Gli americani che nelle loro norme stabiliscono le correzioni in più da apportarsi alle temperature misurate coi vari metodi (per avvicinarsi presumibilmente alla temperatura reale del punto più caldo) furono così condotti a stabilire delle notevoli correzioni anche per le misure coi rivelatori interni. E nelle Norme internazionali ed in quelle italiane, nelle quali si sono invece abbassati di 10° i valori delle temperature massime ammissibili alle misure allo scopo di eliminare ogni correzione, i rivelatori interni sono stati messi alla pari cogli altri metodi di misura delle temperature.

Con ciò la superiorità dei rivelatori interni è venuta meno. Anzi, mentre i più moderni metodi di misura con le correnti alternate, consentendo l'interposizione di trasformatori di isolamento, permettono di porre i rivelatori in contatto col rame e quindi, verosimilmente, nel punto più caldo, le precise disposizioni delle Norme precluderebbero tale cospicuo progresso nello studio e quindi nella costruzione delle macchine elettriche. Notiamo che nell'ultima, recente edizione delle norme italiane si è introdotta al riguardo una importante e necessaria modificazione. Nella prima edizione si diceva, infatti, che i rivelatori dovevano essere posti « nei punti interni che si presume debbano assumere le temperature più elevate ». Si ammetteva così, si consigliava anzi, anche il diretto contatto col rame. Viceversa, applicandosi gli stessi limiti di temperatura osservabile a qualunque metodo di misura, si poneva in condizione di grave inferiorità il costruttore che, per amore di progresso, avesse posti i rivelatori in contatto col rame. Nella ultima edizione si sono messe le cose a posto precisando che la tabella delle temperature osservabili si riferisce a rivelatori interni collocati, secondo l'ordinaria pratica, non in contatto col rame.

Si è così ritornati alla condizione comune alle altre Norme. Ora, poichè è indubitato che la esatta conoscenza della temperatura del rame, nel punto più caldo di una macchina, è di grande importanza per il miglior sfruttamento della macchina stessa e per il progresso delle costruzioni elettromeccaniche in genere, noi non possiamo che appoggiare la proposta Vannotti, nel senso che si dovrebbero precisare diverse scale di valori delle massime temperature osservabili (oppure diversi termini correttivi) a seconda della posizione effettiva dei rivelatori interni.

La tecnica dei grandi interruttori.

In quelle curiose discussioni che si accendono talvolta, specialmente fra gli studenti, sulla difficoltà comparata delle diverse discipline costituenti il corredo di un ingegnere, si potrebbe trovare una base d'accordo, nei riguardi dell'elettrotecnica, affermando che essa è in ogni suo ramo assai semplice e facile nelle sue leggi, quando ci si limiti alle condizioni di regime degli ordinari circuiti ed apparecchi industriali, per i quali si può perfettamente prescindere dalla natura intima dei fenomeni; ma che le cose mutano grandemente se si passa alla considerazione di qualsiasi fenomeno o periodo transitorio. Basta pensare, per es., ad un fenomeno che cade si può dire ad ogni momento sotto i nostri occhi e che pure è ancora ben poco conosciuto: l'arco, la cosiddetta « scintilla » che si produce alla interruzione di qualsiasi circuito. Nè è a dire che ciò si debba a mancanza di studi, chè anzi pochi argomenti hanno più di questo interesse agli elettrofisici: cosa ben naturale se si pensa quanto il fenomeno dell'arco sia legato alla natura intima dell'elettricità. Nel campo puramente industriale le ricerche e gli studi, che avevano perduto un po' di importanza col progressivo abbandono delle lampade ad arco, sono stati rimessi all'ordine del giorno dalla necessità di perfezionare i grandi interruttori in olio, chiamati a compiti di difficoltà crescenti geometricamente collo sviluppo dei nostri impianti. Se è vero, infatti, come molti semplicisticamente asseriscono, che basta che gli interruttori siano largamente dimensionati, non si deve però dimenticare che, anche in questo campo tutt'altro che secondario, il compito dell'ingegnere deve essere di ottenere il massimo risultato coi minimi mezzi. E così abbiamo assistito in questi ultimi anni ad una notevole evoluzione nei criteri fondamentali costruttivi dei grandi interruttori in olio: grandi o piccole velocità d'apertura, interruzione semplice o multipla, camere di compressione, ecc. Siamo senza dubbio ancora assai lontani da quella sicura conoscenza del problema alla quale corrisponde quello che può dirsi periodo di regime nelle costruzioni, e il dibattito sul pro e contro dei vari tipi è ancora vivo. Un contributo a tale discussione porta oggi l'Ingegnere L'EPLATTENIER con la sua pubblicazione sulla camera di compressione negli interruttori.

Gli impianti del Tanagro e dell'Aventino.

L'Ing. G. FANO ha recentemente assai interessato i colleghi della Sezione di Roma esponendo ad essi, col sussidio di numerosissime proiezioni, le caratteristiche dei recenti impianti del Tanagro e dell'Aventino. La conferenza, di cui iniziamo oggi la pubblicazione, pur conservando il pregio dell'impronta personale datale dall'Autore può rientrare, per la ricca documentazione grafica, nella serie, recentemente iniziata, di descrizioni degli impianti elettrici italiani. Di essa, perciò, si faranno a suo tempo gli estratti che costituiranno appunto la seconda puntata della raccolta. Richiamiamo in proposito l'attenzione dei lettori sulla circolare unita al presente fascicolo, veramente lieti che il favore incontrato dall'iniziativa abbia permesso di migliorare le condizioni a cui la pubblicazione può essere ceduta ai Consoci ed agli abbonati.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

DI ALCUNE PARTICOLARITÀ DEI NUOVI IMPIANTI IDROELETTRICI SUI FIUMI TANAGRO ED AVENTINO □ □ □

G. FANO



:: :: :: Comunicazione alla Sezione di Roma :: :: ::

Gli impianti idroelettrici sui fiumi Tanagro ed Aventino, costruiti dalla Società Forze Idroelettriche Meridionali (Società costituita dalla Società Ilva ed attualmente controllata dalla Società Me-

Ambedue questi impianti sono stati costruiti per dare energia a Napoli e nel Napoletano e rappresentavano l'inizio di un vasto programma di elettrificazione del Mezzogiorno d'Italia che la Società Ilva, in accordo con la Società Meridionale di Elettricità, aveva tracciato tanto per i larghi bisogni di energia elettrica che la Società Ilva prevedeva allora per l'industria siderurgica del Mezzogiorno, quanto per quelli, non meno importanti, delle ampie zone servite dalla Società Meridionale di Elettricità.

Gli avvenimenti hanno però imposto un mutamento radicale al preventivo programma. La Società Ilva, per la crisi gravissima da cui

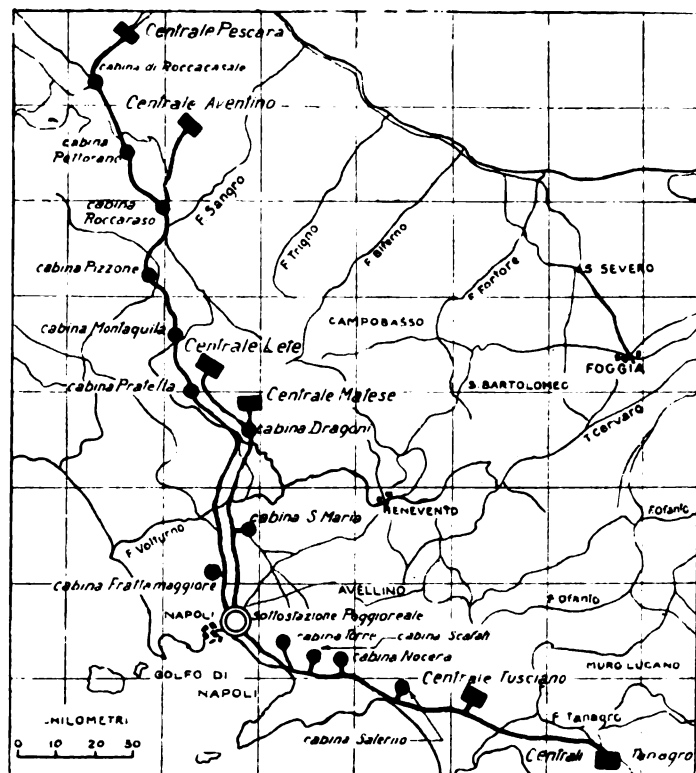


Fig. 1. — Schema generale.

ridionale di Elettricità) sono stati iniziati in piena guerra, tra la fine del 1918 e l'inizio del 1919, e proseguiti nell'immediato dopo guerra che è stato forse il periodo più difficile per le costruzioni di questo

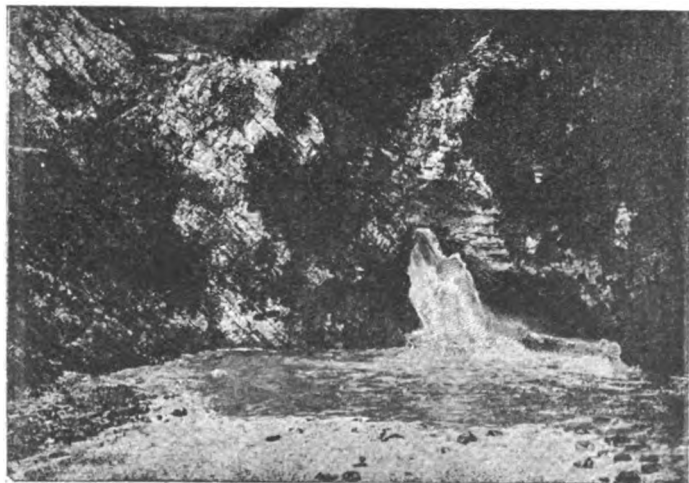


Fig. 2. — Gola del Tanagro.

genere. L'impianto sul fiume Tanagro è entrato regolarmente in funzione nel settembre 1921 (la Centrale del primo Salto era già entrata in servizio sin dall'aprile); quello sul fiume Aventino nel gennaio 1922.

fu colpita, ma ancora più per le mutate condizioni dell'industria siderurgica, dovette abbandonare il vasto programma idroelettrico del Mezzogiorno tanto come produttrice che come utente, e la Società Meridionale di Elettricità tracciava perciò, in accordo con le Società elettriche produttrici e distributrici del Mezzogiorno, un nuovo programma corrispondente alle nuove esigenze. Quest'ultimo programma, che s'impenna sulla Società Meridionale

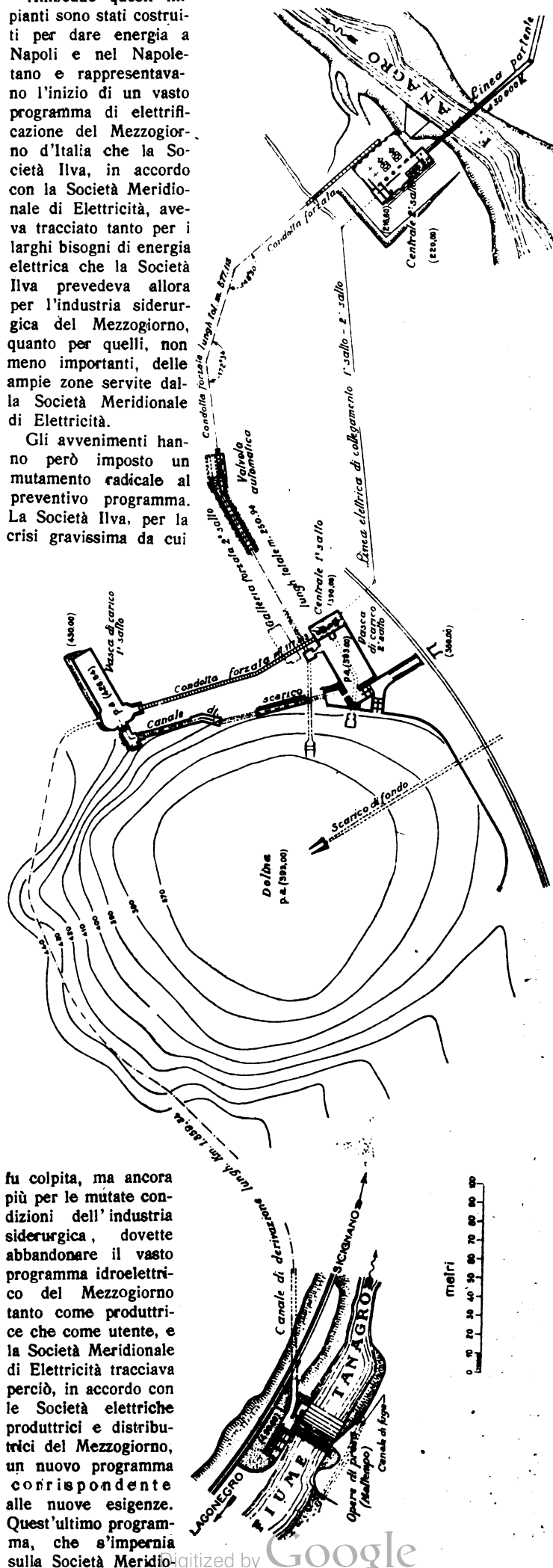


Fig. 3. — Planimetria generale dell'impianto del Tanagro.

dionale di Elettricità e di cui ha parlato ai colleghi il nostro Ing. Ferrando, è ormai sulla via d'esecuzione.

I due impianti del Tanagro e dell'Aventino, il primo in provincia di Salerno, l'altro in provincia di Chieti, sono stati scelti tra molti altri perchè ne risultava abbastanza facile, con opportuni collegamenti ad esistenti linee di trasporto, il convogliamento dell'energia a Napoli. Sono due impianti di non grande entità, ma di cui ho ritenuto egualmente interessante per i colleghi di far note le caratteristiche, mettendo in rilievo alcune particolarità degli impianti stessi.

Dalla pianta schematica di cui alla fig. 1, in cui sono indicati i principali trasporti di energia elettrica della Società Meridionale, si vede che l'impianto Tanagro fu allacciato, con una linea lunga circa 40 km, alla linea Tusciano Napoli e l'Aventino, con una linea lunga circa 23 km, alla linea Pescara-Napoli.

IMPIANTO SUL FIUME TANAGRO.

Generalità. — Il fiume Tanagro, affluente di sinistra del Sele, assume il suo nome all'ingresso del Vallo di Diano, e dopo un percorso pianeggiante di circa 30 km nel fondo di un antico lago, costituente appunto il Vallo di Diano, precipita tra Maltempo e Pertosa, in una stretta e pittoresca gola di erosione, di oltre 200 metri su di un percorso di soli 2 chilometri circa (fig. 2).

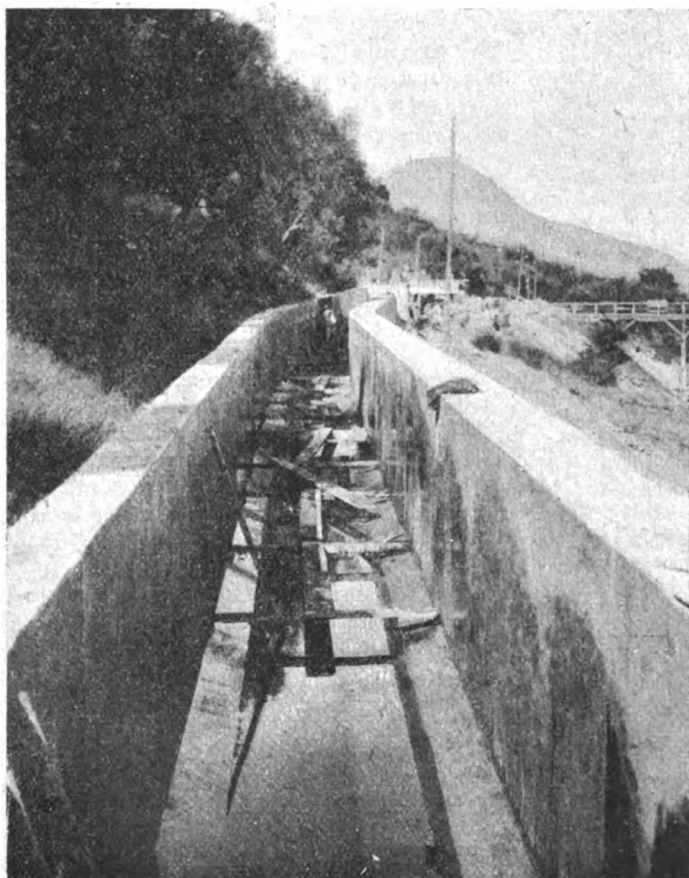


Fig. 4. — Il canale in costruzione.

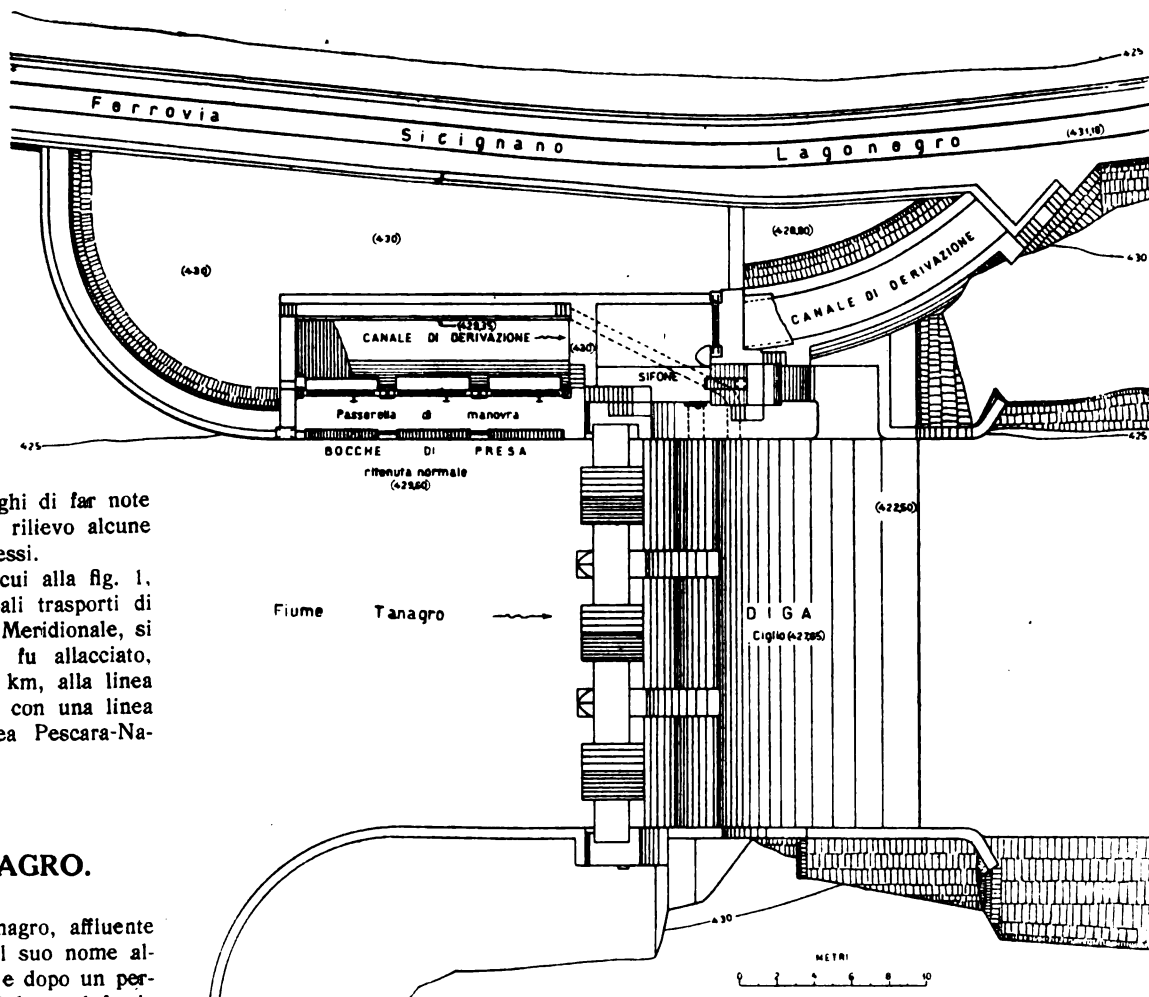


Fig. 5 — Planimetria della presa.

L'impianto idroelettrico recentemente costruito, sfrutta precisamente questo caratteristico tratto di fiume.

Il fiume Tanagro ha un deflusso variabilissimo, nè la configurazione topografica e la costituzione geologica dei terreni permette la realizzazione di serbatoi di regolazione. Nella località Maltempo, dove il fiume è stato sbarrato per le opere di presa (bacino imbrifero a monte km² 750) la portata varia da un minimo di 1.500 litri al secondo sino a punte di piena di oltre 200.000 litri. La massima magra non è però di lunga durata, mentre i periodi di morbida, con portate tra i 5.000 ed i 10.000 litri al secondo, sono abbastanza lunghi per consentirne l'economico sfruttamento.

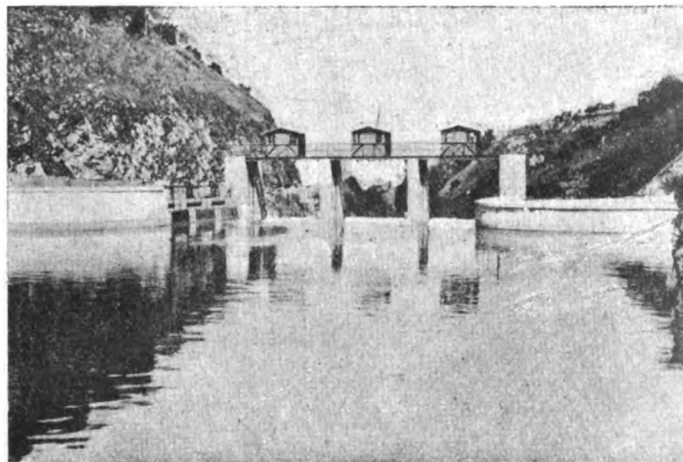


Fig. 6. — Presa sul Tanagro.

Il primo progetto e la relativa domanda di concessione a firma dell'Ing. Taiani, data sin dal 1895, ma la concessione era stata ripetutamente negata per la riserva, sempre mantenuta, da parte delle Ferrovie di Stato, malgrado che le caratteristiche del fiume mal si prestassero ad un esclusivo sfruttamento ferroviario.

Occorse tutta l'energia e la volontà dell'illustre Senatore Corbi-

no, nella sua qualità di Presidente del Consiglio Superiore delle Acque, per vincere, nel 1919, le resistenze ancora vive da parte delle Ferrovie dello Stato.

completamente in roccia calcarea, temendo che le escavazioni di gallerie risultassero in tale sponda particolarmente difficili per la natura carsica dei terreni da attraversare.

Incaricato nel 1918 dalla Società Ilva (ed in seguito dalla costituita Società Forze Idroelettriche Meridionali) della direzione del nuovo Ufficio Idroelettrico da essa Società costituito, ripresi in esame, tra altri progetti anche quello sul fiume Tanagro, ed in collaborazione coll'esimio e ben noto idraulico Ing. Angelo Omodeo, che aveva fatto precedentemente per conto della Società Meridionale di Elettricità esaurienti studi su quest'impianto, e dell'illustre geologo Prof. Dal Piaz, si rifecce un nuovo progetto che meglio rispondesse ai moderni concetti sugli impianti idroelettrici.

Lasciando immutati il punto di presa e quello di restituzione, si ampliarono le opere per poter derivare 10 m^3 al secondo; si portò la derivazione sulla sponda sinistra, sia per l'indubbia maggior stabilità delle opere (data la natura rocciosa di questa sponda), sia per il notevole raccorciamento della condotta forzata, sia infine per la presenza in questa sponda di una cavità naturale (Dolina) che con opportune opere di impermeabilizzazione si riteneva di poter trasformare in serbatoio settimanale. Per quest'ultima ragione fu diviso il salto in due: il primo con restituzione alla quota del bacino settimanale, ed il secondo con presa dal bacino stesso e restituzione sul Tanagro a Pertosa.

Tale schema d'impianto fu prescelto tra altri, che potevano sembrare più semplici almeno nella prima fase, soprattutto per ragioni di migliore rendimento complessivo.

L'impianto è essenzialmente costituito (vedi figura 3):

a) Da un'opera di presa in località Maltempo capace di derivare 10 m^3 al secondo e di smaltire le massime piene di oltre 200 m^3 al secondo.

b) Da un canale derivatore, parte in galleria e parte all'aperto (ricoperto con soletta in cemento armato) della lunghezza complessiva di km 1,8 e facente capo alla vasca di carico del primo salto.

c) Dalla vasca di carico del primo salto della capacità di m^3 1500 circa.

d) Da una condotta forzata prevista per una portata di 5 m^3 al secondo.

e) Dalla Centrale primo salto utilizzando il salto variabile da 32 m a 39 m, con due gruppi elettrogeneratori ciascuno della potenza di 810 kW, produttori corrente trifase alla frequenza di 44,2 ed alla tensione di 5500 V.

f) Da un complesso di opere costituenti la restituzione e scarico del primo salto e la presa del secondo salto, studiate in modo da permettere sia il funzionamento di una sola delle due Centrali, che l'esclusione del bacino settimanale o della vasca di carico del secondo salto.

g) Da un pozzo di presa e da una galleria forzata prevista per una portata di 10 m^3 al l' e costituente la prima parte della condotta forzata del secondo salto.

h) Da una doppia tubazione forzata prevista pure per 10 m^3 al l' (per ora è stato installato un solo tubo che può portare, con perdite ancora sopportabili, sino a 7 m^3 al l').

i) Dalla Centrale secondo salto con: tre gruppi elettrogeneratori (turbine Francis a 840-920 giri al minuto), di cui per ora ne sono installati due, ciascuno della potenza di 4900 kW, produttori corrente trifase alla frequenza di 44,2 ed alla tensione di 5500 V; 4 trasformatori trifasi (raffreddamento a circolazione d'acqua) con rapporto di trasformazione 5.500/35.000 V, ciascuno della potenza di 3000 kVA; 2 trasformatori trifasi (in olio a raffreddamento naturale) con rapporto di trasformazione 5.500/16.000 V ciascuno della potenza di 1000 kVA, e quadri di distribuzione e di manovra.

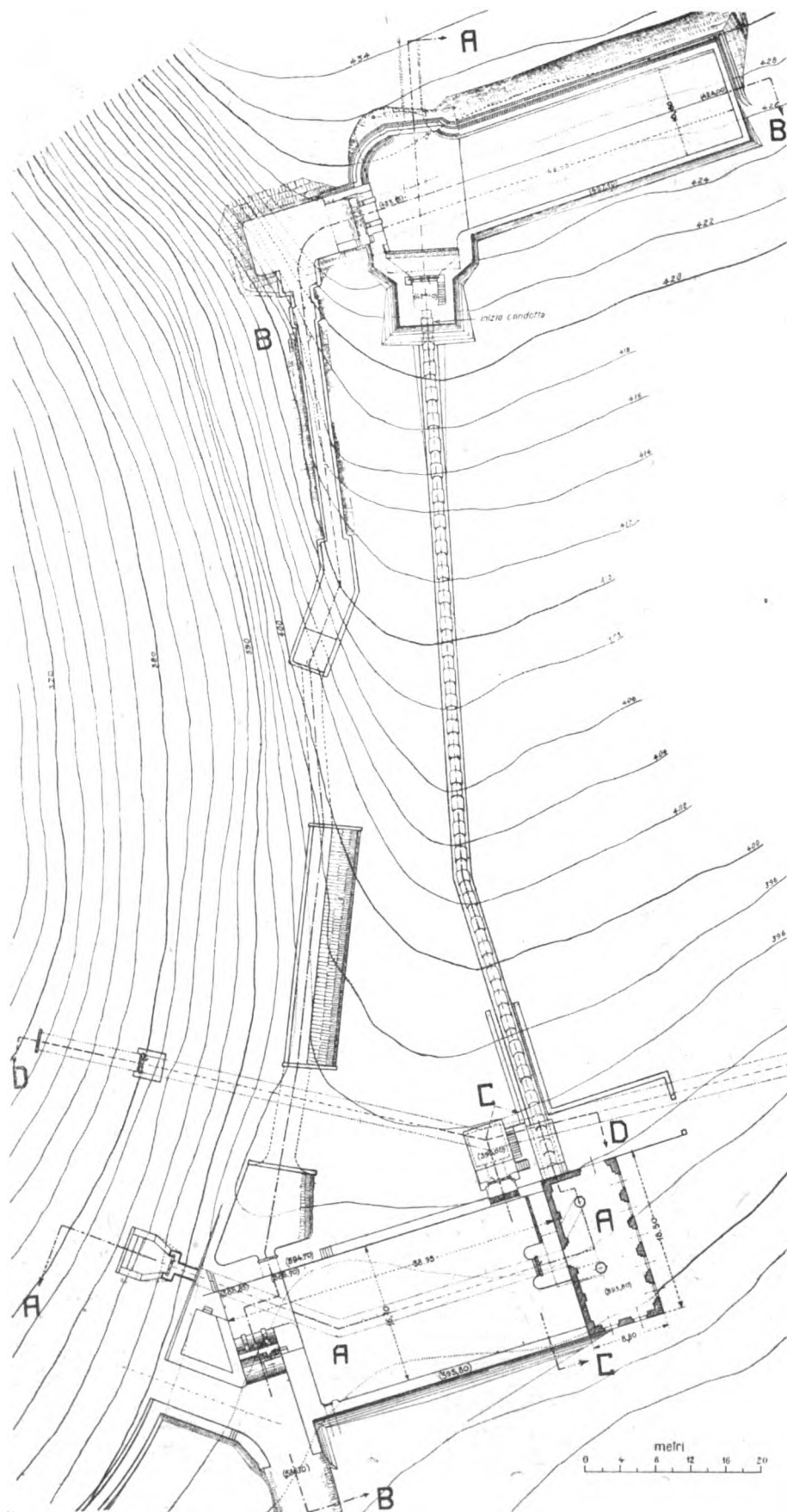


Fig. 7. — Bacino, condotta e Centrale del 1° Salto.

Schema dell'impianto. — Il primo progetto prevedeva una derivazione di m^3 2 aumentati in seguito a m^3 4; la presa era progettata nella località Maltempo e la restituzione a Pertosa; il canale si svolgeva sulla sponda destra, in terreni argillosi, ed una lunga condotta forzata era resa necessaria dalla conformazione del terreno. In questo primo progetto era stata ad arte, evitata la sponda sinistra, quasi

completamente in roccia calcarea, temendo che le escavazioni di gallerie risultassero in tale sponda particolarmente difficili per la natura carsica dei terreni da attraversare.

Opere di presa, canale derivatore, vasca di carico primo salto, condotta forzata primo salto. — Nessuna particolarità degna di rilievo presentano le opere di presa (fig. 5, 6 e 8), il canale derivatore (fig. 4), la vasca di carico del primo salto, e la condotta forzata primo salto.

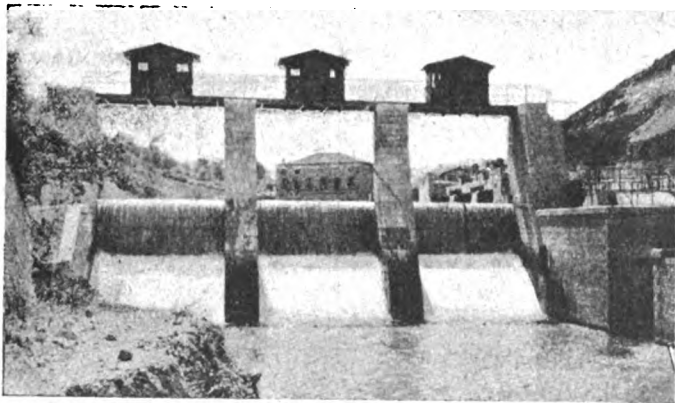


Fig. 8. — Presa, vista da valle.

Si può rilevare solo, per le opere di presa, che fu abolita (vedi fig. 5) la vasca di decantazione, adottata generalmente nelle prese di questo tipo, in quanto il fiume Tanagro, per la sua specialissima conformazione a monte della presa, non trasporta ghiaia neanche nelle massime piene.

Centrale primo salto. — Questa Centrale fu studiata in modo da renderne semplice ed economico l'esercizio. A tale scopo mentre le manovre idrauliche (avviamento ed arresto di gruppi) sono fatte sul

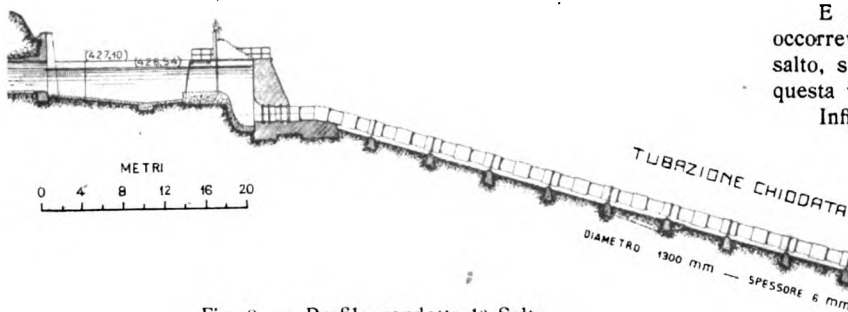


Fig. 9. — Profilo condotta 1° Salto.

posto, tutte le manovre elettriche (regolazione di tensione, di velocità, di carico e messa in parallelo) sono invece eseguite al quadro di manovra del secondo salto. A tale scopo si sono prolungate tutte le connessioni elettriche della prima Centrale al quadro del secondo salto, cosicchè le macchine del primo salto si considerano per la loro regolazione e manovra come se facessero parte della stessa Centrale secondo salto.

Alla Centrale primo salto sono stati aggiunti, benchè essi non fossero strettamente necessari, due piccoli quadri per le eventuali manovre di diseccitazione e distacco degli alternatori.

Non si è creduto, almeno per ora, di addivenire al completo comando a distanza della Centrale, non essendosene sentito il bisogno, potendosi disporre per le manovre di avviamento e di arresto dei gruppi, del personale adibito alla sorveglianza ed alle manovre idrauliche del complesso di opere costituenti lo scarico del primo salto e la presa del secondo. Si è ottenuto tuttavia con i provvedimenti adottati di non rendere necessaria la permanente presenza del personale, nella Centrale.

Restituzione e scarico primo salto e presa secondo salto. — Il gruppo di opere costituenti la restituzione e scarico del primo salto e la presa del secondo meritano qualche parola, costituendo una delle principali particolarità di quest'impianto (fig. 7).

Come già dissi prima, le ragioni per cui fu prescelto lo schema d'impianto adottato, fu l'esistenza della dolina che ci ripromettiamo di trasformare in bacino settimanale di raccolta e di regolazione. Non ci nascondemmo peraltro le difficoltà che avremmo dovuto sormontare per l'effettuazione di questo programma e la necessità di far precedere i lavori da completi ed ordinati studi, mentre d'altra parte per quanto si abbia la piena fiducia nella riuscita dell'impermeabilizzazione della dolina si doveva mettere in bilancio anche la possibilità di un esito negativo.

Pertanto mentre si decideva di rimandare ad una seconda fase l'esecuzione del bacino settimanale, si rendeva indispensabile di costruire l'impianto in modo che esso, benchè predisposto per collegarsi al futuro bacino, potesse egualmente funzionare in modo assolutamente indipendente dal bacino stesso.

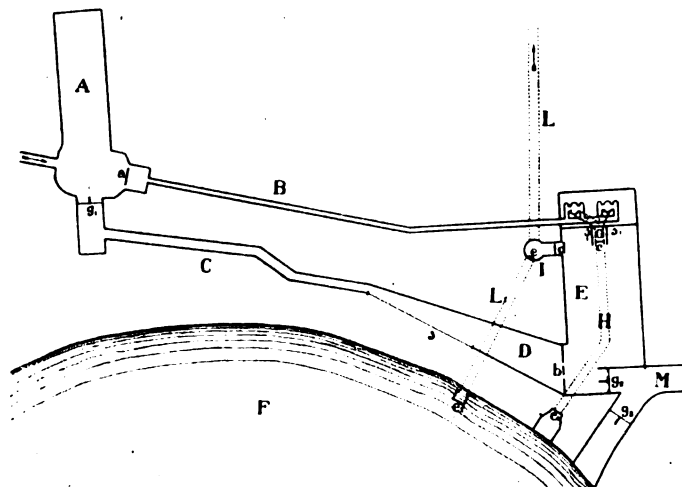


Fig. 10. — Schema opere idrauliche alla Centrale 1° Salto.

Inoltre si volle prevedere la possibilità che la seconda Centrale, assai più importante della prima, pur essendo in serie con questa, potesse tuttavia avere un funzionamento del tutto indipendente per modo che l'eventuale variazione di carico della prima Centrale, ed anche il suo improvviso arresto, non potesse in nulla influire sul funzionamento della seconda Centrale, e ciò senza dover eseguire manovra alcuna.

E siccome per la realizzazione delle due suesposte condizioni occorreva oltre al bacino settimanale una vasca di carico del secondo salto, si volle prevedere anche la possibilità di escludere in servizio questa vasca (quando si disporrà del bacino settimanale).

Infine si volle consentire la possibilità di funzionamento della

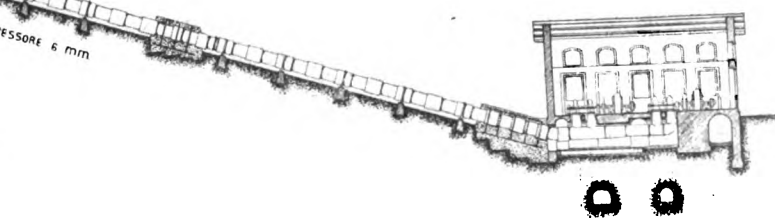
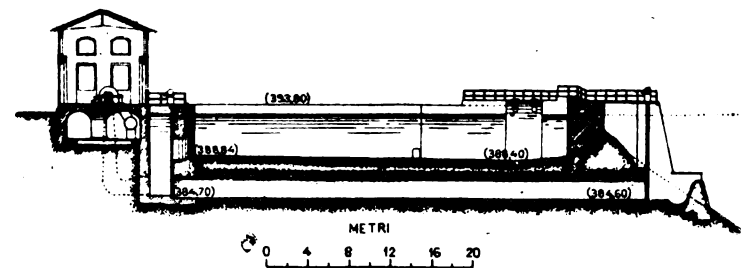


Fig. 11. — Sezione scarico 1ª Centrale.

sola prima Centrale, cosa del resto che sarebbe ugualmente risultata dalla necessità di creare uno scarico prima della galleria forzata.

Tutto ciò è stato realizzato con il gruppo di opere di cui allo schema fig. 10, che sono state studiate in modo da rendere semplici e sicure le manovre.



Dalla vasca di carico primo salto A, (fig. 10) attraverso la paratoia piana di presa a, può defluire alla condotta forzata primo salto B. L'acqua di supero (od anche tutta l'acqua nel caso d'arresto della prima Centrale o di chiusura della paratoia di presa a), si scarica attraverso due sifoni autolivellatori Gregoretti g (della portata complessiva di 10 m³) nel canale di scarico C, costituito da scivoli intercalati da gradoni e pozzi nei quali l'acqua perde la forza viva che

acquista nella discesa. (La disposizione bene risulta dalla fig. 14). Da questo canale l'acqua si riversa nella vasca *D*. Questa vasca è, in via normale, in comunicazione diretta con la vasca di carico del secondo salto *E* (fig. 17), (della capacità di m³ 4000), ma può ve-

Scaricatori di fondo, omessi nello schema per semplicità, completano il sistema.

Da quanto esposto risulta chiaro il funzionamento del sistema. Attualmente, non essendo ancora costruito il bacino settimanale *F*,



Fig. 12. — Scarico al Tanagro.

nire separata, totalmente o in parte, da essa mediante la paratoia piana d'intercettazione *b*, chiudendo la quale entra in funzione lo sfioratore *s* che scarica l'acqua nel bacino settimanale *F*.

L'acqua di scarico delle due turbine del primo salto, si raccoglie nel canale di restituzione *G* dal quale mediante la paratoia piana *a* due posizioni *c*, può venire convogliata nella vasca *E*, oppure nel bacino *F* attraverso il canale *H* scavato sotto la platea di questa vasca *E*. (Vedasi sezione figura 11).

All'estremo di questo canale *H* vi è un'altra paratoia *c*, aggiunta per la tenuta dalla dolina verso il canale.

Due sfioratori di sicurezza *s* assicurano lo smaltimento dello scarico della prima Centrale in caso di errata manovra delle paratoie *c c'*.

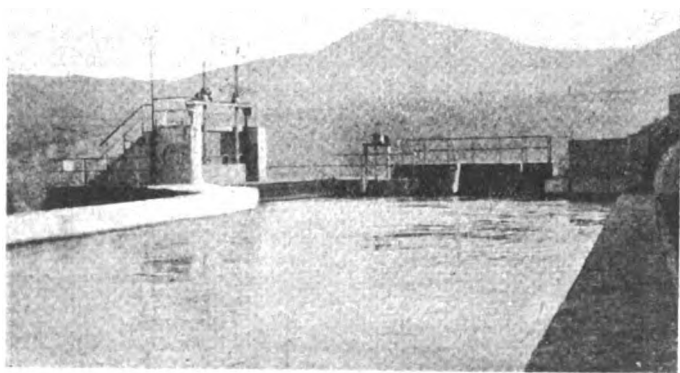


Fig. 13. — Vasca di scarico (1° Salto).

Dalla vasca *E* l'acqua si riversa attraverso la paratoia di presa *d* nel pozzo di carico *I* e da questo nella galleria forzata del secondo salto *L*, che può pure essere posta in comunicazione diretta con il bacino *F* attraverso la valvola a farfalla *e* (manovrabile dall'alto del pozzo) e la paratoia inclinata *e'*, quest'ultima aggiunta per eventuali riparazioni alle valvole a farfalla (fig. 15 e 16).

L'acqua di supero della vasca secondo salto può essere smaltita dai due Gregotti *g₂* e quella di supero del bacino settimanale dai Gregotti *g₂* gli uni e gli altri immettono nel canale di scarico, *M* che riversa l'acqua al Tanagro.

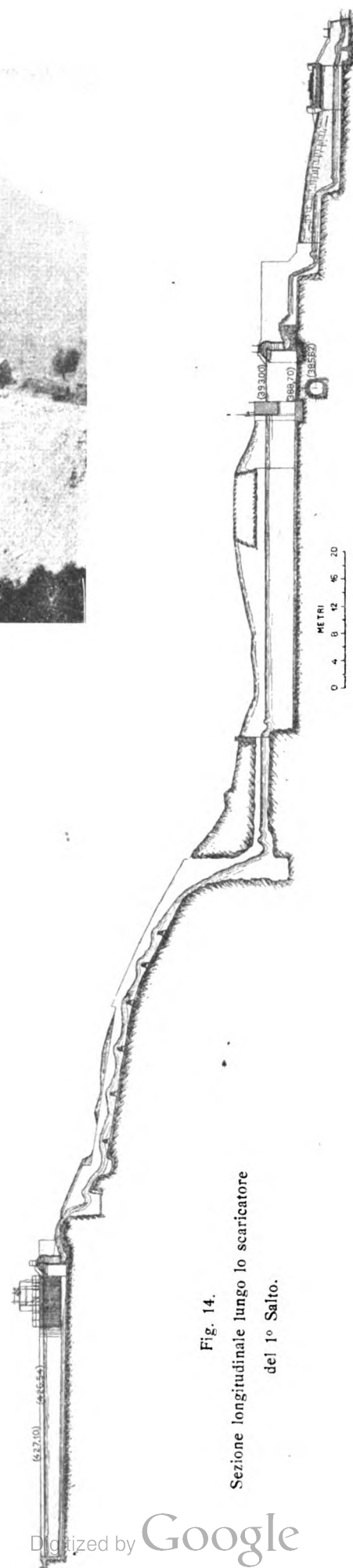


Fig. 14.
Sezione longitudinale lungo lo scaricatore
del 1° Salto.

le paratoie *a*, *b*, e *d* sono normalmente aperte, mentre la paratoia *a* due posizioni *e* è messa nella posizione che permette la sola comunicazione del canale *C* con la vasca *E*. La valvola a farfalla *e* è chiusa e ne è assicurata la tenuta con un fondo cieco.

Tutta l'acqua proveniente dal canale derivatore giunge sempre alla vasca di carico del secondo salto *E*, o attraverso alle turbine del primo salto oppure attraverso il canale di scarico. Qualunque manovra della Centrale primo salto non influisce sulla quantità d'acqua che arriva e non perturba quindi il funzionamento della seconda Centrale.

Per escludere il secondo salto, compresa la galleria forzata, basta chiudere la paratoia di presa del secondo salto *d* senza turbare il funzionamento del primo salto che scaricherà tutta l'acqua per il canale di scarico *M*.

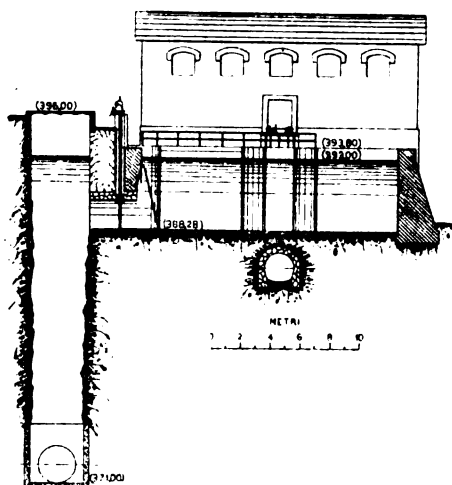


Fig. 15. — Pozzo di carico del 2° Salto (indicato con I nella fig. 10).

Quando sarà in esercizio anche il bacino settimanale, saranno normalmente aperte le paratoie *a*, *b*, *c'*, *d*, *e*, *e'*; e la paratoia *c* dovrà essere invece messa in modo da far comunicare il canale di restituzione con il canale *H* intercettando la comunicazione con la vasca secondo salto *E*.

In queste condizioni, volendo escludere questa vasca, basterà chiudere le due paratoie d'intercettazione *b* e di presa *d* anche in servizio corrente, mentre per escludere il bacino settimanale si devono chiudere le paratoie *c'*, *e*, *e'*; facendo precedere dal cambiamento di posizione della paratoia *c*.

Il canale *H* (sottoposto alla vasca di carico secondo salto) non ha soltanto lo scopo di poter escludere detta vasca, ma ancora quello

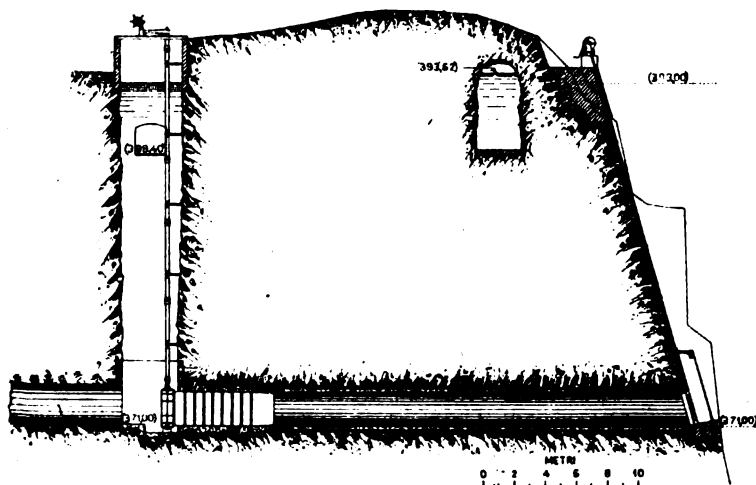


Fig. 16. — Galleria (L) di comunicazione fra il pozzo I e la dolina F (vedi fig. 10).

di un miglior rendimento dell'impianto durante la svasso del bacino settimanale. Per questo scopo le turbine del primo salto hanno solo un metro di aspirazione a pelo massimo del bacino, mentre l'aspirazione va man mano aumentando con lo svasso sino a raggiungere il massimo di sette metri. In questo modo la diminuzione di rendimento del secondo salto per minore dislivello tra i peli di presa e di scarico viene in buona parte compensata dall'aumento di rendimento del primo salto, e ciò per tutti i primi sei metri di svasso che rappresen-

tano la normale escursione giornaliera (capacità oltre m^3 100 000). Svasandosi oltre questo limite si perde naturalmente una parte del salto.

Allo scopo di permettere l'aspirazione delle turbine del primo salto

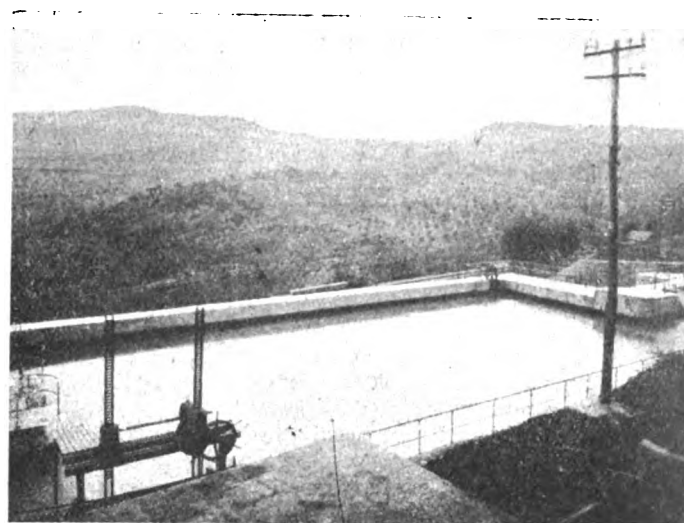


Fig. 17. — Vasca di carico del 2° Salto.

anche quando il pelo del bacino settimanale scende al disotto dei sette metri di massima aspirazione, il canale *N* termina, verso il bacino con una piccola diga per modo da lasciare in permanenza un cuscinetto d'acqua nel canale stesso.

(Continua).

□ INFLUENZA DELLA TEMPERATURA SULLE MATERIE ISOLANTI IMPIEGATE NELLA COSTRUZIONE DELLE MACCHINE ELETTRICHE □ □ □ □ □ □ □

Ing. E. VANNOTTI

Riassunto della Memoria presentata per la discussione generale alla Riunione dell'A. I. E. E. dal 26 al 30 giugno 1922 a Niagara Falls Ontario (Canada)

Prove di laboratorio, nonché lo stato di conservazione di macchine che funzionarono molti anni, dimostrano che le temperature alle quali possono essere assoggettati i materiali isolanti senza pericolo di deterioramento sono sensibilmente superiori ai limiti di temperatura prescritti nelle norme internazionali odierne. Questi limiti furono presumibilmente fissati per premunirsi contro le conseguenze di difetti organici del macchinario, che possono causare delle temperature elevate e dannose in certi punti delle macchine. Quando si dispongano convenientemente e colle volute cautele dei rivelatori di temperatura nei punti presumibilmente più caldi del macchinario, i limiti di temperatura ammissibili e misurati coi rivelatori dovrebbero essere del 10-20 per cento superior a quelli delle norme, onde sfruttare giustamente il materiale attivo. Gli avvolgimenti oltre 5000 Volt non debbono però avere nel loro interno degli spazi liberi contenenti dell'aria.

*

La questione esposta nel titolo della memoria, che il Comitato americano delle macchine elettriche desidera portare alla discussione, invitando a questa gli elettrotecnici dei differenti paesi, è della massima importanza. E' da augurarsi, infatti, che una discussione profonda sull'argomento porti a un accordo internazionale sulla temperatura di regime ammissibile nelle macchine elettriche tenuto conto dello stato attuale della tecnica degli isolanti.

Essendo stato invitato dalla Presidenza del Comitato elettrotecnico Italiano a presentare una memoria al riguardo, debbo osservare innanzitutto che l'argomento è assai vasto e complesso, come varie e complesse sono le cause e le condizioni di esercizio, le quali producono un riscaldamento delle parti isolate delle macchine e quindi degli isolamenti stessi. Io non mi sento pertanto in grado di riassumere i dati d'esperienza in una scala o sistema organico che permetta dei confronti specifici fra i singoli materiali. Mi limiterò invece ad

esporre alcune considerazioni di carattere generale, per giungere alle conclusioni che mi pare si possano ricavare dall'esperienza in materia.

Prove di laboratorio, nonché gli stessi processi di fabbricazione di molti materiali isolanti e di elementi degli avvolgimenti, dimostrano che le temperature alle quali i conduttori isolati, impiegati nella costruzione del macchinario elettrico, possono essere sottoposti, senza pericolo di deterioramento dell'isolante, sono notevolmente superiori alle temperature massime consentite dalle norme internazionali attualmente in vigore.

Questa osservazione è avvalorata anche dalla constatazione che i conduttori di molte macchine (il cui riscaldamento fu trovato a suo tempo conforme alle norme in uso, le quali sono poco dissimili dalle internazionali) dopo un funzionamento di 10, 20 e più anni, talvolta con sovraccarichi notevoli, si presentano tutt'ora in ottime condizioni di conservazione.

In altre parole il funzionamento di queste macchine per lunghi periodi di tempo (corrispondenti ad esempio nel loro insieme ad un servizio continuato di 10, 20 mesi almeno) a temperatura superiore del 30 al 40 per cento a quelle ammesse come limite dalle norme internazionali odierne non ha alterato in modo apprezzabile la struttura e la resistenza dielettrica degli isolanti.

In qualcuno dei casi suaccennati si poté constatare dei danneggiamenti al materiale d'isolamento soltanto per cause meccaniche, ma non già per effetto della temperatura. In qualche altro caso di trasformatori in olio, il fenomeno della decomposizione dell'olio o meglio della formazione dei depositi rende incerto un giusto apprezzamento sull'influenza della temperatura.

D'altra parte l'esperienza dimostra che qualche macchina, la cui sovratemperatura a regime, misurata alle prove di collaudo col metodo dell'aumento di resistenza degli avvolgimenti, rientra nei limiti ammessi dalle norme internazionali, ha dato luogo talvolta ad avarie per eccesso di temperatura in alcune parti degli avvolgimenti, anche dopo un funzionamento relativamente breve.

Voglio ricordare, ad esempio, il caso di un alternatore trifase da 6000 kVA a quattro poli 6250 volt 580 Amp. 50 periodi di cui indotto, munito di ottima ventilazione, aveva un avvolgimento a sbarre massicce di rame, isolate con micanite e corrispondenti alle dimensioni indicate nello schizzo. La sovratemperatura a regime, misurata col metodo dell'aumento della resistenza era in media di 60° C. Ciò nonostante si verificarono delle avarie per eccesso di temperatura nell'avvolgimento stesso, e precisamente nella parte delle sbarre montate nel ferro dell'indotto. La linguetta di ferro di questo che serve in parte di chiusura dei canali, è evidentemente di dimensioni troppo ridotte per impedire o attutire sensibilmente le variazioni di flusso nell'interno dei canali, e quindi la formazione di correnti parassite nel conduttore più vicino al traferro. Queste correnti producono un riscaldamento locale dell'isolamento in micanite così forte da deteriorarlo. Il conduttore vicino al traferro fu sostituito con altro formato da fili sottili cordati e avente quindi una sezione di rame minore del 20 per cento a quella di prima. Dopo d'allora, pur restando invariate le condizioni del funzionamento, non si ebbero più a lamentare degli inconvenienti.

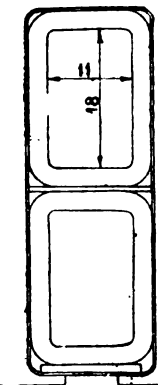


Fig. 1.

È noto altresì che si verificano delle avarie negli avvolgimenti ad alta tensione a 5000 volt e oltre (talora anche a 3000 volt) quando questi contengano dell'aria negli interstizi fra i singoli conduttori. Le avarie anzidette sono originate da uno sgretolamento dell'isolante che si presenta friabile, come se fosse stato sottoposto ad una lenta carbonizzazione, mentre invece la temperatura di funzionamento degli avvolgimenti in discorso si mantiene nei limiti prescritti dalle norme.

In questi casi il deterioramento degli isolanti non è prodotto da un eccesso di temperatura, bensì dai noti fenomeni elettrochimici dovuti all'ozonizzazione, ionizzazione e formazione di acidi negli interstizi d'aria anzidetti.

Parimenti dei collettori a lamelle, pur essendo dimensionati largamente, quando sono costruiti senza tenere debito conto dei fenomeni di dilatazione pel calore, danno luogo a spostamenti delle lamelle e conseguente scintillamento delle spazzole.

Vediamo adunque che riscaldamenti locali eccessivi, ovvero fenomeni dovuti a difetti organici di costruzione, compromettono talvolta il regolare funzionamento delle macchine e la buona conservazione degli isolanti. D'altra parte, in occasione del collaudo non è sempre possibile, ovvero manca talvolta al personale di prova la competenza necessaria per indagare le cause e scoprire i difetti surricordati.

Queste constatazioni sono quelle appunto le quali, in occasione

delle discussioni in seno ai Comitati delle norme sulle temperature di regime ammissibili nel macchinario, fanno sì che queste vengano fissate entro limiti, a mio avviso troppo bassi, per salvaguardare i casi delle imperfezioni di costruzione surriferite.

E qui credo opportuno esporre un fatto il quale, pur non avendo un rapporto diretto col tema dell'influenza della temperatura sugli isolanti, chiarisce meglio la considerazione anzidetta, che cioè si esageri talvolta nei limiti delle prove stabiliti dalle norme, per mettersi al sicuro dagli imprevisti.

In una seduta del Comitato Elettrotecnico Italiano venne portato alla discussione la proposta, fatta da altro Comitato, di provare gli indotti dei turbo alternatori, a differenza delle altre macchine, ad una tensione tripla della normale, e ciò per il fatto che i turbo alternatori hanno causato sovente dei disturbi di esercizio per avarie agli isolanti. Io non compresi e non comprendo tuttora la motivazione di questo trattamento speciale che si dovrebbe fare ai turbo alternatori.

Io ritengo invece che le avarie suddette, constatate negli avvolgimenti di alta tensione, sono originate verosimilmente da difetti organici del macchinario anziché da deficienza degli isolanti, rispettivamente da prove di isolamento non sufficientemente rigorose.

Infatti, quando si tratta di difetti che si producono nella parte degli avvolgimenti posta nell'interno del ferro dell'indotto, io ritengo che la cagione risiede in riscaldamenti locali eccessivi dei conduttori, simili a quelli ai quali ho accennato più sopra nel caso del turbo alternatore da 6000 kVA. I conduttori di queste macchine, che erogano solitamente delle forti intensità di corrente, debbono essere studiati convenientemente per evitare la formazione di correnti parassite, le quali possono produrre talvolta dei riscaldamenti locali nei conduttori tali da deteriorare i migliori isolanti.

Se si tratta invece di difetti nella parte degli avvolgimenti esterna all'indotto, soprattutto all'uscita dal ferro, la causa è presumibilmente di natura meccanica e deve ricercare in un amarraggio deficiente dell'escita stessa dei conduttori o delle altre parti esterne dell'avvolgimento, in relazione agli sforzi violenti ai quali queste parti sono sottoposte in occasione dei corti circuiti o di false messe in parallelo.

Io arrivo anzi alla conclusione che, qualora si volesse modificare una macchina avente i difetti organici suddetti in modo che essa possa resistere alla prova con tensione tripla della normale, senza correggere tuttavia i difetti in discorso, lo stato della macchina stessa peggiorerebbe.

Infatti, in relazione alla maggiore tensione di prova, si dovrebbe aumentare lo spessore dell'isolamento dell'avvolgimento entro il ferro, rendendo con ciò ancor più difficile la dispersione del calore, già per sé stessa non facile in questo genere di macchine. Le avarie dell'isolamento dovute a eccesso di calore, come sopra detto, verrebbero adunque per questo fatto favorite. D'altra parte aumentando la distanza fra le bobine fuori dal ferro e quindi la lunghezza delle stesse, onde resistere alla maggiore tensione di prova, gli sforzi elettrodinamici dovuti ai corti circuiti risultano più forti. Anche le avarie di origine meccanica sarebbero adunque favorite!

Io ritengo adunque che, in base all'esperienza, i limiti di temperatura delle Norme Internazionali sono troppo bassi, quando le macchine siano costruite con giusti criteri tecnici. Ne consegue che le norme stesse non consentono di sollecitare il materiale attivo e sfruttarlo quindi nel giusto modo, atto a ridurre il costo del macchinario.

È tuttavia più che logico e giusto di indagare, in occasione dei collaudi, sugli eventuali difetti organici di costruzione e premunirsi contro le temperature locali eccessive causate da questi. Si conosce però ormai un mezzo di indagine per stabilire queste temperature locali adottando i rivelatori montati nelle parti presumibilmente più calde delle macchine, purché questi rivelatori siano applicati colle dovute precauzioni e siano costruiti e predisposti in modo da evitare degli errori.

Io vorrei fare pertanto, come conclusione di quanto suesposto, le seguenti proposte:

1. — Le Norme Internazionali dovrebbero accogliere una nuova tabella per i limiti massimi ammissibili di temperatura, i cui valori dovrebbero essere superiori del 10-20 per cento a quelli indicati nella tabella attuale, da adottarsi nelle prove in cui le temperature massime del macchinario si misurino con rivelatori convenienti e disposti colle dovute cautele in modo da poter conoscere con esattezza la temperatura dei punti più caldi del macchinario.

2. — Tutti gli avvolgimenti funzionanti a 5000 Volt e oltre devono essere provvisti di un isolante di riempimento degli interstizi fra i conduttori, allo scopo di eliminare l'aria.

3. — La temperatura massima alla quale i collettori con segmenti possono funzionare sarà di 115° C, purché la loro struttura sia tale da non produrre deformazioni che abbiano a ingenerare scintillamento delle spazzole.

STUDIO SULLA CONVENIENZA D'IMPIEGO DI CAMERE DI COMPRESSIONE NEGLI INTERRUTTORI AUTOMATICI IN OLIO (DISGIUNTORI)

Ing. O. L'ÉPLATTENIER

Lo sviluppo delle lunghe linee di trasmissione, i collegamenti in parallelo e di compensazione tra Centrali e tra gruppi di Centrali hanno messo i costruttori europei di fronte ad un problema nuovo per loro e, per una parte di essi, non ancora completamente risolto, quello di creare e costruire il materiale di apparecchiatura atto a proteggere, smistare e distribuire le grandi potenze elettriche messe in giuoco con questi nuovi trasporti, coi criteri appropriati a tali tensioni e potenze.

Mentre ci proponiamo di trattare in un altro articolo di un sistema di protezione per altissime tensioni, ci limitiamo oggi a studiare il punto il più discusso dei meccanismi di disgiunzione, e cioè il fenomeno della rottura dell'arco d'interruzione.

Difatti, si può dire che, nella tecnica odierna degli apparecchi di interruzione dei circuiti ad altissime tensioni e grande potenze, il problema dell'isolamento (studio dei passanti) nonchè quello meccanico (velocità di rottura — meccanismi di scatto) è a buon punto. Molto controversia invece esiste per quanto riguarda l'arco ed il miglior modo di ottenere il suo spegnimento in condizioni ottime.

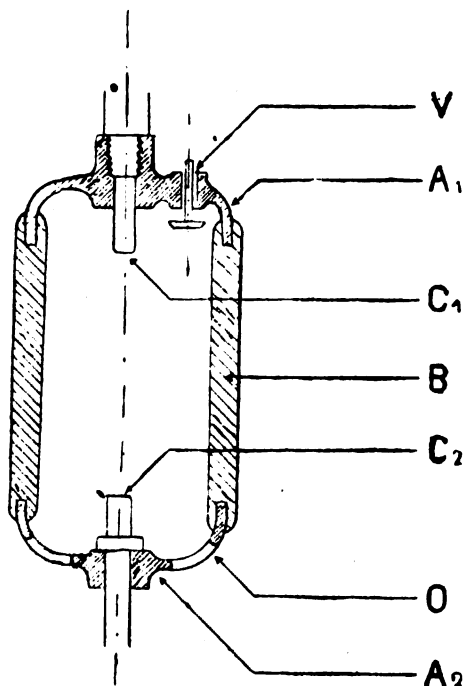


Fig. 1.

Gli studi a questo proposito sono numerosi ed hanno subito una evoluzione che non è fuori posto rilevare per fare constatare quanto diverse sono le opinioni e quanta difficile la predeterminazione dei fenomeni che si verificano nell'interruzione.

Una notissima Casa tedesca, che anni fa esaltava la molteplicità dei contatti di rottura nei disgiuntori, esalta invece oggi le camere di compressione ed adotta nelle sue costruzioni tanto le camere di compressione quanto la rottura su due contatti soli.

Malgrado la loro poca notorietà e scarsità d'impiego, non si può mettere in dubbio che le camere di compressione abbiano dei vantaggi reali e tangibili, per quanto fossero ben studiate, convenientemente costruite e collocate, ed ecco perchè:

a) Meglio di ogni altro congegno d'interruzione, esse sono forse suscettibili di una predeterminazione precisa;

b) Esse riducono la lunghezza stabile dell'arco, cioè riducono la distanza (corsa) tra contatti, alla quale, e al disotto della quale, si manterrebbe l'arco;

c) Esse aumentano l'instabilità dell'arco per lunghezze più grandi di quelle corrispondenti al suo regime stabile, cioè aumentano più rapidamente l'instabilità e di conseguenza lo spegnimento più rapido e su di un percorso più ridotto dell'arco di rottura.

Prima di analizzare questi due ultimi vantaggi, vediamo in modo più preciso che cosa debba essere una camera di compressione ben concepita:

Perchè una camera di compressione abbia un effetto utile bisogna, secondo noi, che la rottura completa abbia luogo nel suo interno, vuol dire che i contatti mobili non devono uscire completamente della camera stessa, anche in posizione di apertura del disgiuntore.

Occorre ricordare a questo proposito che una delle case costruttrici non ha aderito a questo principio; e sarebbe interessante sapere come essa giustifica un differente criterio.

La camera deve inoltre essere perfettamente isolata, incombustibile e capace di resistere a delle pressioni interne considerevoli.

La disposizione la più confacente sarebbe così quella rappresentata dalla figura 1.

Il corpo cilindrico B è un isolante; i fondi emisferici per meglio resistere alla pressione interna; A₁ e A₂ sono metallici. Le aste conduttrici C₁ e C₂ costituiscono i contatti; C₂ è scorrevole sul suo asse verticale. Il fondo inferiore A₂ è munito di aperture O che permettono la libera elezione dell'olio sotto l'azione dei gas sviluppati dalla rottura. La valvola V permette all'olio di cacciare i gas fuori della camera, a rottura ultimata.

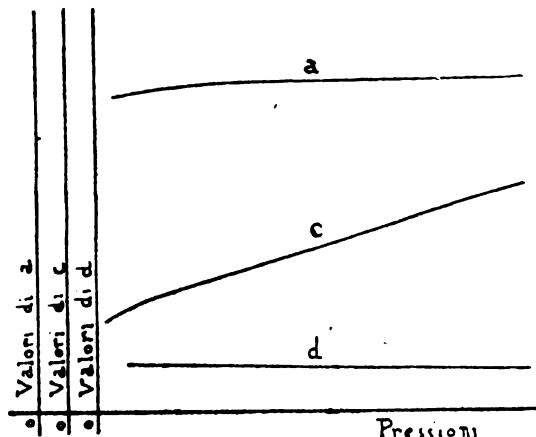


Fig. 2.

L'equazione generale di un arco qualunque è della forma:

$$e = a + \frac{c(l+d)}{\sqrt{i}}$$

dove (e) è la tensione ai morsetti, (i) l'intensità di circolazione, (l) la lunghezza dell'arco, (a) la caduta catodica, (c) e (d) dei parametri dipendenti dalla pressione e dalla natura degli elettrodi (¹).

L'equazione (1) dà per (l)

$$l = \frac{(e - a) \sqrt{i} - cd}{c}$$

Per grandi valori di (e), (a) e (d) si possono trascurare dimodochè resta approssimativamente:

$$l = \frac{e \sqrt{i}}{c}$$

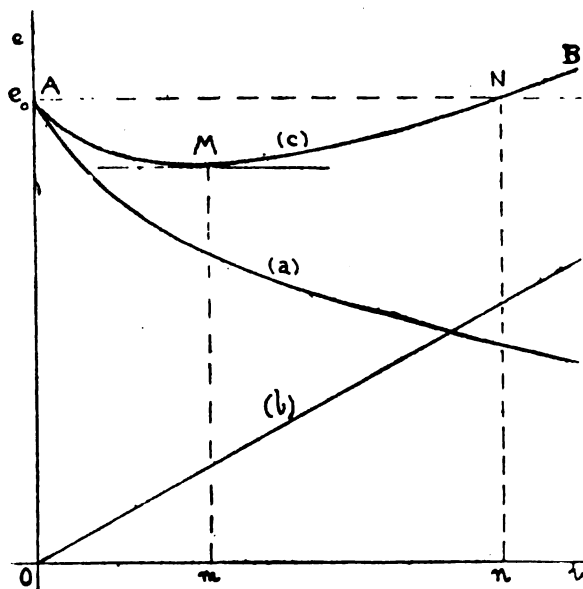


Fig. 3.

Questo coefficiente (c) cresce pressochè linearmente colla pres-

(¹) Vedi Ch. P. STEINMETZ: *Theory and Calculation of Electrical Circuit*, 1916. Digitized by Google

sione; di conseguenza l'accrescimento di pressione ha precisamente per effetto la riduzione di (*l*).

Per fissare le idee su di un esempio, e semplicemente a titolo di paragone, si rappresenta nella curva della fig. 2 le variazioni di (*a*), (*c*) e (*d*) per archi d'illuminazione nell'aria tra elettrodi di rame, in funzione della pressione.

Si sa d'altra parte che la caduta di tensione ai poli di un arco diminuisce quando cresce la corrente, secondo una legge approssimativamente rappresentata dalla fig. 3, dove la curva (*a*) rappresenta la caduta di tensione tra elettrodi in funzione della corrente (*i*).

Per esempio, se il carico è semplicemente ohmico, la retta (*b*) rappresenta il consumo di tensione dovuta alla resistenza ohmica del circuito; la curva (*c*) il consumo totale di tensione, dall'arco e suo circuito di alimentazione. Quando la corrente varia tra *O* e (*m*), la tensione varia tra *oA* e *mM*. La parte *AM* della curva (*c*) corrisponde alla zona stabile dell'arco. Quando la corrente diviene più

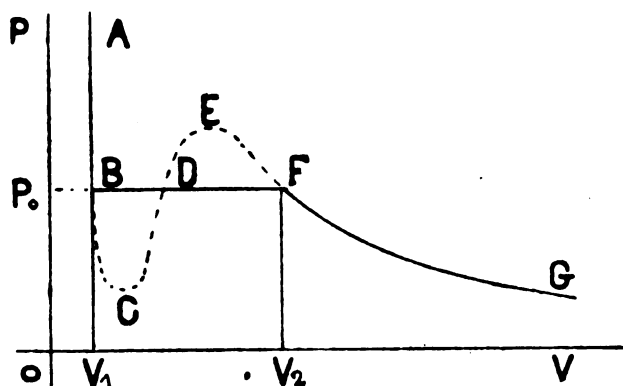


Fig. 4.

grande di (*m*) la tensione di alimentazione deve necessariamente crescere e, di conseguenza questa aumenta la corrente; in altri termini la parte *MB* della curva (*c*) corrisponde alla zona instabile dell'arco. Se (*e_g*) è la tensione di alimentazione, (o tensione del circuito) quando la corrente ha raggiunto il valore (*n*), l'arco si spegne.

Ora, l'aumento della pressione dei gas di rottura, ottenuto mediante il loro inchiudimento in una camera di compressione, ha per effetto di accrescere considerevolmente le correnti di Foucault sviluppatesi per induzione nella massa dei gas. Questi ultimi provocano una riduzione della corrente dalla quale risulta un aumento di tensione — (seconda parte *AM* della curva (*c*)), di conseguenza una diminuzione della stabilità dell'arco.

Così, la stabilità dell'arco, specialmente per forte intensità di corrente, decresce rapidamente coll'aumento di pressione ⁽²⁾.

Possibilità di determinazione precisa delle condizioni di efficienza massima delle camere di compressione o esplosione.

Essa risulta dallo studio termodinamico del fenomeno di rottura.

E' noto difatti, come l'esistenza dell'arco in seno ad un liquido implica fin dalla sua apparizione, la formazione di una bolla gassosa nella quale l'arco si sviluppa ed è costretto per tutta la sua durata. Lo studio dello sviluppo dell'arco è dunque così, almeno in parte, limitato allo studio dello sviluppo della bolla nella quale è rinchiuso, bolla formata dalla vaporizzazione di una certa quantità di olio, che viene poi più o meno completamente dissociata nei suoi costituenti chimici.

E' allora evidente che ogni circostanza atta a disturbare questo sviluppo sarà, per conseguenza, una causa di instabilità e talvolta di spegnimento dell'arco.

Ora il calore dell'arco di rottura, ossia l'energia elettrica spesa dal circuito nel disgiuntore durante l'interruzione si decompone in tre parti, cioè:

a) la quantità di calore necessaria per portare la massa del liquido vaporizzato dalla temperatura ambiente alla temperatura alla quale ha luogo la vaporizzazione;

b) la quantità di calore necessaria a vaporizzare il liquido; (il dott. Bruno Bauer, nel suo pregevole studio ⁽³⁾ ha trascurato questa aggiunta di calore speso, secondo noi tanto importante da non doversi trascurare).

c) la differenza tra la somma delle quantità di calore precedenti (ridotti in energia) e la differenza di potenziale termodinamico interno corrispondente ai due stati.

E' essenzialmente per il fatto che questa quantità (*c*) ha un valore ben determinato e positivo che i gas di rottura possono provocare effetti meccanici violentissimi, vale a dire spendere energia libera.

Si può così concepire che sia della massima importanza fare in modo che la somma delle quantità di calore (*a*) e (*b*) sia massima.

Ora, le condizioni di questo massimo esistono e sono realizzate nell'effettuare la trasformazione liquido-vapore ad una temperatura e ad una pressione ben determinati.

Lo scopo delle camere di compressione è precisamente quello di creare queste condizioni di temperatura e di pressione.

Cerchiamo prima di determinare queste condizioni:

E' necessario costruire la curva di saturazione e di limitarla ai punti critici dell'olio. Essa si costruisce punto per punto come segue:

La formola di Van der Waals supposta applicabile al vapore di olio, si scrive.

$$p = \frac{RT}{V - \gamma} - \frac{a}{V^2} \quad (1)$$

Per (*p*) elevato, $v - \gamma$ è molto più piccolo di *V*, e la formola si riduce a:

$$p(v - \gamma) = RT$$

Quando (*p*) tende verso l'infinito, (*v*) tende verso (γ) vuol dire verso il volume delle parti minime (covolume).

(*P*) si rappresenta in funzione di (*v*) dalla porzione di curva riportata in fig. 4 con *A. B. F. G.*; dobbiamo dunque avere tra i punti *B* e *F*:

$$\int \frac{dQ}{dT} = \frac{1}{T} \int dQ = 0$$

da dove

$$\int_{v_1}^{v_2} p dv = p(V_2 - V_1) \quad (2)$$

Tiriamo (*p*) fuori dall'equazione (1); portiamolo nell'equazione (2), verrà:

$$RT \log \frac{V_2 - \gamma}{V_1 - \gamma} + \frac{a}{V_2^2} - \frac{a}{V_1^2} = p(V_2 - V_1)$$

Se aggiungiamo a questa espressione le due seguenti:

$$p = \frac{RT}{V_2 - \gamma} - \frac{a}{V_2^2} \quad p = \frac{RT}{V_1 - \gamma} - \frac{a}{V_1^2}$$

eliminiamo *V₁* e *V₂* dall'equazione precedente e, dopo semplificazione

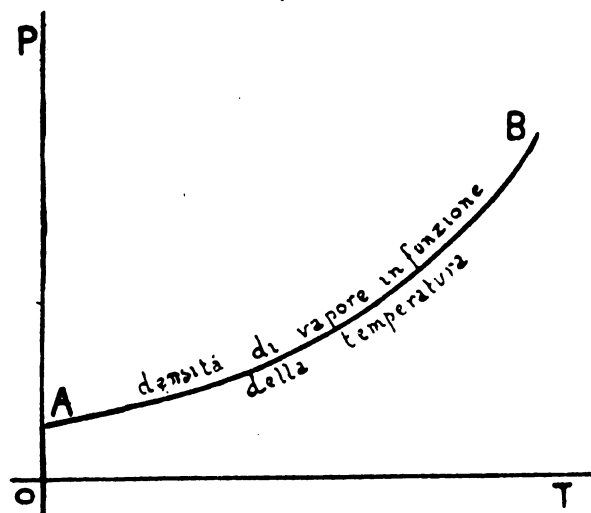


Fig. 5.

otteniamo una espressione approssimativamente della forma (secondo Van der Waals)

$$\log p = \pi \log T - \frac{v}{T} \quad (3)$$

Se d'altra parte chiamiamo (*S^o*) la densità di vapore a (*t^o*), (*d^o*) la densità del liquido a (*t^o*) sotto la pressione *P^o*, e se designiamo con π e θ le costanti critiche, ci viene, scrivendo che al punto critico la densità del liquido è uguale alla densità del vapore e, intro-

⁽²⁾ Vedi a questo soggetto W. N. EDDY: *General Electric Review*. Vol. XXV, N. 3.

⁽³⁾ Untersuchungen über den Abschaltvorgang in Hochspannungsoelschalter. — Zürich, Fachschriften Verlag und Buchdruckerei A. G., 1915.

ducendo un fattore caratteristico della natura poliatomica del costituente:

$$S_0 d_0 \frac{\pi}{P_0} = 3,85 \left[1 + \gamma (\theta - t) \right] \left[1 + \beta (\theta - t) \right] \quad (4)$$

La relazione degli stati corrispondenti ci dà inoltre:

$$\log \frac{\pi}{P_0} = 3 \frac{(\theta - t)}{t} \quad (5)$$

Le equazioni (4) e (5) ci permettono di calcolare le costanti critiche. La curva di saturazione si costruisce in seguito con una tabella delle densità di vapori o dopo una determinazione sperimentale dei parametri A e V dell'equazione (2).

La curva di saturazione ha la forma rappresentata in fig. 5 dove A è il punto di ebollizione (l'origine delle ascisse è la temperatura d'ebollizione) e B il punto critico.

Possiamo trascurare le variazioni del calore specifico del liquido colla temperatura. Il calore necessario per portare la massa del liquido alla temperatura di trasformazione (t) è il prodotto:

$$Q = C m t \quad (6)$$

e varia linearmente con (t).

Il calore di vaporizzazione, invece, varia colla temperatura e, secondo Clapeyron, si può scrivere:

$$C' = AT u \frac{dP}{dt} \quad (7)$$

In questa espressione (A) è l'inverso dell'equivalente meccanico del calore, (u) il volume dell'unità di massa di vapore e $\frac{dP}{dt}$ la perdita dalla curva di saturazione alla temperatura T .

Per $T = \theta$

$$\frac{dC'}{dT} = AT \frac{dP}{dt} \left(\frac{du_2}{dt} - \frac{du_1}{dT} \right)$$

$$\frac{du_2}{dT} = -\infty \quad \frac{du_1}{dT} = +\infty \quad \frac{dC'}{dT} = -\infty$$

La tangente alla curva è verticale al punto $T = \theta$ dove taglia l'asse di T . Essa si rappresenta dalla fig. 6.

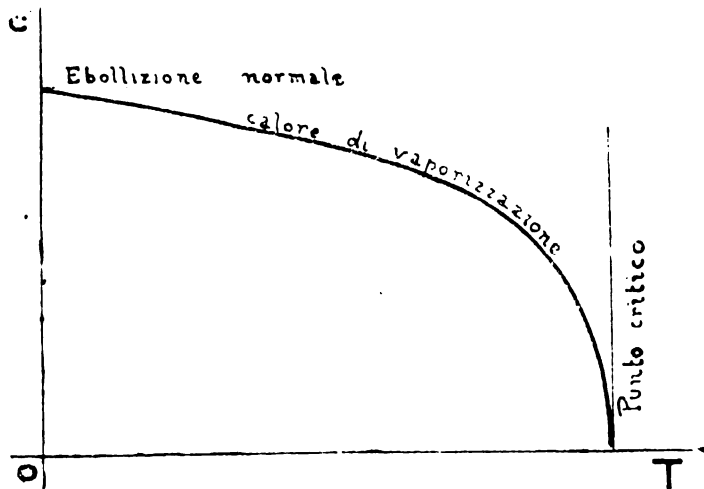


Fig. 6.

La quantità totale di calore messa in giuoco per trasformare in vapore l'unità di massa d'olio sarà dunque data aggiungendo le curve rappresentanti le funzioni (6) e (7). (Vedi fig. 7).

Il massimo della curva risultante ha per coordinate le condizioni di trasformazione le più vantaggiose.

Si sa quale sarà la quantità totale di olio vaporizzato, e quindi il volume dei gas ad una temperatura e pressione dati.

Così, e per ciascun tipo di disgiuntore che si vorrà costruire, rispettivamente per ogni potenza massima da interrompere, si potranno determinare esattamente le dimensioni delle camere di compressione di modo che la vaporizzazione abbia luogo alla temperatura e pressione precedentemente determinati.

Di fronte a vantaggi così noti delle camere di compressione o esplosione, ci si potrebbe domandare perchè esse non vengano collocate in tutti i disgiuntori per grandi potenze!

Le ragioni che meglio si possono indicare come certe non sono propriamente d'indole tecnica!

Le camere di compressione trovano limitato impiego non solo per lo spirito conservatore delle medie case costruttrici, ma più specialmente per la delicatezza della costruzione e per l'elevato costo.

Certo, non mancherebbe la convenienza tecnica per le case co-

struttrici di applicarsi a questa specialità, se le Ditte esercenti elettriche, anziché al costo, si riferissero di più alla perfezione tecnica del materiale, con vantaggio delle loro aziende e nello stesso tempo nell'interesse pubblico.

Di fronte allo stato di cose così creato, il costruttore, per quanto non adopera le camere di esplosione nei suoi disgiuntori, ottiene generalmente la rottura e lo spegnimento dell'arco con un numero

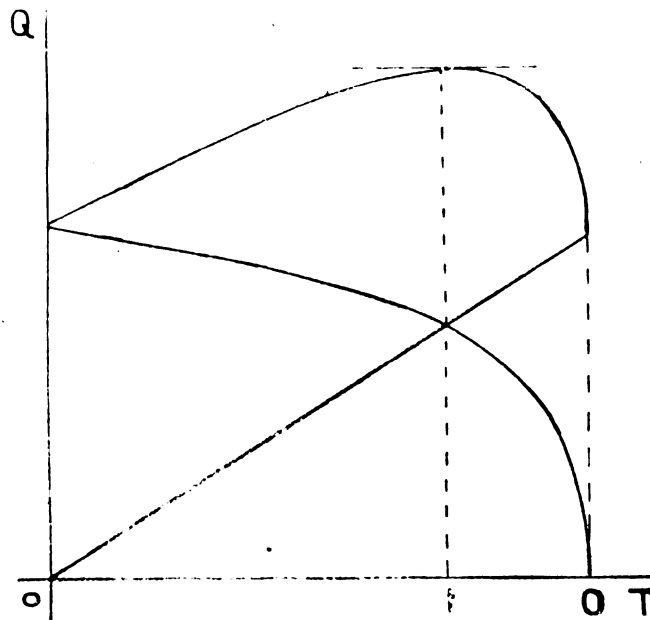


Fig. 7.

conveniente (due a quattro) di contatti ausiliari di rottura, concordando in questo colle conclusioni del dott. Bruno Bauer, nel suo notevole studio più avanti riferito.

Al materiale di apparecchiatura e specialmente al disgiuntore in olio che ne è l'essenza e l'anima, non si dà generalmente il suo valore reale di protezione. Meglio ancora dei diversissimi dispositivi speciali per la protezione degli impianti, il disgiuntore in olio protegge l'impianto di generazione e di trasformazione.

Purtroppo ancora si è abituati a considerare la bruciatura del macchinario come un caso di forza maggiore, una disgrazia inevitabile o un castigo di Dio, mentre la colpa sta di solito all'apparecchiatura, mal concepita o anche mal regolata.

Sarebbe da sperare che, dato l'alto costo dei macchinari da proteggere ed i tempi di economia che corrono, si desse maggiore peso agli apparecchi di protezione e disgiunzione, troppo spesso ancora considerati e classificati fra il materiale ausiliario di una Centrale o di un impianto elettrico, mentre dovrebbero avere assai maggiore considerazione, in relazione ai loro vantaggi.

Torino, 31 ottobre 1922.

Publicazioni dell'A. E. I.

L'Elettrotecnica — Ogni annata	più per postali	L. 60,—
Abbonamento (nel Regno)	Fr. oro	9,—
(estero)	Fr. oro	60,—
Un numero separato (nel Regno)	Fr. oro	2,50
(estero)	Fr. oro	3,—
	più per postali	1,—
Statistica degli Impianti Elettrici in Italia:		
Vol. I. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia:		
Pei Soci, una copia (broch.)	più per postali	10,—
Pei non Soci (broch.)	più per postali	1,80
	più per postali	10,—
	più per postali	1,80
Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia		
	più per postali	20,—
	più per postali	2,50
Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).		
L'industria nazionale dei materiali e dei macchinari elettrici — Suo stato attuale — suo avvenire (broch.)		
	più per postali	2,50
	più per postali	0,80
Carta delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia		
	più per postali	1,—
	più per postali	0,50
Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici		
	più per postali	3,—
	più per postali	1,—
Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACINOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso)		
	più per postali	3,—
	più per postali	1,—
Vocabolario Elettrotecnico del Comitato Elettrotecnico Italiano		
	più per postali	2,50
	più per postali	1,—

:: **SUNTI E SOMMARI** ::

CONDUTTURE.

H. SCHENKEL — Le linee elettriche in alluminio-acciaio. (E. T. Z., N. 37 del 14 settembre 1922. pag. 1153).

Le note equazioni:

$$(1) \quad \begin{cases} \frac{\Delta^2 l^2}{24 z^2} - \frac{\Delta_0^2 l^2}{24 z_0^2} = T \vartheta + (x - x_0) \alpha \\ \frac{\Delta^2 l^2}{24 z^2} - \frac{\Delta_0^2 l^2}{24 z_0^2} = T \tau + (y - y_0) \beta \end{cases}$$

che si riferiscono all'equilibrio di una fune composta, permettono la risoluzione del problema di determinare la ripartizione delle sollecitazioni nell'alluminio (x) e nell'acciaio (y), al variare della temperatura t ($T = t - t_0$).

In esse, l è la lunghezza della campata, ϑ e τ i coefficienti di dilatazione dell'alluminio e dell'acciaio rispettivamente e le altre grandezze vengono definite dalle relazioni seguenti, nelle quali l'indice a si riferisce all'alluminio, e l'indice s all'acciaio: $\Delta = n \delta_a + \delta_s$ (δ =

peso (kg) di $1 \text{ m} \times \text{cm}^2$; $n = \frac{q_a}{q_s}$ = rapporto tra le sezioni); $\alpha = \frac{1}{E_a}$, $\beta = \frac{1}{E_s}$ (E = modulo di elasticità); $z = nx + y$. Gli indici o si riferiscono, come è noto, ad una qualsiasi condizione di equilibrio del sistema, dalla quale si parte per le successive calcolazioni.

La trattazione analitica delle (1) riuscirebbe, secondo l'A., eccessivamente laboriosa per le pratiche applicazioni; egli propone quindi un metodo grafico, che ha senza dubbio il vantaggio di dare un quadro assai perspicuo dell'andamento dei fenomeni che accompagnano il variare della temperatura.

Dalle (1) si ricava facilmente:

$$(2) \quad \frac{\Delta^2 l^2}{24 z^2} - \frac{\Delta_0^2 l^2}{24 z_0^2} = T \Theta K + (z - z_0) K$$

che può anche scriversi:

$$(2a) \quad z^2 + \left(\frac{\Delta_0^2 l^2}{24 K z_0^2} + T \Theta - z_0 \right) z = \frac{\Delta^2 l^2}{24 K}$$

$$\text{in cui: } K = \frac{1}{n E_a + E_s} \text{ e } \Theta = n \frac{\vartheta}{\alpha} + \frac{\tau}{\beta}$$

Ancora dalle (1) si trae:

$$(3) \quad x' = x \frac{\alpha}{K} = x_0 \frac{\alpha}{K} + z - z_0 + T \left(\Theta - \frac{\vartheta}{K} \right)$$

$$(4) \quad y' = y \frac{\beta}{K} = y_0 \frac{\beta}{K} + z - z_0 + T \left(\Theta - \frac{\tau}{K} \right)$$

Se allora (fig. 1 e 2) si rappresenta graficamente la z in funzione di t [eq. (2a)], e si tracciano due rette, AB e AC facenti rispettivamente coll'asse delle t gli angoli ψ e φ definiti dalle

$$-tg\psi = \Theta - \frac{\vartheta}{K} = -\frac{1}{\beta}(\delta - \tau); \quad tg\varphi = \Theta - \frac{\tau}{K} = \frac{n}{\alpha}(\vartheta - \tau)$$

[vedi eq. (3) e (4)], le intercette tra la curva delle z e le due rette stesse, danno immediatamente x' e y' e quindi le sollecitazioni x e y alle varie temperature.

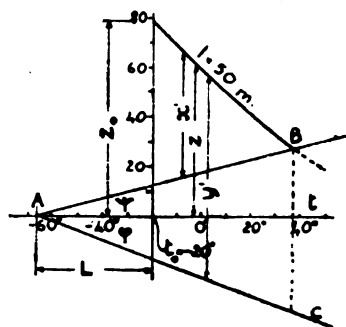


Fig. 1.

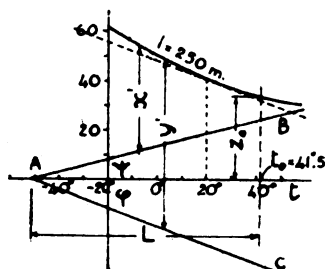


Fig. 2.

La determinazione del punto A da cui escono le due rette e il tracciamento della curva z seguono in modo diverso a seconda che la massima sollecitazione z si verifichi in corrispondenza della minima temperatura ammissibile $t_{\min}$ (-20° secondo le norme del V. D. E.) ovvero in corrispondenza di una temperatura t_k (-5° secondo il V. D. E.) allorché la fune sia gravata anche dal so-

vraccarico per neve e ghiaccio (da calcolarsi secondo il V. D. E. in gr per m con la $g = 180 \sqrt{d}$ essendo d il diametro della fune in mm). Per stabilire a priori se si realizzi l'una o l'altra delle due ipotesi, conviene verificare se la campata risulti minore o maggiore della « campata critica » definita dalla:

$$l_c^2 = 24 \Theta K z_{\max}^2 \frac{t_k - t_{\min}}{\Delta_k^2 - \Delta^2}$$

essendo $\Delta_k = \Delta + \frac{g \text{ (kg)}}{q_s \text{ (cm}^2\text{)}}$ e $z_{\max}$ la massima sollecitazione ammissibile per i materiali ($z_{\max} = nx_{\max} + y_{\max}$).

Se si verifica la prima ipotesi (fig. 1), la posizione di A viene definita, come si verifica facilmente tenendo presenti le (3) e (4) dalla:

$$(5) \quad L = \frac{nx_0}{tg\varphi} - \frac{y_0}{tg\psi}$$

essendo L (in gradi) la distanza fra il punto A e la temperatura di partenza ($t_{\min}$). In questo caso naturalmente $x_0 = x_{\max}$; $y_0 = y_{\max}$ e $t_0 = t_{\min}$ rappresentano le condizioni di partenza per il tracciamento della curva z .

Se invece è la seconda condizione che si realizza, (fig. 2) conviene assumere come punto di partenza per il tracciamento della curva z la temperatura $t_0 = T_f + t_k$ alla quale corrisponde una freccia eguale a quella che si realizza alla temperatura t_k e col sovraccarico. Per una tale temperatura T_f , i primi membri delle (1) e (2) debbono necessariamente annullarsi, e si hanno quindi facilmente le condizioni di « partenza » definite dalle:

$$z_0 = \frac{\Delta'}{\Delta_k} z_{\max}; \quad T_f = \frac{z_{\max} - \Delta^2 z}{\Theta}; \quad x_0 = x_{\max} - \frac{\vartheta}{\alpha} T_f;$$

$$y_0 = y_{\max} - \frac{\tau}{\beta} T_f$$

La posizione del punto A resta ancora definita dalla (5), in cui L è, come nel caso precedente, la distanza in gradi del punto A stesso dalla temperatura di partenza (t_0).

La fig. 1 rappresenta il procedimento grafico ora descritto, per una fune composta, con le seguenti caratteristiche: $l = 50 \text{ m}$; $q_a = 60,3 \text{ mm}^2$; $q_s = 14,1 \text{ mm}^2$; la fig. 2 si riferisce ad una campata con: $l = 250 \text{ m}$; $q_a = 124,6 \text{ mm}^2$; $q_s = 29,1 \text{ mm}^2$. Per entrambi i casi, le costanti fisiche assunte sono le seguenti: $\delta_a = 0,275$; $\delta_s = 0,795$; $E_a = 0,715 \times 10^{-6} \text{ kg-cm}^2$; $E_s = 2,2 \times 10^{-6}$; $\vartheta = 2,3 \times 10^{-5}$; $\tau = 1,1 \times 10^{-5}$; ed inoltre: $x_{\max} = 900 \text{ kg-cm}^2$; $y_{\max} = 4000 \text{ kg-cm}^2$.

Dall'esame dei due esempi trattati e da quello delle formule date più sopra, si possono trarre le seguenti conclusioni:

a) per piccole campate, tanto la sollecitazione dell'acciaio quanto quella dell'alluminio vanno diminuendo col crescere della temperatura: esiste anzi in genere, nei limiti di temperatura praticamente raggiunti, un valore di quest'ultima per cui la sollecitazione dell'alluminio si annulla (punto B nella fig. 1), il che si spiega facilmente tenendo presente che l'alluminio ha un coefficiente di dilatazione maggiore di quello dell'acciaio;

b) per grandi campate, mentre la sollecitazione dell'alluminio col crescere della temperatura va diminuendo, quella dell'acciaio diminuisce dapprima, poi, dopo esser passata per un minimo, (corrispondente a $t = 20^\circ$ nella fig. 2), torna di nuovo a crescere.

c) l'adozione delle funi composte in alluminio-acciaio è specialmente da raccomandarsi per le grandi campate, (gli Americani sono giunti fino a tessate di 1500 m) purché si sfrutti anche la resistenza alla trazione dell'alluminio; il fare altrimenti conduce all'adozione di pali inutilmente più alti del necessario. E' interessante in proposito la tabella seguente, in cui f , f' sono rispettivamente le frecce che risultano dal calcolo per la fune in alluminio-acciaio che si riferisce alla fig. 2, nell'ipotesi che o entrambi i metalli contribuiscano alla resistenza, o che a quest'ultima sia sfruttato il solo acciaio; f'' si riferisce ad una fune in rame equivalente (70 mm^2) alla data.

$t =$	-20°	-10°	0°	10°	20°	30°	40°	$-5^\circ +$ sovracc.
z	6200	5580	5040	4550	4140	3780	3500	7870
f	2,5	2,8	3,1	3,4	3,75	4,1	4,45	4,5
f'	7,35	7,5	7,65	7,8	7,95	8,1	8,2	8,8
f''	4,3	4,8	5,4	6,0	6,6	7,25	7,9	7,6

Appare da essa chiaramente che con l'adozione della fune composta si può realizzare, in confronto alla fune in rame, un risparmio di $\sim 3 \text{ m}$ sull'altezza dei pali; ma che tale vantaggio scomparirebbe completamente ove non si tenesse conto della resistenza dell'alluminio.

IMPIANTI.

P. LE VERRIER — Le grandi reti elettriche per la trasmissione d'energia ad alta tensione in Francia. (R. G. E., 17 settembre 1921, pag. 357-365).

La crisi economica e industriale dovuta alla guerra fa sentire in tutti i paesi, e quindi anche in Francia, l'imperioso bisogno di organizzare con metodo l'utilizzazione delle sorgenti di energia fra le quali una delle più interessanti è il carbone bianco. Allo scopo di assicurare una ripartizione razionale su tutto quanto il territorio dell'energia captata, l'autore studia un vasto sistema di reti elettriche per la trasmissione dell'energia ad alta tensione, destinate a collegare i centri di produzione coi centri di utilizzazione, e di coprire il territorio di maglie sufficientemente fitte perchè l'energia elettrica possa essere distribuita in tutti i punti nelle migliori condizioni di sicurezza e di economia.

L'interesse di questa questione, in Francia, è stato avvertito anche dagli Enti pubblici, tanto che l'Amministrazione dei lavori pubblici ha provocato e appoggiato parecchie domande di concessioni riguardanti reti o linee di trasmissioni, per le quali alcuni dei richiedenti non avevano chiesto alcun aiuto finanziario allo Stato.

Un esempio tipico è dato dalla domanda per la linea da Beaumont-Montoux a Saint-Etienne, che è stata concessa con decreto del 29 giugno 1921 alla società «L'Energia elettrica della Bassa Isère».

Altre linee o reti di cui è stata chiesta la concessione sono:

La linea da Pougny-Chancy al Creusot, destinata a trasmettere l'energia idroelettrica del Rodano dalla frontiera svizzera alle officine del Creusot;

La rete di trasmissione d'energia delle Alpi, destinata a trasmettere l'energia idroelettrica dall'Alto Isère a Lione;

La rete di trasmissione d'energia del Centro, che collegherà tra loro e ai centri d'utilizzazione di Saint-Etienne, Roanne, Lione, Montclucun e Grenoble, le officine idroelettriche delle Alpi, del Massiccio Centrale e del Giura;



Carta delle principali linee d'energia elettrica ad alta tensione, in Francia.

- Linee a 120.000, 150.000 V; capacità di trasmissione di 40.000, 50.000 kVA in costruzione o in servizio.
- In progetto.
- ==== Capacità di trasmissione da 80.000 a 100.000 kVA in costruzione o in servizio.
- In progetto.
- Linea da 150.000 a 220.000 V, capacità di trasmissione da 80.000 a 100.000 kVA, Rodano-Parigi e Reno-Parigi.
- Linee a tensione da 45.000 V a 75.000 V, in costruzione o in servizio.
- In progetto.
- o Posti di trasformazione.

La rete di trasmissione d'energia destinata all'elettrificazione delle strade ferrate del Mezzogiorno e alla connessione delle officine idroelettriche dei Pirenei e del Massiccio Centrale fra loro e coi centri di utilizzazione delle regioni di Béziers, Tolosa e Bordeaux;

La linea che va da Delle a Vincey per Pouxieux, che trasmetterà l'energia idroelettrica svizzera verso i centri di utilizzazione di Nancy, Brier et Mézières.

Le Mnee citate costituiranno i primi elementi delle grandi reti elettriche per la trasmissione dell'energia ad alta tensione, di 120 000, 150 000 ed anche 220 000 volt, che in un prossimo avvenire, alimenteranno il territorio.

La carta qui unita rappresenta un programma schematico di insieme di queste grandi reti. Non si tratta però che di una prima visione che potrà subire, di mano in mano che proseguono gli studi, le necessarie e convenienti modifiche, per l'adattamento ai bisogni economici, industriali e agricoli della regione.

Queste grandi reti, come sono raffigurate nella carta annessa, comprendono:

1° - Una rete sud-ovest a 150 000 V, trasmettente l'energia delle centrali dei Pirenei e della parte sud del Massiccio Centrale verso i centri di utilizzazione delle regioni di Nîmes, Béziers, Tolosa e Bordeaux, assicurando il collegamento tra le centrali dei Pirenei e del Massiccio Centrale e la trasmissione dell'energia necessaria alla elettrificazione delle ferrovie del mezzogiorno.

2° - Una rete del centro a 150 000 V trasmettente l'energia delle centrali del Massiccio Centrale verso i centri di utilizzazione delle regioni di Saint-Etienne, Roanne, Lione, Digione, Nevers, Clermont-Ferrand, Montluçon, Limoges, Bordeaux, Angoulême, Poitiers, La Rochelle, Nantes, Angers, Tours, Orléans e Parigi, e destinata ad assicurare l'elettrificazione delle ferrovie Parigi-Orléans.

3° - Una rete del sud-est a 120 000 o a 150 000 V trasmettente l'energia delle centrali del Rodano, delle Alpi e del Giura, verso i centri di utilizzazione di Nizza, Tolone, Marsiglia, Avignone, Valenza, Saint-Etienne, Lione, Macon, Le Creusot, Digione e Besancon, e assicurando il collegamento fra le centrali delle Alpi, del Rodano, del Massiccio Centrale e del Giura, l'elettrificazione delle ferrovie da Parigi a Lione e l'alimentazione della Mediterranea.

4° - Una rete nord-ovest comprendente linee a 150 000 o 120 000 V e alcune a tensione minore, alimentanti diversi centri di utilizzazione della regione e assicurante il collegamento delle grandi centrali della regione di Parigi, delle miniere del nord e del Passo di Calais, di Rouen, Le Havre, Caen, Nantes e delle centrali maremtrici da impiantare sulle coste della Bretagna.

5° - Una rete del nord-est comprendente linee a 150 000 o 120 000 V e alcune a tensione minore, alimentanti centri di utilizzazione di questa regione e assicurante il collegamento delle grandi centrali del Nord, del Passo di Calais, di Reims, delle Ardenne, del bacino di Briey, di Lorena, di Alsazia e del Reno, e la trasmissione d'energia importata dalla Svizzera in Francia, specialmente nel periodo estivo.

Le combinazioni amministrative e finanziarie per la realizzazione di questo programma, possono essere varie.

1° - La costruzione è fatta a spese dello Stato o con partecipazione di società interessate e la concessione della gestione è affidata a una direzione interessata, come è avvenuto per le terre liberate, alle quali urgeva assicurare la distribuzione dell'energia elettrica, indispensabile per la ripresa della vita economica industriale e agricola;

2° - La concessione e la gestione è affidata a società miste in cui possono figurare lo Stato, i Dipartimenti, i Comuni e gli altri Enti pubblici, i concessionari o i consumatori d'energia. Una tale combinazione non è stata ancora adottata per grandi reti, per quanto l'ordinamento legislativo di questi ultimi anni lo prenda in considerazione.

3° - La concessione della costruzione e la gestione viene affidata a società, con partecipazione delle compagnie ferroviarie. Questa soluzione è stata adottata per una parte delle grandi linee elettriche destinate alla trasmissione dell'energia delle centrali dei Pirenei fino alle regioni di Tolosa e Bordeaux.

4° - La concessione della costruzione e la gestione viene affidata a società anonime ordinarie, con o senza concorso finanziario dello Stato. Evidentemente le iniziative di questo genere devono essere incoraggiate il più possibile, poichè costituiscono il miglior criterio d'utilità di una linea, evitando o attenuando le spese dello Stato. Un esempio di questo sistema ci è dato dalla linea da Beaumont-Montoux a Saint-Etienne, costruita e gestita dalla Società «L'Energia elettrica della Bassa Isère».

L'autore fa in seguito una dettagliata esposizione delle condizioni speciali per le concessioni delle reti di trasmissione, esponendo e commentando i principali articoli del nuovo tipo di contratto di concessione in base al quale sarà gestita la rete di trasmissione da Beaumont-Montoux a Saint-Etienne, e prendendo da questo lo spunto per prevedere un ordinamento generale da valere per le reti e le linee che dovranno venire in seguito concesse.

Ciò che maggiormente interessa in questo tipo di concessione sono le particolarità delle condizioni del disciplinare di concessione che, come si è detto, sono state ampiamente ricordate dall'autore.

Una delle particolarità della linea Beaumont-Montoux - Saint Etienne è quella di essere stata approvata con un decreto che la dichiarava di utilità pubblica, raccomandando l'urgenza nei lavori perchè l'energia generata dalla centrale di Beaumont-Montoux, che doveva essere ultimata entro il 1921, non rimanesse inutilizzata per la mancanza della linea di trasmissione.

L'autore ricorda che le disposizioni particolari usate in questa concessione potrebbero essere applicate in casi simili di reti di trasmissione ad alta tensione, e richiama l'attenzione su queste questioni, perchè esse possano essere utili in seguito nei casi pratici analoghi, provocando la ricerca di quelle soluzioni che si presentano come le più pronte e le più favorevoli allo sviluppo economico, industriale e agricolo del Paese.

(a. r.).

MATERIALI.

G. J. MEYER — Ricerche col metodo dell'impronta sui pezzi isolanti stampati. (E. T. Z., N. 42 del 19 ottobre 1922, pagina 1285).

E' noto come le norme del V. D. E. per le prove dei materiali isolanti, richiedendo l'uso di provini opportunamente dimensionati, non possano costituire un metodo di ricerca atto a dare una idea preventiva del valore di un pezzo isolante già sagomato e pronto ad essere messo in opera. Il procedimento che l'A. illustra, e che è seguito presso la A. G. Dr. Paul Meyer, costituendo un vero «metodo di impronta», può essere impunemente adottato anche per parti da doversi poi mettere in opera e, senza dubbio, è atto a dare, limitatamente ad una determinata applicazione del pezzo in esame, una giusta idea delle sue proprietà.

Osservazioni preliminari avevano mostrato che spesso l'unione (fig. 1-a) a mezzo di bulloni tra pezzi isolanti e pezzi metallici (per

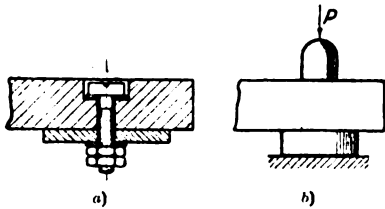


Fig. 1.

esempio nei «ponti» degli interruttori a leva), perdeva la rigidità primitiva a causa di screpolature che si presentavano nel pezzo isolante, o veniva addirittura sciolta per rottura del bullone.

La rottura dell'isolante non poteva spiegarsi se non con una eccessiva pressione della testa del bullone sulla propria sede; onde tornava logica una prova preventiva dei pezzi con un metodo che riproducesse, per così dire, le condizioni di sollecitazione che poi in pratica realmente si presentavano; da qui la nascita della prova di impronta (fig. 1-b).

La determinazione della sollecitazione P a cui sottoporre il pezzo isolante segue facilmente, tenendo presente che la massima pressione a cui può esser sottoposto il pezzo isolante stesso è evidentemente quella che condurrebbe alla rottura del gambo del bullone: ammesso pel ferro che costituisce quest'ultimo un limite di rottura di 5000 kg-cm^2 , e date le proporzioni tra testa e gambo del bullone, si riesce facilmente a stabilire che, in media, l'isolante può esser sottoposto a compressioni che si aggirano intorno ai 1000 kg-cm^2 ; dovrà dunque essere questo, mediamente, il valore della sollecitazione unitaria di prova.

Quanto alla temperatura a cui la prova stessa deve essere effettuata, essa deve naturalmente commisurarsi alle condizioni di esercizio in cui potrà eventualmente venirsi a trovare il pezzo. Generalmente la ricerca si estende dalla temperatura ambiente fino ai limiti superiori seguenti:

per pezzi di interruttori, morsetti, ecc., per grandi intensità di corrente	100°
per basi di valvole di sicurezza a lamelle	120°
per pezzi di morsetti destinati a piccole intensità di corrente (< 5 A) come morsetti di contatori, ecc.	80°
per pezzi isolanti sottoposti a sollecitazioni termiche quasi nulle, come basi di contatori, ecc.	60°

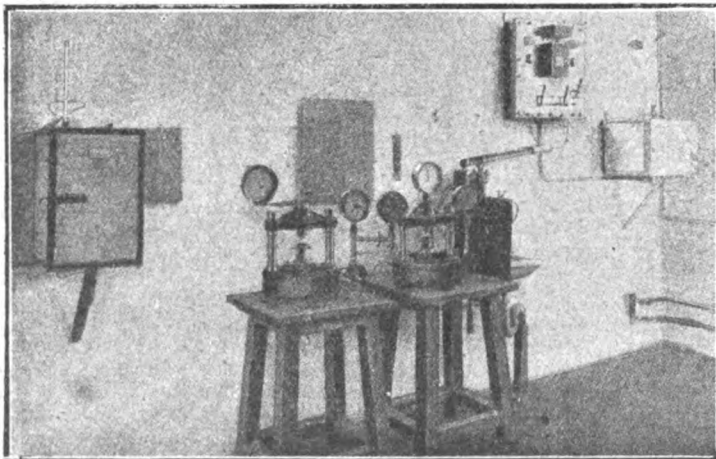


Fig. 2.

La fig. 2 mostra il posto di prova installato presso la A. G. Dr. Paul Meyer. Sono chiaramente visibili le due presse idrauliche con manometro e con apparecchio per la misura della profondità di impronta; lateralmente sono installate due stufe elettriche ove i pezzi da provare vengono portati alla temperatura voluta. In generale le

prove eseguite sono tre: a $15^\circ\text{-}20^\circ$, a 70° , ed a $80^\circ\text{-}100^\circ\text{-}120^\circ$ (talvolta, per articoli correnti si effettua la sola prova a temperatura ordinaria). E' norma costantemente seguita quella di fare le prove a temperature successivamente crescenti, poichè in tal modo si riescono a svelare facilmente eventuali deficienze di cottura del materiale, come si vedrà in seguito.

Nella fig. 3 sono raccolti i risultati delle prove condotte su undici diversi «ponti» di interruttori a mano, costituiti con materiali

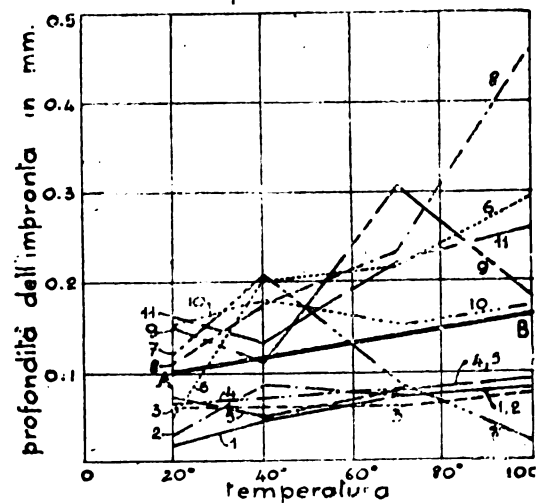


Fig. 3.

vari, per selezionare i quali, per distinguere cioè i buoni dai cattivi, il metodo seguito è assai semplice; i vari «ponti» sono messi in opera, e successivamente si fanno subire agli interruttori almeno 3000 aperture e chiusure successive. Da notarsi il fatto che, sia le une che le altre, vanno fatte a mano, nelle identiche condizioni cioè in cui gli interruttori stessi saranno comandati in esercizio, la pratica avendo dimostrato che un interruttore può subire impunemente 20 mila aperture e chiusure successive effettuate meccanicamente (con dispositivi facilmente immaginabili) e rompersi invece dopo appena 1000 operazioni eseguite a mano.

Lo stato degli interruttori dopo tale prova ci permette naturalmente di giudicare se il materiale impiegato sia accettabile o meno; l'esperienza ha dimostrato che, per «ponti» di interruttori a leva la linea A-B segnata in fig. 3, determina il limite di separazione tra materiali buoni e cattivi; e precisamente sono tali quelli la cui caratteristica giace al disopra della linea di demarcazione, buoni gli altri.

Il metodo può naturalmente impiegarsi, con opportune varianti, per tutti i pezzi: nella tavola che segue sono raccolti alcuni dati numerici che valgono ad orientare sulla applicabilità o meno di un determinato prodotto ad uno scopo determinato, nel senso che individuano, con la massima profondità dell'impronta accettabile sotto una determinata pressione, il limite di separazione tra materiali impiegabili e non.

Pezzi	Pressione (kg/cm ²)	Temperatura (gr. cent.)	Profondità dell'impronta μ
Ponti di interruttori	1000	20	100 (75)
Basi	1000	100	150 (150)
Morsetti da contatori	1000	20	250 (100)
Basi valvole di sicur. a lamelle	750	100	500 (200)
	750	20	100
	750	100	250

I valori tra parentesi della quarta colonna, si riferiscono a prodotti tipo bakelite, gli altri a materiali stampati a freddo.

Dall'andamento delle caratteristiche, tracciate come si è detto, si possono trarre importanti deduzioni circa la qualità del materiale, indipendentemente dal suo modo d'impiego, se si tien presente che un buon materiale, esente da difetti interni (soffature od altro) e sufficientemente cotto, deve presentare una caratteristica nettamente ascendente (profondità dell'impronta crescente col crescere della temperatura). Così per esempio dall'andamento della caratteristica del materiale 7 (fig. 3) si può dedurre che esso non ebbe una cottura sufficiente, mentre quella del materiale 5 rivela qualche difetto interno nel pezzo in prova (punto debole incontrato nella prova a 20°). Tali difetti interni si possono rivelare anche battendo il materiale con un oggetto metallico: se il materiale è uniforme, esso deve dare un suono chiaro e limpido.

Notevolissimo è l'influsso che sul comportamento dei materiali stampati ha lo stato della superficie (se lavorata con asportazione dello strato superficiale ovvero no). La tavola seguente che si riferisce a zoccoli per valvole di sicurezza a lamelle, provate sotto 1000 kg-cm^2 a 18° , ne è la prova (δ = profondità massima dell'impronta; ε = profondità dell'impronta permanente).

N. della prova	Superficie non lavorata			Superficie lavorata			100 $\frac{\partial_1}{\partial_2}$	100 $\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}$
	∂_1	ϵ_1	$\frac{\partial_1}{\epsilon_1}$	∂_2	ϵ_2	$\frac{\partial_2}{\epsilon_2}$		
1	73	2	35,5	80	13	6,15	91,5	15,4
2	86	5	17,2	200	42	4,75	43,0	12,0
3	58	1	58,0	102	10	10,2	59,9	10,0
4	56	4	12,5	145	64	3,82	20,5	6,2
Valori medi			31,0			6,23	53,0	10,9

Appare chiaramente da essa la necessità di limitare al minimo necessario la lavorazione della superficie, l'asportazione dello strato superficiale agendo dannosamente sulle proprietà del materiale (¹).

Il metodo così come è stato descritto è applicabile sempre che il pezzo da esaminare presenti una superficie adatta a ricevere l'impronta: non è per esempio applicabile alle impugnature isolanti (fi-

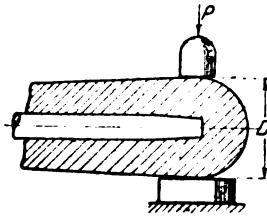


Fig. 4.

gura 4) per le quali peraltro si è notato che, spingendo la pressione P fino a rottura, il rapporto $\frac{P}{D^2}$ risulta approssimativamente costante; il rapporto stesso può quindi esser preso come un indice per giudicare della qualità del materiale. Prima della guerra, tale rapporto si aggirava intorno a 120 e a 75 per materiali stampati a freddo e a caldo rispettivamente. Per i materiali odierni, più scadenti, tali cifre si abbassano assai (75 e 40 rispettivamente).

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

R. CARSON — Note sulla teoria della modulazione. (Proc. Inst. Radio Eng., vol. 10, N. 1 Febbraio 1922, pag. 57).

E' noto che nella radiotelegrafia e nella telefonia multipla su fili, il trasporto del segnale, che è a frequenza musicale, viene affidato ad un'altra trasmissione a frequenza diversa, che, ordinariamente, è una frequenza radiotelegrafica. In generale la modulazione dell'onda supporto agisce sull'ampiezza di essa; alcuni però preferiscono il sistema che agisce sulla sua frequenza. Si rimprovera infatti al primo sistema l'inconveniente di accaparrare, sia per la trasmissione, sia per la ricezione, una gamma di frequenze assai estesa, nel mentre che il secondo sistema, a detta dei suoi sostenitori, presenta tale inconveniente in grado assai minore. L'A. si propone di dimostrare come sia inesatta una tale affermazione, e come la gamma di frequenze messe in giuoco colla modulazione della frequenza, non possa mai essere inferiore all'altra.

Egli dapprima ricorda l'espressione generale di un'onda (modulata nell'ampiezza): $f(t) A \cos \omega t$ in cui $f(t)$ rappresenta il segnale modulatore, ed $A \cos \omega t$ l'onda supporto, e quindi ritenendo come di solito $f(t)$ risultante da una somma di m termini della forma generale $a_j \cos(p_j t + \theta_j)$, dimostra come in tal caso l'onda modulata risulti espressa da

$$\frac{1}{2} A \sum_1^m a_j \cos[(\omega - p_j)t - \theta_j] + \frac{1}{2} A \sum_1^m a_j \cos[(\omega + p_j)t + \theta_j]$$

da cui appare come in essa esistano tutte le frequenze comprese fra $\omega + \frac{p_m}{2\pi}$ e $\frac{\omega - p_m}{2\pi}$ e come cioè la gamma delle frequenze abbia una estensione data da $\frac{2 p_m}{2\pi}$.

L'A. passa ora ad esaminare il caso della modulazione di frequenza.

Si supponga un circuito contenente capacità e induttanza, ma dotato di resistenza trascurabile. In esso si ha: $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$. Supponiamo ora che rimanendo costante l'induttanza, si faccia variare la capacità in rapporto coll'intensità del segnale. Supponiamo inoltre che questo sia rappresentato da una nota pura di pulsazione p e che il valore istantaneo C della capacità sia espresso da $C = C_0 (1 + h \sin p t)$ in cui h è un termine proporzionale all'intensità del segnale, e C_0 il valore fisso della capacità. Se h è molto piccolo rispetto all'unità, si può scrivere:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{LC_0}} (1 + h \sin p t) = \omega_0 (1 + h \sin p t)$$

cioè in tal caso il circuito è percorso da corrente di pulsazione variabile, il cui valore istantaneo è dato da $\omega_0 (1 + h \sin p t)$. Dunque la frequenza di tale corrente varia fra i limiti

$$\frac{\omega_0}{2\pi} (1 + h) \text{ ed } \frac{\omega_0}{2\pi} (1 - h);$$

cioè la gamma delle frequenze ha una estensione data da $\frac{2 \omega_0 h}{2\pi}$ e

siccome in questo tipo di modulazione si fa $2(\omega_0 h)$ più piccolo di p , si ha in definitiva che la gamma delle frequenze avrebbe in questo caso una estensione minore che nel caso della modulazione dell'ampiezza. Tutto ciò però non è esatto; se seguiamo infatti un metodo rigoroso, e scriviamo l'equazione differenziale del circuito sopra considerato, si ha

$$L \frac{d^2 I}{dt^2} + \frac{1}{C} I = 0 \quad \text{od anche} \\ \frac{d^2 I}{dt^2} + \frac{1}{LC_0} (1 + 2h \sin p t) I = 0$$

Orbene con un semplice cambiamento di variabile, questa espressione si può mettere sotto la forma

$$\frac{d^2 I}{dx^2} + (a + 16 \cdot q \cdot \cos x) I = 0$$

che è la forma canonica dell'equazione di Mathieu, e la cui soluzione è data da una serie della forma:

$$\sum_{-\infty}^{+\infty} b_n \cos[(\omega_0 + n p)t + \theta_n]$$

vale a dire che le frequenze presenti nell'onda modulata sono in un numero infinito e distanziate fra loro di $\frac{p}{2\pi}$.

Nel caso poi più generale in cui il segnale sia espresso anziché da una nota pura, da una funzione qualsiasi del tempo, il risultato è analogo. La espressione a cui si giunge è

$$I = A \cos[\omega_0(t + h \int f(t) dt)]$$

che se $\omega_0 \int f(t) dt$ è piccolo rispetto all'unità, si trasforma nell'altra:

$$I = A \cos \omega_0 t - \omega_0 h A \int f(t) dt \cdot \sin \omega_0 t$$

Il secondo termine del secondo membro, rappresenta l'onda modulata, la cui ampiezza però anziché essere proporzionale alla espressione del segnale, è proporzionale al suo integrale. In questo tipo di modulazione nasce perciò anche una distorsione.

L'A. fa seguire questa trattazione da una breve discussione diretta, a suo giudizio, ad agevolare l'interpretazione fisica delle espressioni trovate. A questo riguardo egli definisce *frequenza generalizzata* della funzione $\sin[\Omega(t)]$ la funzione $\frac{1}{2\pi}$ ove $\Omega'(t) = \frac{d}{dt}[\Omega(t)]$. Questa frequenza generalizzata (che forse si potrebbe anche chiamare frequenza istantanea) rappresenta il valore che si dovrebbe dare in un dato istante all'espressione $\frac{\omega}{2\pi}$, affinché la funzione $\sin \omega t$ subisse nell'intorno di quel medesimo istante una variazione quanto più prossima è possibile a quella della funzione data $\sin[\Omega(t)]$. In tal senso si può concepire che un meccanismo a frequenza variabile generi una frequenza il cui valore varia con continuità nel tempo.

Le considerazioni svolte sugli inconvenienti della modulazione per frequenza si applicano anche al caso di un alternatore di cui la velocità sia fatta variare ciclicamente e si possono estendere al sistema della trasmissione radiotelegrafica detta con onda di riposo o con onda di compensazione in confronto con quello della manipolazione per ampiezza. Anche in questo caso l'A. afferma che la pretesa superiorità del primo sistema sul secondo, basata sulla soppressione delle fasi di incremento e di decremento dell'oscillazione, è affatto illusoria.

C. C.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Nuovi locomotori con comando indipendente degli assi motori. (Revue B.B.C., N. 5, maggio 1922 - Bulletin Oerlikon, N. 9, marzo 1922).

Il sistema di comando degli assi motori a mezzo di bielle non è scevro di inconvenienti e, specialmente alle velocità più elevate è causa di disturbi nella marcia e di logorio nei supporti dovuti ai fenomeni vibratorii che si manifestano per la natura stessa del movimento alternativo delle bielle e per le inevitabili imperfezioni di costruzione della parte meccanica.

Per ovviare a questi inconvenienti e mantenere al locomotore elettrico il primato nella tendenza alle maggiori velocità che caratterizza il servizio ferroviario sulle grandi linee di pianura (oggi si sono raggiunti anche colla locomotiva a vapore i 120 km/ora e si tende ai

(¹) cfr. anche «L'Elettrotecnica», 1922, pag. 756.

150 km-ora). le due Case costruttrici svizzere, la Brown Boveri e la Oerlikon, hanno studiato ed attuato un sistema tutt'affatto nuovo per

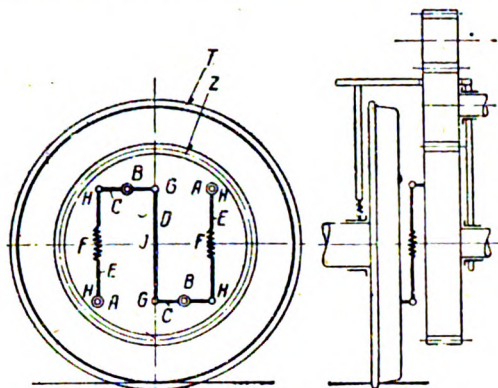


Fig. 1. — Schema del comando.

il comando degli assi motori, il quale ha dato alle prove risultati assai lusinghieri.

Il meccanismo è costituito da una coppia di ingranaggi disposta su di un lato di ciascun asse motore, esternamente alla ruota motrice e da un giunto elastico articolato che rappresenta il meccanismo essenziale e la novità del sistema.

Il pignone è calettato sull'albero del motore e la ruota dentata che ingrana con esso trasmette il movimento all'asse motore per mezzo del giunto elastico articolato che la connette alla ruota motrice.

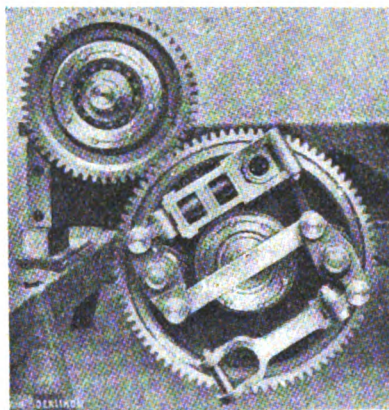


Fig. 2. — Comando sistema Oerlikon.

Questa disposizione è illustrata schematicamente nella fig. 1, mentre nelle fig. 2 e 3 sono riprodotti rispettivamente il sistema Oerlikon ed il sistema Brown-Boveri.

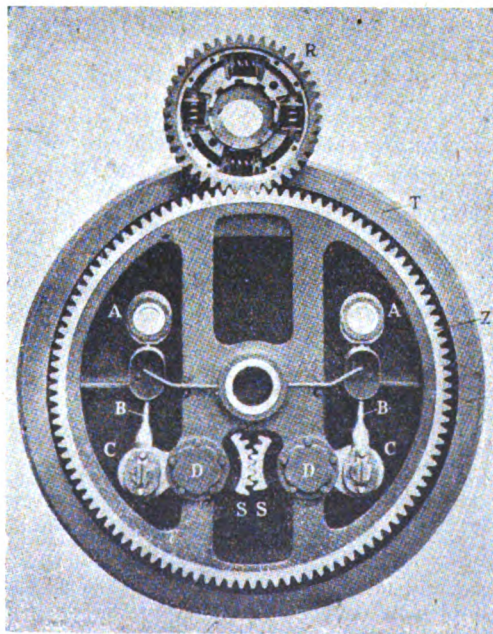


Fig. 3. — Comando sistema Brown Boeri.

Le due costruzioni, identiche nei principii, si differenziano in alcuni particolari costruttivi: la B. B. comanda direttamente la grande

ruota dentata col pignone calettato sull'albero del motore, mentre la Oerlikon ha introdotta una ruota dentata intermedia; inoltre il giunto articolato Oerlikon ha disposizione esattamente simmetrica, mentre quello B. B. ha disposizione dissimmetrica e presenta nella catena cinematica un elemento di più, costituito da un doppio segmento dentato.

Esaminando più dettagliatamente il nuovo sistema si può osservare anzitutto che il comando riesce asimmetrico essendo tutto disposto su di un lato del locomotore, ma, all'infuori della consuetudine, non appaiono ragioni fondate per scartarlo a priori, mentre si raggiunge in tal modo la massima semplicità di comando.

I motori vengono montati sopraelevati e possono trovare comodo posto fra le ruote. L'equilibrio trasversale nel locomotore è raggiunto spostando le apparecchiature elettriche verso il lato opposto a quello degli ingranaggi e questa disposizione, oltre a consentire una migliore accessibilità e quindi una sorveglianza ed una manutenzione più facile di tutte le apparecchiature e dei motori, permette una ripartizione simmetrica dei pesi rispetto all'asse longitudinale, la quale, assieme alla sopraelevazione dei motori aumenta notevolmente il momento di inerzia rispetto a questo asse e quindi la stabilità del locomotore in corsa.

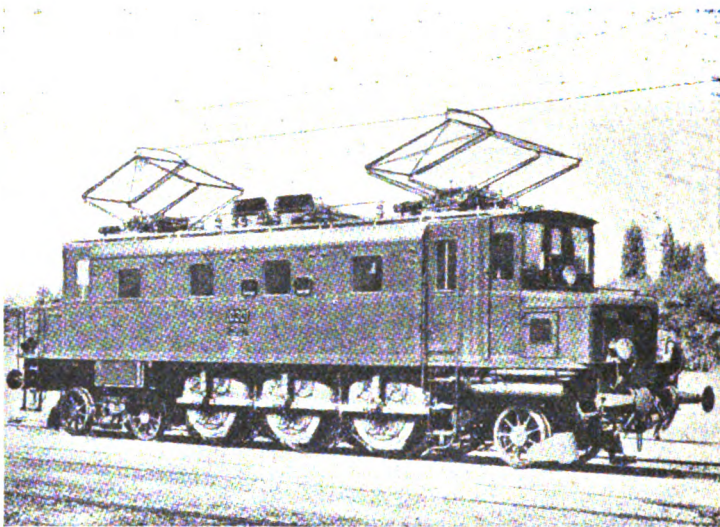


Fig. 4.

Inoltre il comando indipendente coll'intermediario di un organo elastico articolato, fa sì che l'asse motore può spostarsi liberamente entro larghi limiti tanto in senso orizzontale quanto in senso verticale rispetto al telaio, e può disporsi nelle curve secondo il raggio. In questa guisa è resa possibile la costruzione di locomotori a due assi con grande interasse ed, ove occorra, è reso possibile l'accoppiamento di un asse motore e di un asse portante in un unico carrello.

Una buona lubrificazione è indispensabile per assicurare il funzionamento regolare e la buona conservazione dei vari organi; la B. B. ha resa automatica la lubrificazione a mezzo di una pompa d'olio a pistone, comandata dalla grande ruota dentata.

Si era temuto che il comando indipendente facilitasse lo slittamento delle ruote e diminuisse quindi l'efficacia del peso aderente. L'esperienza e le prove hanno dimostrato infondati tali timori. Con una ripartizione uniforme del peso sugli assi motori, si è verificato che lo slittamento si manifesta praticamente nello stesso istante per tutte le ruote, così che appare superfluo ogni organo tendente a vincolarle fra loro.

L'altro appunto mosso a questo sistema di comando si riferiva alla limitazione della velocità periferica degli ingranaggi la quale non avrebbe mai consentito di raggiungere velocità di corsa di $120 \div 150$ km-ora quali si richiedono oggi per il servizio dei treni diretti sulle grandi linee di pianura. Ora, se è vero che la velocità periferica degli ingranaggi deve limitarsi normalmente a $17 \div 18$ metri al secondo, non bisogna dimenticare che tale limitazione dipende in gran parte dalla qualità del materiale, dall'accuratezza della costruzione e dalle condizioni di lubrificazione. Quando queste tre circostanze siano assicurate favorevoli, si possono raggiungere senza pregiudizio anche negli ingranaggi velocità periferiche di 65 metri al secondo e questo valore corrisponde press'a poco al doppio di quello che sarebbe necessario per realizzare velocità di corsa dell'ordine dei 150 km-ora. Anche sotto questo aspetto dunque, il nuovo sistema può essere considerato con piena fiducia.

Riassumendo, le caratteristiche del sistema si possono elencare come segue:

- 1) assenza di sollecitazioni alternative sui supporti e quindi minor logorio dei cuscinetti;
- 2) eliminazione dei fenomeni oscillatorii durante la corsa;
- 3) possibilità di trasmettere potenze elevate dimensionando opportunamente gli ingranaggi;
- 4) migliore stabilità e corsa più silenziosa;

5) costruzione del telaio più leggera e più robusta non dovendosi più adattare i longheroni al sostegno delle bielle, dei motori e degli assi ausiliari;

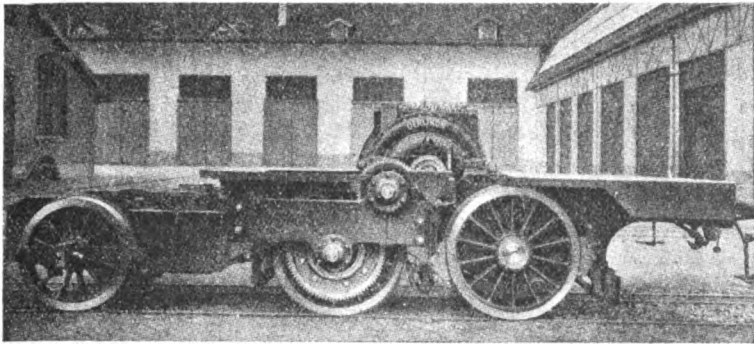


Fig. 5.

6) diminuzione dell'usura dei cerchioni e delle rotaie, grazie alla possibilità di spostamenti radiali e trasversali degli assi motori;

7) possibilità di impiegare nello stesso carrello ruote motrici con cerchioni di diverso spessore;

8) accessibilità dei motori così che ciascuno di essi può venire escluso colla massima facilità anche in piena via.

È incontestabile, concludono i costruttori, che il comando indipendente dei singoli assi motori è il sistema di trasmissione che si presenta come il più razionale col motore elettrico.

La fig. 4 mostra un locomotore costruito con questo sistema dalla B. B. per le Ferrovie Federali svizzere. La fotografia è presa dal lato degli ingranaggi.

La fig. 5 mostra il carrello per una automotrice costruita collo stesso sistema dalla Oerlikon per la ferrovia Burgdorf-Thun.

g. a. r.

* *

VARIE.

A. ANTOINE — L'Istituto di ricerche di Karlsruhe per l'organizzazione razionale del lavoro. (Génie Civil, N. 9 del 26 agosto 1922, pag. 196).

Accanto all'«Ausschuss für wirtschaftliche Festigung» destinato a studiare la miglior organizzazione del lavoro nei riguardi della grande industria, è stato recentemente fondato in Germania un Istituto con il compito di studiare e di diffondere fra gli interessati i metodi di organizzazione razionale del lavoro nei riguardi della piccola industria, delle arti e dei mestieri.

L'Istituto comprende una Direzione generale e una Sezione tecnica a Karlsruhe ed una Sezione commerciale a Mannheim (con il compito di studiare la condotta della contabilità, la organizzazione collettiva di acquisti, vendite, ecc.).

La Sezione tecnica la quale comprende, oltre un direttore, tre ingegneri ed un chimico, eseguisce i propri studi tanto nel laboratorio dell'Istituto quanto presso gli stessi esercenti di piccole industrie (calzolai, falegnami, fornai, ecc.), e fonda le sue ricerche sulla determinazione di due fattori:

a) il quoziente economico;

b) l'aumento di valore dei prodotti per unità di lavoro e sulle variazioni che essi subiscono al variare di alcune caratteristiche di lavorazione.

Il quoziente economico (Q) vien definito dalla relazione:

$$Q = \frac{M \times V}{E + R}$$

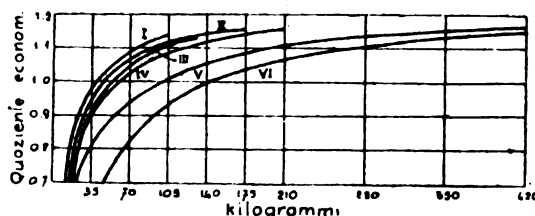


Fig. 1.

I. Padrone solo; II. Padrone aiutato da un impastatore; III. Padrone ed apprendista; IV. Padrone ed apprendista con un impastatore; V. Padrone, operaio, apprendista ed impastatore; VI. Padrone, due operai e due apprendisti.

in cui M e V rappresentano rispettivamente il numero di articoli fabbricati ed il prezzo di vendita di ciascuno di essi; E ed R rispet-

tivamente il valore dell'energia e della materia prima necessarie alla fabbricazione di M articoli.

La fig. 1 fornisce, per es., il risultato dello studio condotto presso un fornaio: da esso appare chiaramente l'andamento del fattore economico (il quale evidentemente, affinché l'industria sia remunerativa, deve mantenersi maggiore dell'unità) in funzione della quantità di farina panificata giornalmente, e con diverse caratteristiche di lavorazione.

Quanto al coefficiente (W) di aumento del valore dei prodotti per unità di lavoro, esso viene definito dalla:

$$W = \frac{MV - R}{A}$$

in cui A è il numero di operai impiegati. La determinazione di questo secondo coefficiente non si è però ancora potuta fare che per alcune piccole industrie.

La Sezione tecnica di Karlsruhe si suddivide poi in più sottosezioni, ciascuna delle quali esplica la propria attività in un determinato campo; così la sottosezione di Meccanica si occupa di studiare la migliore utilizzazione delle macchine utensili (la fig. 2, per es., è la fotografia di un piccolo quadro, esposto alla mostra permanente presso l'Istituto, ed in cui sono messi, l'uno vicino all'altro, buoni e cattivi utensili per la lavorazione del legno), delle trasmissioni, dei motori (a proposito dei quali si è osservato che la potenza installata è sempre di gran lunga esuberante rispetto a quella effettivamente richiesta), ecc.; la sottosezione del Riscaldamento che orienta la propria attività a determinare le migliori condizioni di sfruttamento del calore in impianti di riscaldamento, in forni per panificazione, ecc.; la sottosezione di Chimica che studia reazioni semplici, che possono essere eseguite da chiunque, senza sussidio di laboratori o di mezzi

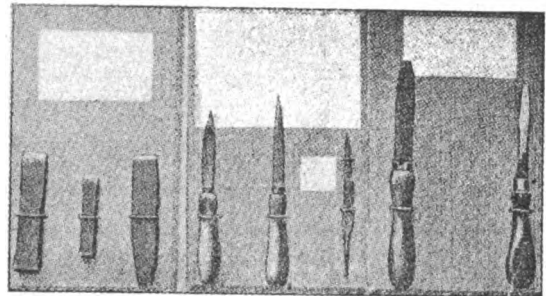


Fig. 2.

notevoli, affinché l'esercente la piccola industria possa con facilità controllare la merce acquistata e quella venduta.

I mezzi di propaganda dell'Istituto, i quali valgono a rendere noti agli interessati i risultati nell'Istituto stesso conseguiti, sono:

a) una rivista mensile, la «Betriebsführung», contenente articoli compilati in guisa da poter essere facilmente intesi da tutti;

b) una esposizione permanente, aperta a Karlsruhe;

c) corsi della durata di una settimana, sia per ingegneri che per operai;

d) concorsi fra operai.

Tra breve tempo si conta inoltre di introdurre tra i mezzi del laboratorio, il cinematografo, sia come mezzo di ricerca (studio dei movimenti) che come mezzo di propaganda.

La questione della organizzazione scientifica del lavoro si riconnette all'altra assai importante della standardizzazione nei riguardi della quale si sono fatti in Germania dei passi notevoli, specialmente nel campo dell'industria meccanica. E' da notare il fatto che la standardizzazione stessa si tenta ora di introdurre in alcune parti delle costruzioni edili (porte, finestre, ecc.), per quanto ciò trovi seri ostacoli da parte degli architetti i quali vedono in tale provvedimento, menomate le loro attribuzioni.

f. n.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

ELETTROFISICA.

Forno elettrico ad alta frequenza. — In America si costruisce un tipo di forno a induzione il quale porta il nome di forno Ajax-Northrup ed in luogo delle correnti alternate a frequenze industriali, utilizza quelle ad alta frequenza. A tal fine un complesso analogo ad un impianto radiotelegrafico a scintilla, con i relativi condensatori e trasformatori, si attacca ad una qualsiasi rete di distribuzione a 50 o 60 periodi e se ne ricava una tensione oscillatoria di 6 o 7 kV che viene utilizzata per il forno.

Esso consta di un crogiuolo sul quale è avvolto a spirale con interposizione di materiale termicamente isolante un conduttore in tubo di rame appiattito, isolato elettricamente con micanite e raffreddato mediante circolazione interna di acqua.

Il modello normale di crogiuolo ha una cubatura interna di 8 dm³ circa e può contenere dai 20 ai 25 kg di acciaio o di altro metallo del genere. La bobina di tubo di rame ha il diametro di 11 cm alla base del crogiuolo, di 25 alla bocca ed un'altezza di circa 25 cm. Quando si opera su metalli poco fusibili il recipiente è caricato con minor quantità di materiale. Questo viene in ogni caso preparato sotto forma di tornitura o di frammenti.

Un forno delle dimensioni indicate sopra richiede una potenza di 20 kW circa all'entrata del complesso convertitore.

L'energico riscaldamento è dovuto all'azione delle correnti indotte dalla bobina esterna nella massa metallica contenuta nel crogiuolo; quando poi trattasi di materiali ferromagnetici, alle correnti parassite si sommano gli effetti dell'isteresi. La massa fusa sotto codeste azioni assume un movimento di circolazione per cui dal centro della base del crogiuolo essa sale assialmente verso la superficie, mentre discende lungo le pareti periferiche, cosicchè il metallo ricavato in tal modo presenta una struttura quanto mai omogenea.

A. Me.

IMPIANTI.

Il riordinamento della produzione di energia elettrica negli Stati Uniti. — Le conclusioni cui è giunta nei riguardi della produzione dell'energia elettrica negli S. U. d'America, una Commissione d'inchiesta che ha condotti i propri lavori sotto il controllo dell'United States Geological Survey, conducono a ritenere che molte centrali di piccola potenza (inferiore ai 500 kW) non siano in grado di produrre economicamente energia elettrica; esse andrebbero quindi soppresse e sostituite da grandi centrali («super stations») nelle quali i 30 000 o i 60 000 kW rappresenterebbero la potenza minima unitaria dei singoli gruppi.

È così che, secondo la Commissione, la quale ha rivolto la propria attenzione in modo particolare alla zona S. E. degli Stati Uniti, occorrerebbe procedere in tali località alla soppressione di 285 officine su 558; delle 273 rimanenti, solo 218 verrebbero mantenute inalterate, perchè rispondenti ai criteri tecnici giudicati accettabili dalla Commissione. (*Engineer*, 10 novembre 1922).

f. n.

IDRAULICA.

Le risorse idrauliche in Jugoslavia. — Secondo le più recenti statistiche, la Jugoslavia può disporre di un minimo di 2.600.000 kW idrici, che, per nove mesi dell'anno giungono al doppio, mentre che attualmente solo 120.000 kW sono utilizzati. Le principali cadute sono sul Danubio, e tre di esse hanno rispettivamente la potenza di 260 000, 150 000 e 97 000 kW. Ve ne sono altre undici sul Danubio, la Sava, la Drina, ecc., ognuna dell'ordine di 20-22 000 kW circa; altre 75 variano da 7500 a 20 000 kW.

Ma non ancora si vede in che modo quest'energia possa utilizzarsi; nè la politica del momento è tale da incoraggiare gli industriali in un paese esclusivamente agricolo. Gli attuali regolamenti prescrivono la produzione di corrente trifase a 50 periodi, 6000 V, con trasmissione fino a 15 000 V e distribuzione a 220 e 380 V.

e. m. a.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

A proposito di brevetti sui triodi o valvole r. t. — Nel rispondere alle domande di un lettore, che gli chiedeva schiarimenti sulla possibilità che i dilettanti di r. t. siano molestati per i raggi di brevetto, *The Electrician* (1922, vol. 89, pag. 146) fornisce alcune indicazioni generiche in materia, pur riaffermando che questa è davvero assai ingarbugliata. In sostanza sui triodi non v'è alcun brevetto fondamentale, ma solo brevetti costruttivi di natura tale che possono essere evitati con opportuni accorgimenti. Anche riguardo ai circuiti per l'uso dei triodi non vi sono brevetti fondamentali, ma occorrono molto lavoro e molta attenzione per accertarsi che il proprio schema non ricada in qualcuno dei mille brevetti pubblicati al riguardo.

Certo il consiglio più sicuro da darsi all'acquirente è quello di pretendere dal venditore la garanzia di essere completamente rilevato e indennizzato da ogni noia per infrazione di brevetto e di accertarsi che il venditore sia effettivamente in grado di fornire e di mantenere tale garanzia. Al riguardo, secondo *The Electrician*, vi sono in Inghilterra due gruppi, i quali possano fornire una simile garanzia: da

un lato la Compagnia Marconi, famosa per il numero dei suoi brevetti, dall'altro il così detto gruppo Elwel, che comprende oltre alla Ditta omonima, anche la Metropolitan-Vickers Co., la Radio Communication Co. e la Mullard Radio Valve Co. ed è am'co, ma non ancora legato, con la Western Electric. La Marconi possiede brevetti che sembra coprano sia la ricezione a rigenerazione, sia la produzione di oscillazioni ad autoeccitazione per la trasmissione; mentre la Metropolitan-Vickers possiede il brevetto dell'eterodina.

Alle difficoltà relative ai brevetti si aggiungono per i dilettanti inglesi le limitazioni imposte dal Postmaster General, secondo le quali il ricevitore non deve far oscillare l'antenna (con che si escludono praticamente i dispositivi a rigenerazione) e non deve permettere agevolmente di ricevere onde di lunghezza superiore a 500 metri.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Un tipo di sottostazione di conversione silenziosa. — La costruzione è stata studiata dalle tramvie di Los Angeles per poter collocare delle nuove sottostazioni di conversione nell'interno della città, avendo le Autorità municipali subordinata la concessione alle condizioni che il rumore del macchinario non dovesse recare disturbo agli abitanti e che le linee architettoniche del fabbricato riuscissero in armonia coll'ambiente.

L'equipaggiamento della sottostazione è costituito di una convertitrice da 1000 kW e di un trasformatore a raffreddamento naturale in aria con comando automatico.

Il fabbricato ha le dimensioni di m 12,8×13,5 in pianta e m 6 di altezza. Le fondazioni sono in calcestruzzo di cemento, armato con tronchi di vecchie rotaie.

Le murature, dello spessore di 33 cm, sono in mattoni di cotto con malta di cemento, legate superiormente da un cornicione di cemento armato e rivestite esternamente da piastrelle di cemento verniciato. Il tetto è formato da una soletta di cemento armato di dieci cm di spessore sostenuta da un'impalcatura in travi di ferro e ricoperta da due strati di feltro e tre strati di cartone catramato.

Per impedire la trasmissione dei rumori le pareti ed il tetto sono foderati internamente con un rivestimento antivibrante ed anticustico formato da uno strato di tessuto elastico dello spessore di 12 mm disposto fra due strati di cartone e da una parete di mattoni forati legata alla muratura con tirantini di ferro.

Il fabbricato non ha finestre. Vi è una porta grande a due battenti per il passaggio del macchinario, la quale viene aperta solo in casi eccezionali ed una porta più piccola ad un solo battente per il servizio normale. Queste porte sono costruite con tre strati di robuste tavole connesse ad incastro e fra strato e strato è interposto uno spessore antivibrante di tessuto elastico. È stata curata la connessione del telaio alla muratura e l'aggiustaggio delle porte entro il telaio in modo da ottenere una chiusura perfetta e ben serrata.

Per la ventilazione erano stati predisposti in origine degli sfattatoi metallici, ma si trovò che davano un ronzio fastidioso e furono aboliti. Venne praticata invece un'apertura nel tetto ricoperta con una cassa nascosta dietro la muratura e da questa un ventilatore aspira l'aria e la immette in un condotto che sbocca sotto la convertitrice. Di qui l'aria risale al soffitto per convezione e viene convogliata da un secondo ventilatore identico al precedente entro un condotto che scende dal soffitto al pavimento fa una curva di 180° e risale quindi per uscire dal tetto. Questo percorso sinuoso smorza le vibrazioni dell'aria così che essa non porta all'esterno alcun rumore.

All'interno del fabbricato vi è un locale principale per la convertitrice ed il quadro ed altri locali minori per il trasformatore, per gli interruttori e per le protezioni. Vi è inoltre un locale con toilette riservato al personale di ispezione.

g. a. r.

VARIE.

Risorgimento industriale in Russia. — Si cominciano ad aver segni di una ripresa nelle industrie elettriche in Russia. A Wolchow, un centinaio di chilometri da Pietrogrado, è in costruzione una Centrale idroelettrica, che alimenterà la capitale. Il Trust delle industrie elettriche comprende tutti gli stabilimenti del genere, ma è noto che essi potranno esser condotti a buone condizioni di rendimento solo con l'aiuto straniero, e per questo fervono le trattative con i tedeschi. La Siemens Schuckert, per es., ha stretto un contratto col detto Trust, per fornire materiale per 500 milioni di marchi; il materiale è fornito a credito, e questo è il primo forte contratto del genere. Molte società russo-tedesche sono state formate, e il Governo dei Soviet ne ritiene, in generale, il 50 per cento delle azioni.

La Banca Benckendorff, concessa al famoso industriale Putilov, dedicatisi alla ricostruzione, ha portato il capitale a 300 milioni di marchi. Recentemente il Governo russo ha patrocinato la conclusione di un contratto con la Ditta Otto Wolff, per la creazione della Società di commercio Russo-Tedesca, col capitale di 300 000 rubli d'oro, con concessioni, per esportazioni ed importazioni; la Ditta Wolff e il Governo dei Soviet aprono crediti a codesta società di 7,5 milioni e 5 milioni di rubli d'oro, rispettivamente.

e. m. a.

I Soci vitalizi o perpétui sono i più benefici della Associazione.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BOLOGNA

Il 12 corrente ha avuto luogo l'Assemblea ordinaria dei Soci per l'approvazione del bilancio dell'esercizio 1922.

Righi - Presidente. — La nostra Sezione ha continuato nell'anno 1922 nel suo rapido cammino ascensionale. L'incremento del numero dei soci è stato del 63 per cento e cioè da 162 soci individuali e 21 collettivi si è passati a 275 e 23 rispettivamente. La Sezione di Bologna ha in tal modo raggiunto il quarto posto fra le 14 consorelle d'Italia, essendo preceduta da Milano, Torino e Roma.

Abbiamo da deplorare la perdita di un collega, il Dott. Attilio Rebustello, insegnante di Fisica ed Elettrotecnica nella R. Scuola Industriale «Alberghetti» di Imola, socio di questa Sezione dal 1917, morto nel settembre scorso.

Sette soci individuali sono stati radiati per morosità, essendo riuscite vane le ripetute sollecitazioni perchè saldassero il proprio debito verso l'Associazione. A questo proposito il Consiglio Direttivo, a mio mezzo, fa viva preghiera a tutti di inviare sollecitamente la quota di Associazione, risparmiando così, oltre che un non indifferente lavoro, anche le spese di posta e di riscossione.

Nel corso dell'anno furono tenute tredici comunicazioni, alcune delle quali ottennero grande successo, ed una anzi venne ripetuta presso la Sezione di Milano.

Il bilancio che vi presentiamo per l'approvazione non contiene nulla di particolare, se si eccettui il contributo di L. 1000 stanziato dal Consiglio Direttivo quale partecipazione della Sezione alle onoranze ad **Augusto Righi**. Questo omaggio reso alla memoria di mio Padre, è anche un atto di gentilezza e di amicizia verso di me; ed io non so come manifestare la mia profonda riconoscenza sia verso i Colleghi del Consiglio Direttivo, che verso tutti i Colleghi della Sezione, i quali vollero essi pure aderire a questa manifestazione e contribuirvi personalmente.

Senza discussione viene approvato il seguente

Bilancio al 31 Dicembre 1922.

ATTIVO		L.	L.	PASSIVO		L.	L.
Debitori.				Patrimonio Sociale al 31 Dicembre 1921			4967.18
Conto corrente Banca	6374. —			Introiti e Rendite dell'Esercizio 1922.			
Credit vari	29.25	6403.25		1. Contributi sociali:			
Spese e Perdite dell'Esercizio 1922.				Soci Individuali			
Ordinarie:				N. 268 a L. 45		1200. —	
1. Contributi alla Sede Centrale:				Soci collettivi			
Soci Individuali				N. 23 a L. 100		2300. —	
N. 268 a L. 35		9380. —		Soci paganti N. 291			
Soci collettivi				2. Interessi		222.45	
N. 23 a L. 70		1610. —		3. Quote anticipate 1923		865. —	
Soci paganti N. 291				4. Sopravvenienze attive		117.72	
Soci indiv. morosi							15565.17
N. 7 a L. 17.50		122.50					
2. Stampati, cancelleria, posta, conferenze, mancie, ecc.		1793.10					
Straordinarie:							
1. Alla Sede Centrale per N. 298 copie «Norme Impianti Elettrici» a L. 0.75		223.50					
2. Contributo Onoranze ad Augusto Righi (Deliberaz. del C. D. 23 luglio 1922)		1000. —	14129.10				
		14129.10					
A credito conto 1923.							
1. Per quote anticipate 1923		865. —					
2. Pagamenti effettuati a crediti 1923		436. —					
Avanzo dell'Esercizio 1922		135.07					
		15545.17	20322.3			15565.17	2037.35

Si passa quindi alla nomina di due Consiglieri delegati al Consiglio Generale secondo il disposto dell'Art. 13 dello Statuto dell'Associazione, essendosi di molto superato il numero di 300 soci.

Risultano eletti all'unanimità l'Ing. Comm. Mario Giandotti, Direttore dell'Ufficio Idrografico del Po a Parma, e l'Ing. Cav. Tito Romagnoli di Bologna.

Infine su proposta del Presidente viene stabilito che, allo scopo di dar modo ai Soci delle altre Sezioni, eventualmente di passaggio per Bologna, di ritrovarsi coi colleghi di questa, venga tenuta una riunione l'ultima domenica di ogni mese dalle ore 10.30 alle 12 nella Sede Sociale (presso la R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri).

✱

La sera del 29 gennaio, con l'intervento anche dei Colleghi dell'A. N. I. A. I., l'Ing. **Alfredo Calzoni** tenne una brillante conferenza: «*Da Girard a Kaplan*». Dopo aver precisato ciò che s'intende per caratteristica specifica n_s di una turbina idraulica, l'oratore ha passato in rassegna i vari tipi di turbine ch'egli classifica, dal punto di vista del funzionamento idrodinamico, in turbine a getto libero, a getto in pressione ed a getto in aspirazione; e dal punto di vista dell'andamento della vena nella girante, in assiali, radiali, diagonali, centripete e centrifughe.

La *Girard*, a getto libero, con $n = 70 \div 90$, non utilizza tutta la caduta disponibile, avendo appunto la girante nell'aria libera.

Dalla *Francis radiale*, con $n_s = 100$, e dalla *Francis allargata*, con $n_s = 150 \div 200$, si passa alla turbina *americana* con $n_s = 200 \div 300$ in cui si deve rilevare l'inopportunità di dare una chiamata eccessivamente centrifuga dalla parte esterna della corona. Dopo un rapido richiamo delle equazioni fondamentali del lavoro e del rendimento delle turbine, l'oratore prosegue nella rassegna dei diversi tipi di turbine, parlando delle *turbine diagonal* con distributore diagonale ($n_s = 350$) e con distributore cilindrico normale ($n_s = 400 \div 500$) e facendo notare la trascurabile influenza dell'anello d'acqua fra distributore e girante. Si sofferma quindi sulla *Kaplan* ($n_s = 700/1000$) e sulla *Büchi* diagonale centrifuga ($n_s = 600$) e sull'impiego del diffusore ad idrocono che diviene necessario quando si voglia raggiungere ed oltrepassare per n_s il valore di 500. Col riacquisto del salto mediante il diffusore diminuisce l'altezza possibile d'aspirazione, potendosi arrivare a dover installare la girante sotto il livello di scarico (*turbine rovesciate*).

L'oratore studia quindi il comportamento delle diverse turbine nella parzializzazione, ed osserva come al crescere della caratteristica diminuisca il rendimento a carichi ridotti. Farebbe eccezione il tipo *Kaplan*, perchè registrabili le pale della corona mobile, quantunque questa sia una disposizione costruttivamente difficile e che dà poco sicuro affidamento. Svolge quindi con una certa ampiezza varie considerazioni teoriche sulle equazioni del rendimento, per dedurre la possibilità di realizzare il rendimento costante ad erogazioni ridotte, variando l'angolo d'introduzione e scarico delle giranti; l'Ing. Calzoni conclude la sua smagliante esposizione dicendo che, come sempre in idraulica, è soltanto «provando e riprovando» che si possono ottenere quei perfezionamenti che è lecito attendersi in questa macchina di così grande ed importante impiego.

La numerosa assemblea ha, alla chiusa della dotta conferenza, manifestato al valente e noto costruttore, che tanto ha personalmente contribuito al perfezionamento delle moderne turbine ad alta velocità, il proprio plauso sincero.

Il 4 febbraio il Prof. **L. Donati**, con la solita profondità e chiarezza, parlò «*sulla teoria di Ampère secondo la viste moderne*», ricordando anzitutto come l'ipotesi emessa dal grande fisico, che il magnetismo fosse dovuto a correnti molecolari, non raccogliesse per oltre mezzo secolo che scarso consenso per varie ragioni, tra cui il non mantenersi «l'equivalenza» fra corrente e lamina magnetica quando cambia la natura del mezzo, ed inoltre che, mentre l'energia del campo di una corrente è «attuale», quella di un campo magnetostatico è «potenziale» con le conseguenze a tutti note.

Richiamati poi alcuni concetti generali sui campi lamellari e quelli solenoidali, paragonato un circuito elettrico ad un sistema meccanico capace di ruotare, il Prof. Donati osservò come la scoperta fatta da Kamerlingh Onnes della resistenza ohmica, nulla nei metalli portati alla temperatura dello zero assoluto, potè benissimo dar ragione delle correnti molecolari di Ampère; pei quali «circuiti inerziali» la legge di Ohm perde il suo significato.

Con i circuiti inerziali si può realizzare l'ente equivalente alla calamita, nè può più reggere il concetto Newtoniano dei poli agenti a distanza. Il magnetismo, come lo intende la fisica classica, non esiste; esistono ormai due branche di scienza: l'elettrostatica e l'elettrodinamica.

Passando poi a discorrere più in particolare dell'«identità» e rilevato come per i circuiti di K. O. il flusso si mantenga sempre costante, passò a dimostrare che le correnti inerziali, dal punto di vista delle azioni meccaniche mutue, si comportano come le calamite. Ed accennando ai recenti studi sui raggi X e sull'atomo di Bohr, mostrò come si possa dar una spiegazione del fatto che i circuiti inerziali non danno all'esterno nessuna manifestazione d'energia; così che le equazioni di Maxwell, incapaci a rappresentare il complesso della teoria elettronica, riprendono tutto il loro valore di generalità dopo l'ipotesi dell'atomo di Bohr.

Anche del fenomeno del diamagnetismo può darsi una spiegazione a mezzo dei circuiti inerziali, e può parimenti il fenomeno del ferromagnetismo inquadrarsi in questa visione che, semplificando enormemente lo studio di molte questioni teoriche, consentirà anche una semplificazione nelle varie specie di grandezze vettoriali che ora siamo obbligati a prendere in considerazione.

Il dotta conferenziere chiuse la sua interessantissima conferenza rilevando come da noi il Prof. Puccianti abbia effettuato una serie di esperimenti per illustrare queste concezioni moderne, le quali, mentre aprono un immenso campo d'indagini e di studio al fisico ed al chimico, lasciano scorgere un mondo in quello che noi, un tempo, credevamo un atomo.



Il Consiglio Direttivo della Sezione di Bologna vuole richiamare l'attenzione dei Soci sopra un argomento che sembra particolarmente indicato per la regione bolognese e cioè «*L'energia elettrica nelle campagne*», ed invita quanti si sono occupati di elettroagricoltura, di bonifiche e di questioni attinenti, a voler contribuire personalmente, sia presentando particolari relazioni sia partecipando alle discussioni che seguiranno su tale argomento.

Il Consiglio ha anche stabilito un giorno fisso di riunione per dar modo ai Soci delle altre Sezioni di ritrovarsi periodicamente coi colleghi di Bologna. L'ultima domenica di ogni mese dalle ore 10.30 alle 12 si terrà sempre una riunione per questo scopo.

Le comunicazioni e le visite che avranno luogo prossimamente sono le seguenti:

20 febbraio: *Il calcolo dei canali di bonifica*. Lezione del Prof. Ing. U. Puppini: ai soci del Sindacato Ingegneri, con invito esteso ai soci dell'A. E. I. Aula B della R. Scuola d'Applicazione: ore 21. Le successive lezioni saranno annunciate nella stampa cittadina.

25 febbraio: *Sulla regolazione della tensione nelle grandi trasmissioni di energia*. Comunicazione del Prof. Ing. G. Sartori. Aula di Fisica Tecnica della R. Scuola d'Applicazione: ore 10.30.

4 marzo: *Visita alla stazione di conversione con apparecchi Corbino per la carica accumulatori delle FF. SS.* Ritrovo alle ore 10,30 nell'atrio della Stazione Centrale.

10 marzo: *Applicazioni di galvanoplastica alla metallurgia. Processo di ramatura per la protezione contro la cementazione*. Comunicazione sperimentale dell'Ing. A. Barattini. Aula di Fisica Tecnica: ore 21.

17 marzo: *Fondamenti di una nuova teoria idrodinamica delle turbine idrauliche*. Comunicazione dell'Ing. A. Prosciutto. Aula B della R. Scuola di Applicazione: ore 21.

Commissioni per il lavoro delle Sezioni

Verbale della Seduta del 1° Ottobre 1922 a-Milano.

La seduta si tiene alla Sede Centrale.

Presiede il Presidente generale Ing. Del Buono.

Vice Presidente Prof. Ferraris.

Segretario l'Ing. Comboni, Segretario generale.

Sono presenti per le varie Sezioni i signori: Ing. Righi per la Sezione di Bologna — Ing. Ammirato per la Sezione di Genova — Ingg. Semenza e Reborà per la Sezione di Milano — Ing. Pasqualini per la Sezione di Firenze — Ing. Soleri per la Sezione di Torino — Ing. De Rizzoli per la Sezione di Trento — Ing. Zavateo per la Sezione di Trieste — Prof. Lori per la Sezione Veneta.

Presidente: Ringrazia gli intervenuti a queste riunioni che sono realmente proficue e dichiara aperta la seduta. Invita i rappresentanti delle Sezioni a voler dare relazione dei lavori.

Pasqualini per la Sezione di Firenze. La Sezione ha avuto un periodo di stasi: poi fu organizzato un locale per piccole riunioni amichevoli con servizio di buffet. Quasi tutte le sere si tratta in queste riunioni un argomento tecnico che si completa poi con visite. Inoltre qualche socio riassume articoli specialmente interessanti di riviste nazionali od estere. Così avviene che il numero dei soci va gradatamente aumentando. Propone che si estenda questo sistema alle altre Sezioni istituendo serate di riunioni analoghe in modo che possano intervenire anche i soci di passaggio.

Presidente: Trova ottima la proposta Pasqualini però di non facile realizzazione in tutte le Sezioni, per la questione dei locali e del servizio. La raccomanda tuttavia ai Presidenti delle Sezioni che avessero facilità di trovare facile l'installazione dei locali. Aggiunge che sarebbe ottima idea fissare in ogni città Sede di Sezione un Albergo od un Restaurant ove i soci di passaggio si trovassero.

Ammirato trasmetterà alla Sezione di Genova le proposte anzidette.

Semenza: osserva che sarà utile l'adozione del metodo di Firenze nelle Sezioni minori ove sarà più facile attuarla, che non nei grandi centri.

Righi osserva che nel 1910 la Sede con Buffet era già stata attuata a Bologna ma si dovette abbandonare per ragioni economiche.

Soleri: trova che uno dei mezzi più efficaci per aumentare gli aderenti all'A. E. I. è quello delle gite fatte con larghi mezzi degli industriali. A Torino questo metodo portò ad attirare per parecchie volte fino ad una trentina di nuovi soci per ogni gita. Intende di estendere le visite ai centri più interessanti anche fuori Torino e si propone di costituire una specie di Società Elettrorivistica allo scopo di condurre i soci a vedere tutto ciò che si fa di nuovo nella regione.

Il **Presidente** loda e raccomanda anche alle altre Sezioni la proposta Soleri.

Pasqualini: La Sezione di Firenze ha già fatto gite al Lago di Massacciuccoli e sta organizzandone altra alla Porretta.

Soleri: dice che il buon risultato ottenuto a Torino dipende anche dalla istituzione delle Commissioni di propaganda e dall'opera dei soci corrispondenti. Egli ha anche fatto una pubblicazione speciale di propaganda e proporrebbe di nominare dei Consoli dell'A. E. I. in tutti

i centri un po' importanti per intensificare la propaganda stessa. Questo sistema proporrebbe di estendere a tutte le Sezioni.

Il **Presidente** approva trovandole ottime tutte le proposte Soleri e prega gli altri Presidenti di volerne seguire l'esempio.

Bordoni: E' d'accordo in massima sulla bontà delle varie proposte di Pasqualini e di Soleri: Trova però che ciascuna di esse potrà avere riuscita solo se sarà adatta all'ambiente. Oltre a ciò volta per volta e per un dato ambiente ci vuole la persona adatta che assuma e diriga la iniziativa. Per es., si avrebbe grande difficoltà a Roma ad organizzare numerose visite per la esiguità dell'industria che vi sono nella regione.

Reborà: A tal riguardo fa noto ciò che ha potuto fare nella Sezione di Milano: Gite anche modeste ad impianti o stabilimenti in città o alla periferia hanno avuto un vero successo specie nel complesso dei soci nuovi e giovani anche per impianti relativamente vecchi ed hanno prodotto buoni risultati per l'aumentato numero dei soci.

De Rizzoli: chiede se la Sezione di Trento che rappresenta debba interessarsi per includere eventuali soci dell'Alto Adige poichè la cosa è rimasta in sospeso fino dall'inizio della costituzione della Sezione.

Ferraris: accenna che se ne era parlato coll'ex Presidente, Dottor Capraro, quando appunto si costituì la Sezione di Trento. Ed allora si era deciso di attendere il momento opportuno per estendere la Sezione a tutto l'Alto Adige. Ora invece gli sembra che si debba procedere subito alla estensione.

Righi: accenna al precedente della determinazione della zona d'influenza che si vorrebbe delimitare per ogni Sezione. In questo caso la zona d'influenza di Trento dovrebbe estendersi a tutto l'Alto Adige.

Ferraris: teme che l'adozione delle zone d'influenza sia contraria allo Statuto poichè si dovrebbe limitare ai soci la libera scelta della Sezione nella quale iscriversi.

Semenza: crede che non vi sia contraddizione allo Statuto perchè se nella zona d'influenza un gruppo di soci diventa abbastanza numeroso da poter costituire, secondo regolamento, una nuova Sezione, tanto meglio. Egli desidera la libertà assoluta pur di accrescere il numero dei soci.

Righi: desidererebbe schiarimenti del come regolarsi per i soci morosi.

Il **Presidente** raccomanda la massima intransigenza nella esazione delle quote dei soci intensificando l'azione verso i morosi. La Sede Centrale deve assolutamente contare sulle quote dei soci regolarmente iscritti e verso di essa le Sezioni devono assolutamente rispondere.

Bordoni: A questo riguardo raccomanda la scelta dei soci poichè ora che l'Associazione è divenuta numerosa e la quantità dei soci è assicurata, si deve badare anche alla qualità dei soci: e quindi non si deve lesinare a radiare i soci che dopo l'insistenza delle Sezioni rimangono morosi. Aggiunge se non sia il caso di pubblicare i verbali delle sedute della Commissione delle Sezioni perchè anche questa pubblicazione servirebbe a far propaganda.

Ammirato: approva tale pubblicazione anche perchè questa darà l'impressione che le Sezioni si occupano della propaganda e invogliano ancor più i soci volenterosi ad aiutare la propaganda stessa.

Il **Presidente** approva la pubblicazione che aveva già determinato di fare.

Prima di togliere la seduta deve interessare i Rappresentanti delle Sezioni ad occuparsi di un argomento sul quale desidera parlare anche se è presente l'Ing. Righi. Si tratta delle Onoranze che si stanno preparando a Bologna in memoria del Compianto Senatore Righi, gloria nazionale. Da notizia della iniziativa del Comitato a tal uopo costituitosi a Bologna e crede di non dover aggiungere molte parole per assicurarsi l'attiva collaborazione di tutte le Sezioni dell'A. E. I. per la più brillante e doverosa adesione a tale manifestazione. Sarà sua cura di interpellare le singole Sezioni e di coordinare le singole azioni in modo che la manifestazione riesca degna allo scopo cui è diretta.

Righi: ringrazia, vivamente commosso, il Presidente per le sue parole e per la rievocazione del suo Compianto Genitore.

Il **Presidente** ringrazia i convenuti raccomandando loro di intensificare la loro volenterosa opera, e toglie la seduta.

Echi dell'ultimo Congresso.

Il Prof. Filippo Eredia, dell'Ufficio Superiore Compartimentale per il servizio idrografico, ha inviato all'Ufficio Centrale dell'Associazione, buon numero di copie della sua relazione presentata all'ultimo Congresso, relazione di cui fu pubblicato un riassunto a pag. 746 del 15 ottobre 1922.

I consoci che desiderassero il testo completo della relazione non hanno che chiederlo all'Ufficio Centrale.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La vita dell'A. E. I. - La gita in Sardegna - La riunione annuale.

Considerando lo sviluppo attuale della nostra Associazione non si può non pensare al classico *crescit eundo*. Mentre si poteva prevedere, dopo lo sforzo del passato anno, un periodo d'arresto nell'incremento del sodalizio — giustificato anche dalla crisi più o meno generale delle industrie — le domande di ammissione continuano invece ad affluire con ritmo immutato. Si sono già notevolmente superati i 4500 soci e, di questo passo, non è affatto improbabile che nella prossima riunione annuale l'A.E.I. possa celebrare i suoi cinquemila soci! Numero a cui nessuno, nemmeno il più ottimista, avrebbe potuto pensare quando, meno di sei anni or sono, dopo un lungo periodo di propaganda e di attesa, si poté finalmente annoverare il duemillesimo socio.

In tanto fervore di vita, la Presidenza Generale e l'Ufficio Centrale non riposano sugli allori e, in una recente seduta della Presidenza, furono fra l'altro stabilite le basi per la gita in Sardegna e per la riunione annuale. La gita, che è da tempo nel desiderio di molti soci e che già si era tentato di organizzare nel 1920, dovrebbe avere un carattere prettamente turistico, nel senso che non darebbe occasione a nessuna riunione di Comitati o assemblee di soci. Ma si tratterebbe naturalmente di un turismo a base di tecnica, figurando fra le mete dell'escursione i grandiosi impianti del Tirso, in avanzato montaggio, la regione mineraria, la centrale termica di Porto Vesme, ecc.

L'Ufficio centrale dirama in questi giorni la circolare destinata a raccogliere le prime adesioni dei Soci: l'effettuazione della gita è infatti subordinata al raggiungimento di un determinato numero di iscrizioni, mentre, d'altra parte, i partecipanti non potranno superare di molto il centinaio. Si tratta infatti di un vero viaggio di circumnavigazione dell'isola durante il quale il piroscafo speciale sarà l'alloggio dei gitanti: il numero limitato di posti disponibili ha costretto la Presidenza ad escludere le signore limitando le iscrizioni ai soci effettivi. Maggiori particolari i consoci possono trovare più avanti fra le «Notizie dell'Associazione».

Circa la Riunione annuale, che si terrà come sempre in autunno, se non possiamo ancora dare ufficialmente notizia della sede prescelta, possiamo però dire che il programma sarà assai attraente sotto ogni punto di vista. Vogliamo e dobbiamo invece ricordare ai Soci che tema della riunione saranno le *Applicazioni della energia elettrica* (in contrapposito all'ultimo congresso nel quale si trattò della generazione e distribuzione). Tema assai vasto comprendendo le applicazioni meccaniche, termiche, chimiche, agricole, ecc., il quale assicura grande abbondanza di contributi. Ma i colleghi non devono dimenticare che, dopo l'ottima prova fatta nell'ultima riunione, tutte le memorie e comunicazioni dovranno assolutamente essere pubblicate preventivamente e che perciò i relativi manoscritti dovranno essere presentati almeno *tre mesi prima* della riunione, ossia, verosimilmente, *entro il prossimo Giugno*. E per conto nostro rivolgiamo il più caldo invito ai Colleghi che intendono presentare qualche lavoro, perchè vogliano anticipare quanto è possibile l'invio, allo scopo di evitare l'affollamento dell'ultima ora e gli inconvenienti che, conseguentemente, si dovettero lamentare lo scorso anno.

Il programma della Riunione annuale sarà definitivamente stabilito nella prossima riunione del Consiglio Generale, che verrà convocato probabilmente verso la metà di Aprile a Milano, in occasione della Fiera Campionaria, nella quale anche l'A.E.I. avrà quest'anno il suo «stand».

Nuove iniziative per il giornale.

Nella citata riunione di presidenza si è pure deliberato, su proposta della Redazione, di aprire in via di esperimento, degli abbonamenti annuali all'*Elettrotecnica*, a condizioni di favore, per i laureandi ingegneri dei nostri politecnici.

Fu pure stabilito di riprendere l'opera di propaganda per far

meglio conoscere all'estero la produzione intellettuale italiana nel campo dell'elettrotecnica. Per tale opera si chiede solo agli Autori di volerci inviare un sunto *breve* e ben fatto dei loro scritti: la redazione curerà la traduzione e l'invio di tali riassunti alla direzione delle principali riviste ed ai principali istituti di coltura straniera.

Gli impianti del Tanagro e dell'Aventino.

Nel complesso organismo di un impianto idroelettrico è innegabile che le maggiori varietà si presentano sempre nella parte idraulica. Ad un osservatore un po' superficiale può a tutta prima parere che lo sviluppo della parte elettrica, dallo schema generale e particolare dei circuiti alla disposizione effettiva del macchinario e del cosiddetto quadro, debba presentare una possibilità quasi infinita di diverse soluzioni. E, di fatto, se si considera il complesso degli impianti esistenti, una siffatta opinione non parrebbe del tutto ingiustificata. Se non che gli impianti oggi esistenti rispecchiano tutto il «divenire» dell'elettrotecnica, segnano tanto le grandi tappe quanto i piccoli passi dell'evoluzione delle nostre conoscenze tecniche, maturatesi appunto nell'ultimo ventennio. Ma oggi le vedute ed i criteri informativi si vanno unificando e, se su alcuni determinati argomenti la discussione è ancora viva, molti concetti sono ormai «pacifici» ed assoluti (lo si è visto anche nelle recenti, interessanti conversazioni iniziate presso la Sezione di Milano sulla «regolarità e continuità del servizio negli impianti elettrici» delle quali diamo notizia più avanti). È verosimile quindi (salvo nuove e poco probabili grandi invenzioni in materia) che fra pochi anni la sistemazione elettrica delle nostre centrali si andrà unificando secondo pochi tipi e pochi schemi fondamentali. Nella parte idraulica dell'impianto è invece la natura stessa che impone alle opere degli uomini la sua multiforme varietà, nell'insieme e nei particolari. Si veggia per es. quanto ci narra l'Ing. FANO, nella sua Comunicazione alla Sezione di Roma di cui proseguiamo oggi la pubblicazione, e si confronti la progettata utilizzazione come serbatoio di una dolina con i bacini di carico e con i serbatoi di altri innumerevoli impianti!

Anche la parte elettrica degli impianti del Tanagro presenta notevole interesse. Peccato che l'A. non abbia creduto di soffermarsi più specialmente su di essa, limitandosi ad una (invero assai ricca e bella) documentazione grafica.

Abbaco per la induttanza delle linee aeree.

Abbiamo più volte espressa la nostra opinione generica sugli abbacchi. Crediamo tuttavia interessante far conoscere quello ideato dall'Ing. DE MARCHI per calcolare la reattanza delle linee aeree. Si tratta infatti di una modificazione degli ordinari, comodissimi, abbacchi ad allineamento, la quale può prestarsi a molte altre assai utili applicazioni. L'A. infatti ha potuto esprimere nel suo abbaco la relazione fra quattro grandezze sostituendo ad una delle tre rette degli ordinari abbacchi, due fasci di rette intersecantisi, corrispondenti a due delle quattro variabili. Essi determinano il punto del piano che viene a far parte dell'allineamento. Con tale artificio l'A. elimina anche la semplice moltiplicazione per la lunghezza della linea, necessaria cogli altri abbacchi i quali danno generalmente il valore dell'induttanza per chilometro di lunghezza.

Utilizziamo meglio il nostro tempo!

Se si ripensa alle rapidità ed alla perfezione raggiunta da taluni servizi pubblici negli anni che precedettero la guerra, vien fatto di considerare quei tempi come una specie di età dell'oro. La guerra ed il dopo guerra ci hanno indotti ad una specie di fatalistica rassegnazione, ad uno spirito di tolleranza contro il quale è necessario, è urgente di reagire per la salvezza della nostra stessa civiltà. Invitiamo i lettori a leggere ed a meditare il breve «Esame di coscienza» che pubblica oggi il collega nostro M. SEMENZA.

LA REDAZIONE.

DI ALCUNE PARTICOLARITÀ DEI NUOVI IMPIANTI IDROELETTRICI SUI FIUMI TANAGRO ED AVENTINO □ □ □

G. FANO



:: :: :: Comunicazione alla Sezione di Roma :: :: ::
(Continuazione, v. N. 6)

Galleria forzata. — La galleria forzata, da cui ha inizio il secondo salto, è scavata in calcari fessurati e di conseguenza permeabili.

Questa galleria (vedi fig. 20) che ha una lunghezza di m 250, una sezione circolare di m² 7 ed il cui carico statico all'inizio è di



Fig. 18. — Centrale II Salto.

m 22 mentre allo sbocco è di m 37, era stata progettata con un normale rivestimento di calcestruzzo più o meno armato a seconda della consistenza delle rocce attraversate.



Fig. 19. — Interno Centrale II Salto.

Eseguito lo scavo e constatato che la roccia si presentava in tutto il percorso abbastanza compatta, si pensò che si potesse semplificarne il rivestimento.

Il Prof. Dal Piaz, da noi interpellato, ci rassicurò completamente nei riguardi della stabilità anche escludendo qualsiasi armatura in-

terna (fatta eccezione naturalmente per gli imbocchi ed in tratti presentanti evidenti fessurazioni) mentre nei riguardi dell'impermeabilità espresse la necessità di un completo rivestimento impermeabile.

Si stabilì pertanto di procedere al riempimento delle fessure con calcestruzzo armato sovrapponendo, in corrispondenza a questi tratti, e ad altri ove la roccia presentava minore compattezza, un'armatura di lamiera stirata, e rivestendo poi tutta la superficie della galleria mediante intonaco di cemento a getto, eseguito con la macchina americana « Cement Gun ».

Gli imbocchi furono invece rivestiti con tubi di lamiera murati contro la roccia. Per l'imbocco a monte tale rivestimento è di soli m 10, mentre per quello a valle, data la direzione parietale, si dovette spingere tale rivestimento per 40 metri onde raggiungere un conveniente spessore di roccia. Questo lungo tubo è però di

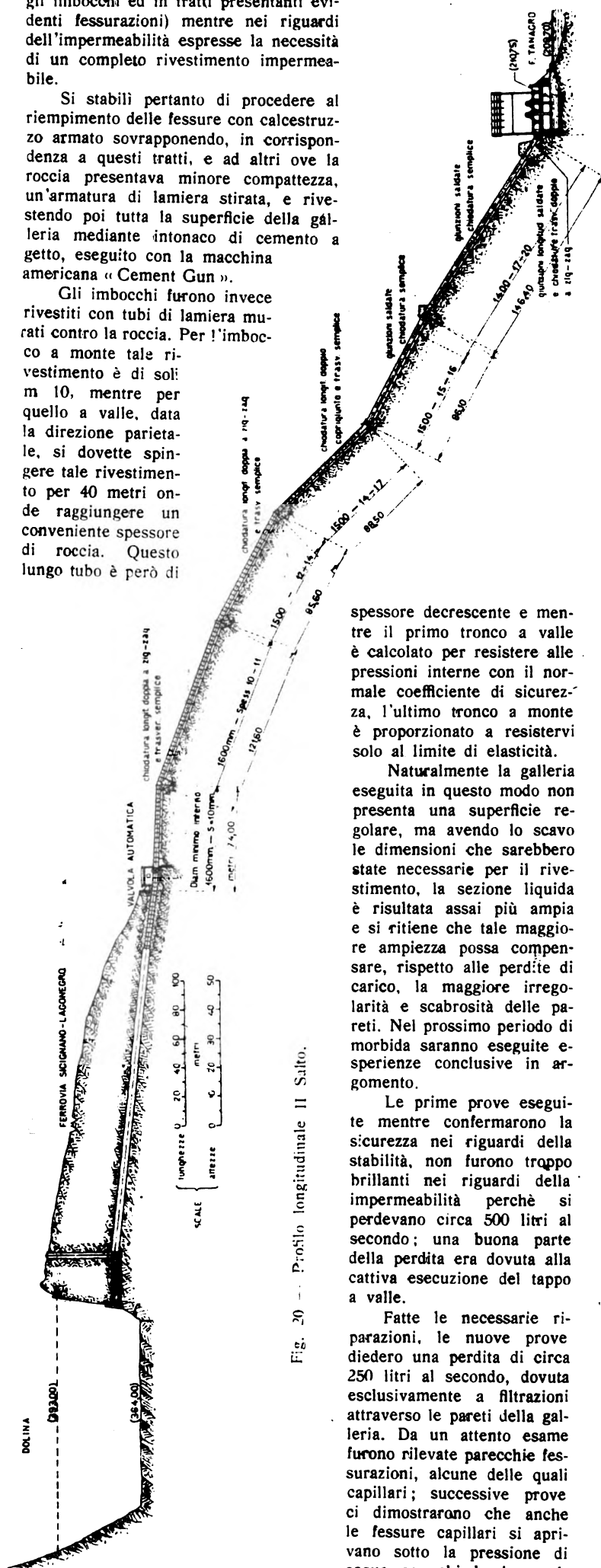


Fig. 20. — Profilo longitudinale II Salto.

spessore decrescente e mentre il primo tronco a valle è calcolato per resistere alle pressioni interne con il normale coefficiente di sicurezza, l'ultimo tronco a monte è proporzionato a resistervi solo al limite di elasticità.

Naturalmente la galleria eseguita in questo modo non presenta una superficie regolare, ma avendo lo scavo le dimensioni che sarebbero state necessarie per il rivestimento, la sezione liquida è risultata assai più ampia e si ritiene che tale maggiore ampiezza possa compensare, rispetto alle perdite di carico, la maggiore irregolarità e scabrosità delle pareti. Nel prossimo periodo di morbida saranno eseguite esperienze conclusive in argomento.

Le prime prove eseguite mentre confermarono la sicurezza nei riguardi della stabilità, non furono troppo brillanti nei riguardi della impermeabilità perchè si perdevano circa 500 litri al secondo; una buona parte della perdita era dovuta alla cattiva esecuzione del tappo a valle.

Fatte le necessarie riparazioni, le nuove prove diedero una perdita di circa 250 litri al secondo, dovuta esclusivamente a filtrazioni attraverso le pareti della galleria. Da un attento esame furono rilevate parecchie fessurazioni, alcune delle quali capillari; successive prove ci dimostrarono che anche le fessure capillari si aprivano sotto la pressione di acqua per chiudersi a gal-

leria vuota; trovammo infatti imprigionati tra le labbra delle fessure dei semi galleggianti, segno evidente dell'aprirsi e successivo richiudersi delle fessure stesse. Le lesioni erano quasi tutte longitudinali, di lunghezza sino a 10 metri, parecchie si presentavano a coppie, altre isolate.

Procedemmo allora alla stuccatura di tutti i tratti lesionati, e dopo ciò le successive prove dimostrarono che le perdite erano discese a circa 50 litri. Alcune fessure non si erano più mosse, dimostrando con ciò che in quei punti si era stabilito un equilibrio definitivo; altre invece si produssero nuovamente.

Allo scopo di frenare i movimenti, procedemmo ad iniezioni di cemento nella roccia (a circa un metro di profondità) in corrispondenza delle fessure, eseguendo poi una nuova stuccatura. Le prove susseguenti diedero una perdita di 70 litri e constatammo che solo una piccola parte delle lesioni aveva ancora dato segno di movimenti.

Condotta forzata. — La condotta forzata (fig. 20) non presenta alcuna particolarità; il suo percorso così accidentato quale si vede nella fotografia della fig. 18, è derivato dalla necessità di evitare l'imbocco della Grotta dell'Angelo, di cui parlerò in seguito.

Centrale secondo salto. — Neanche la Centrale secondo salto offre particolarità rilevanti. Si può solo accennare alla disposizione dei quadri di manovra rispetto a quelli di distribuzione ed ai trasformatori, che è stata studiata in particolar modo per rendere le

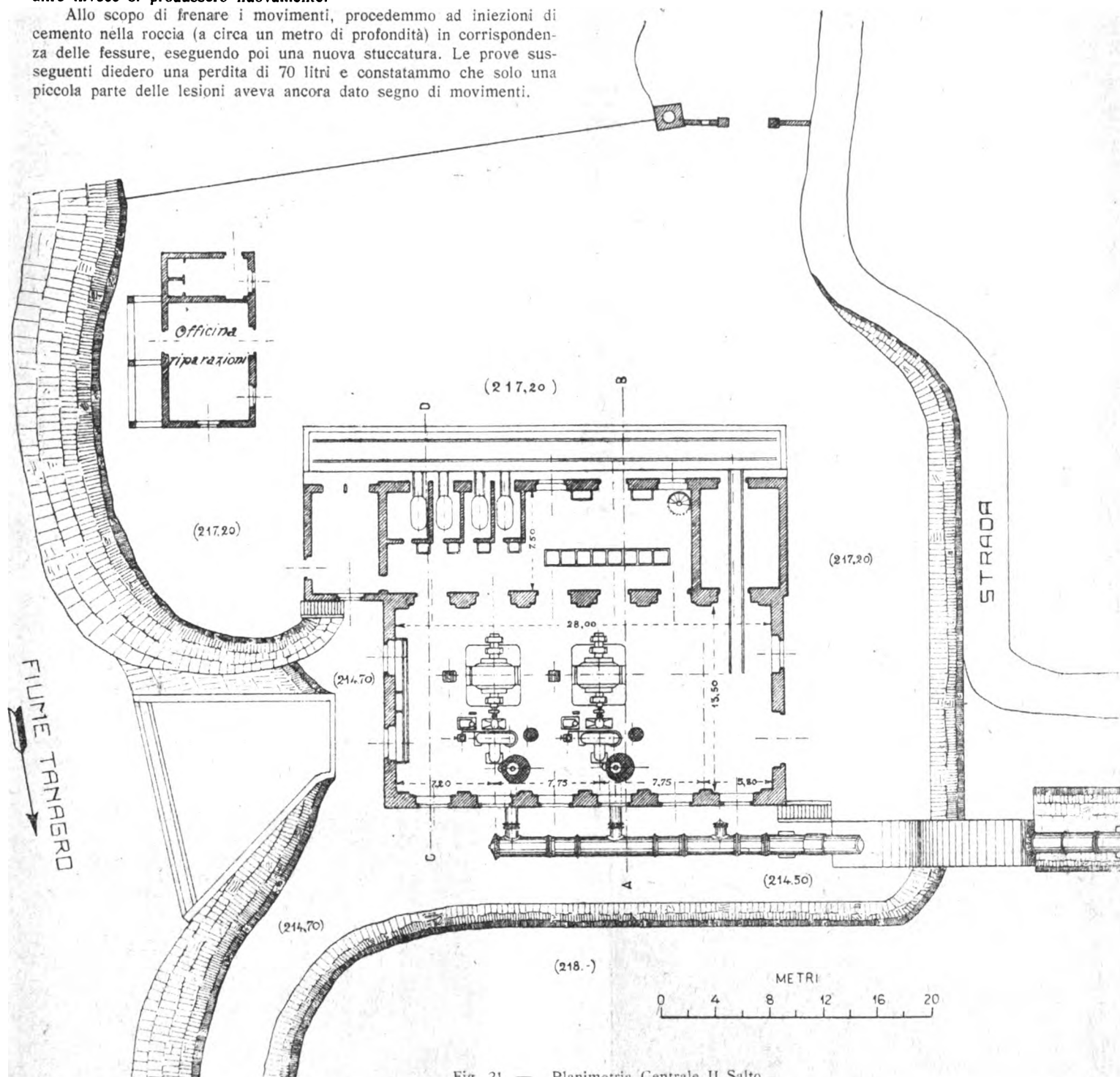


Fig. 21. — Planimetria Centrale II Salto.

Essendo la rimanente parte dell'impianto ormai pronta decidemmo di entrare egualmente in esercizio rimandando le riparazioni ad eventuali e future fermate. Si continuò peraltro periodicamente a misurare la perdita, constatando che essa diminuiva progressivamente tanto da essere ridotta a circa 20 litri dopo sei mesi di funzionamento.

Durante una sospensione di servizio per altre riparazioni si eseguirono nuove iniezioni, benchè le fessure apparissero ormai completamente intasate da semi-galleggianti e limo; nelle ultime prove fatte misurammo una perdita di solo 10 litri al secondo, il che significa che la galleria può considerarsi ormai praticamente stagna, ed è quasi certo che anche queste piccole perdite andranno scomparendo.

manovre più semplici e più chiare possibili, sia a risparmio di personale di esercizio, sia per facilitare il governo della Centrale anche a personale che non ne abbia speciale pratica.

[L'A. non ha creduto di soffermarsi sui particolari della disposizione elettrica della centrale e dei quadri per non protrarre troppo a lungo la sua comunicazione, ritenendo sufficiente la illustrazione grafica. Effettivamente dall'esame della planimetria e delle sezioni trasversali (fig. 21, 22 e 25); e dalle fotografie riprodotte nelle figure 19, 23 e 24 il lettore potrà formarsi una chiara idea della disposizione data alla centrale.

Per quanto concerne la disposizione dei circuiti la fig. 28 ne dà lo schema generale che comprende le due centrali, dato che il controllo della centrale 1° salto è riportato al quadro di manovra della

centrale del 2° salto. Lo schema è quasi topografico, essendo nettamente separate le parti che si trovano in locali diversi ed essendo indicato di fianco, in quale locale è sviluppata la corrispondente parte dello schema.

Al fondo di esse si riscontrano sempre delle fessure, più o meno ostruite da materiali caduti nel fondo, che costituivano e costituiscono generalmente ancora, la principale via d'uscita delle acque.

La forma della dolina di cui ci occupiamo è, come al solito, la

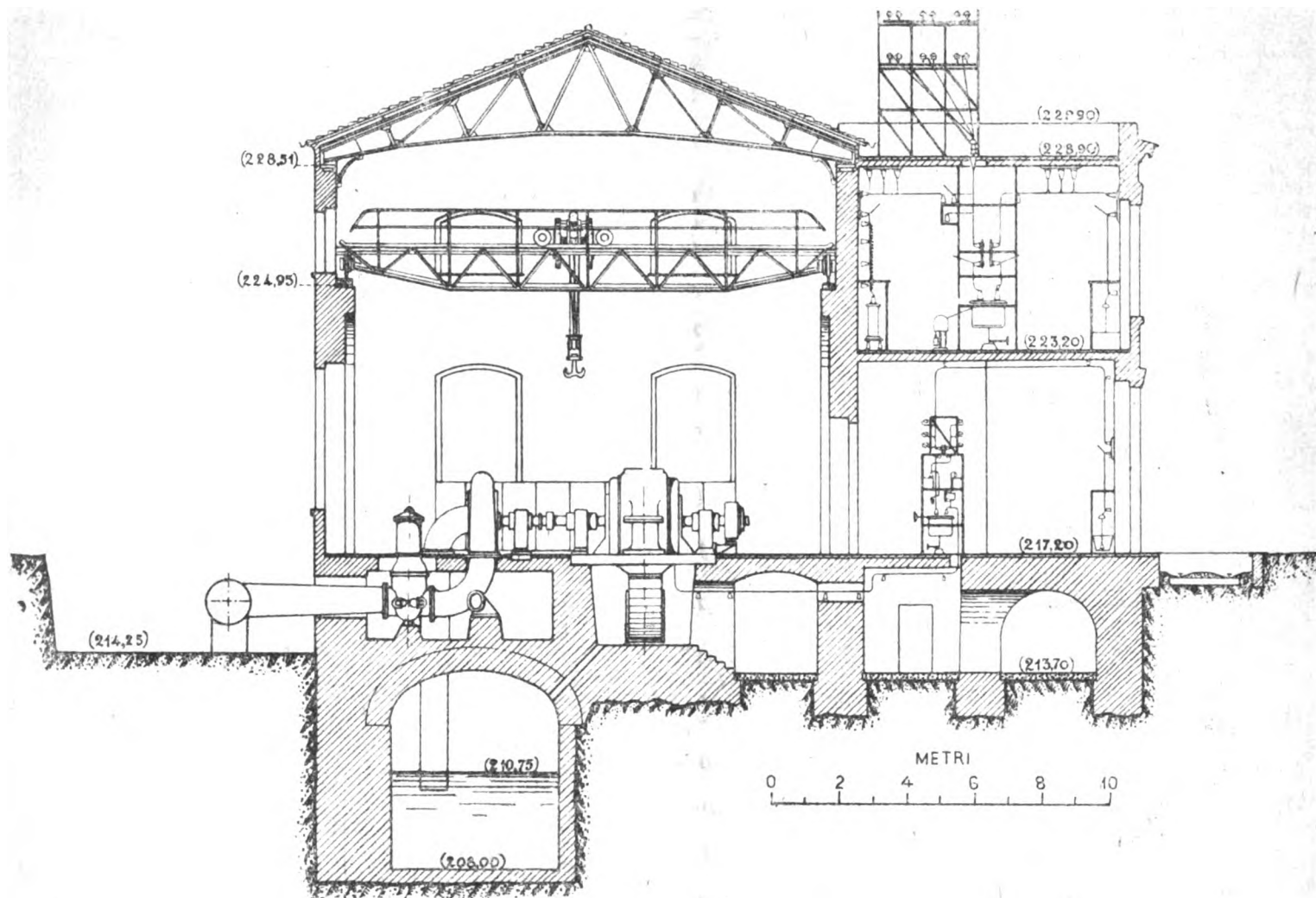


Fig. 22. - Centrale Tanagro, Il Salto. - Sezione trasversale A-B.

Nelle figure 29, 30, 31 e 32 abbiamo riportato alcuni particolari del grande schema di insieme presentato dall'A. ai colleghi. N. d. R.]

Bacino settimanale (Dolina). — Ad impianto completato una delle parti più interessanti sarà certamente il bacino settimanale di

troncoconica rovesciata, con dimensioni di circa 100 metri di diametro al fondo, 200 in corrispondenza dell'orlo superiore e 30 metri di profondità (fig. 33).

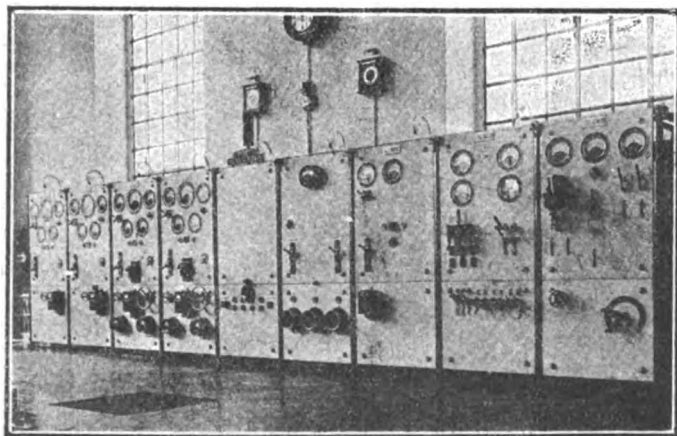


Fig. 23. - Quadro di manovra.

raccolta e di regolazione che, come già accennato, non è ancora eseguito. Ritengo peraltro ugualmente interessante far un cenno degli studi fatti sino ad ora per risolvere questo problema.

La cavità naturale che si vuole utilizzare per la formazione del bacino settimanale, è un bellissimo esempio di quelle depressioni dovute all'erosione delle acque, che s'incontrano nei terreni carsici e sono denominate comunemente doline.

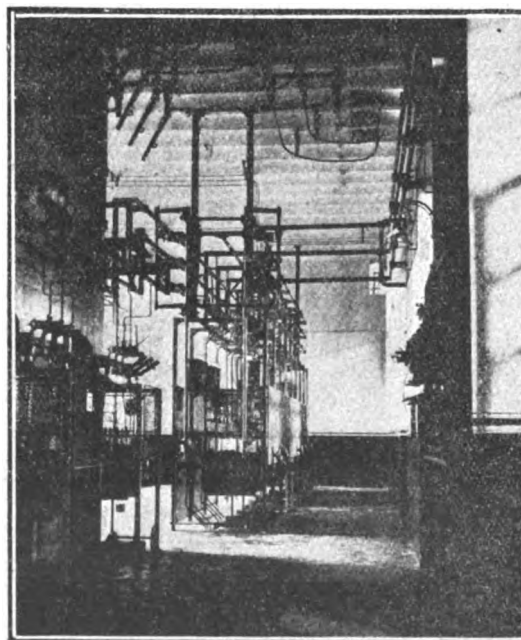


Fig. 24. - Quadro trasformatore e macchine.

Una dolina è di per sé evidentemente permeabilissima; uno dei problemi da risolvere per trasformarla in bacino di raccolta d'acqua

è dunque la sua impermeabilizzazione, tanto sulle pareti che sul fondo; un secondo problema è quello della stabilità del fondo sotto la pressione d'acqua che si verrà a creare.

ciò scartare senz'altro questa prima idea. Le trivellazioni hanno mostrato che la parte intermedia tra il fondo e la roccia è costituita da strati di terra rossa proveniente dalla disgregazione dei calcari, in-

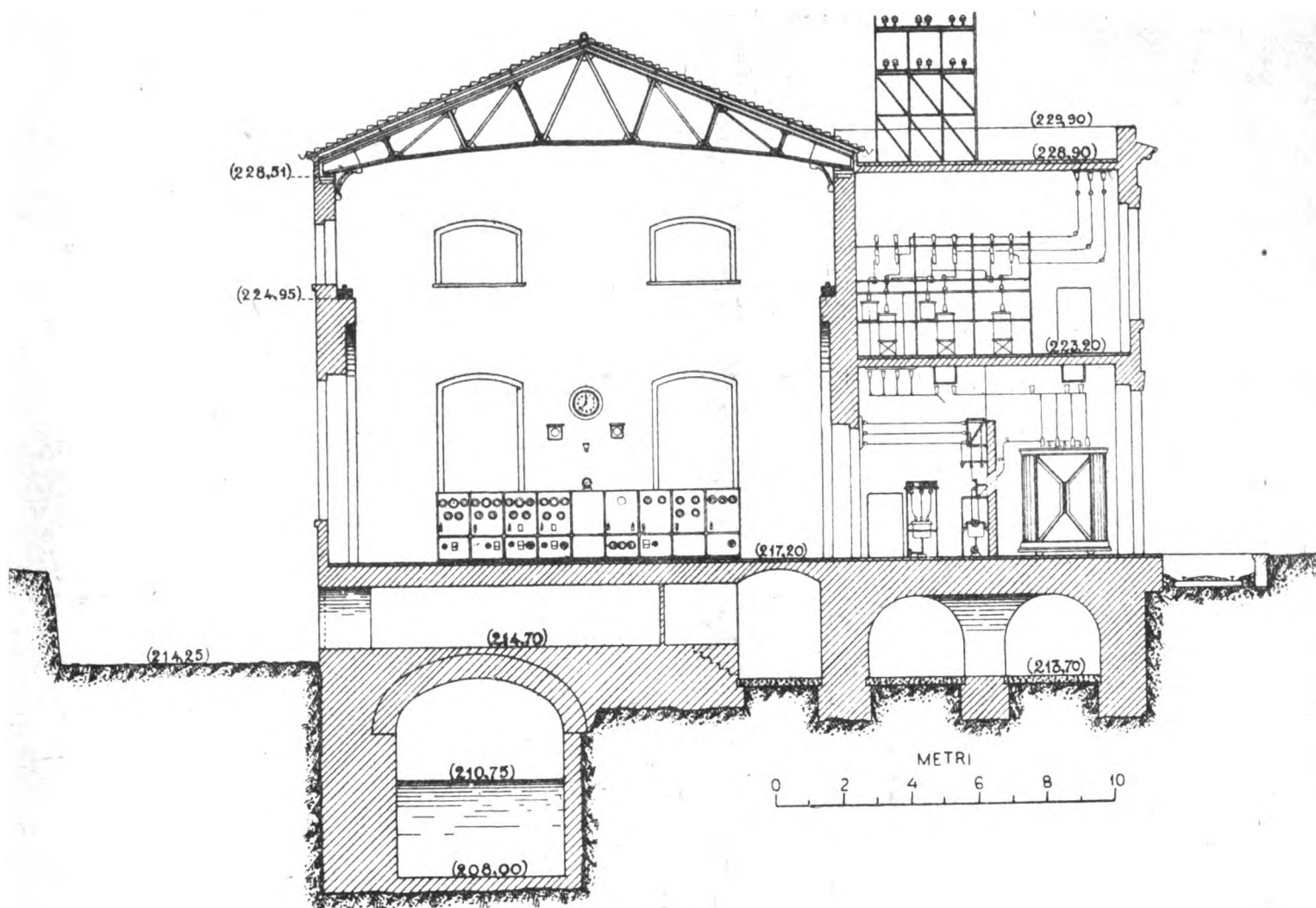


Fig. 25. — Centrale Tanagro, Il Salto. - Sezione trasversale C-D.

Avendo ritenuto da prime sommarie indagini, che la roccia si trovasse a 4-5 metri di profondità, la prima idea era stata quella di rimuovere tutto il terreno onde denudare completamente la roccia

tercalati da trovanti, ghiaie, sabbie, tra cui uno strato, di circa un metro, di sabbia vulcanica.

Ultimate le trivellazioni, si procedette ad una prima prova mandando in dolina una considerevole quantità d'acqua per parecchie

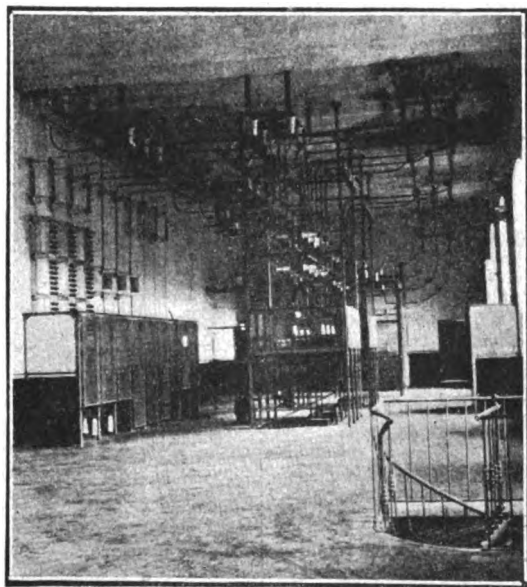


Fig. 26. — Quadro partenze linee 30.000 V.

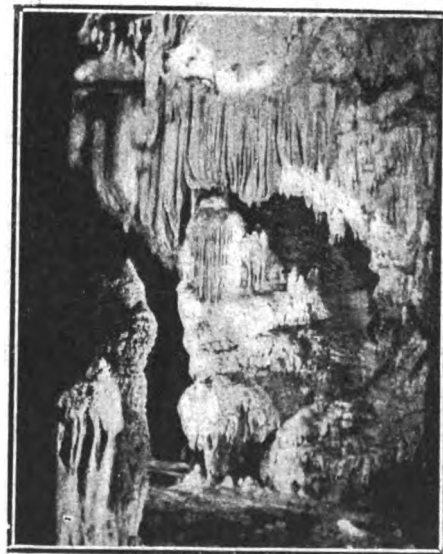


Fig. 27. — Interno grotta.

sulle pareti e sul fondo, per procedere poi alla chiusura delle fenditure ed alla generale applicazione di un intonaco impermeabile. Ma procedutosi a trivellazioni sul fondo, si constatò che la roccia in posto si trova solo tra 20 e 25 metri di profondità e si dovette per-

ore di seguito, sino a raggiungere un'altezza d'acqua di circa 5 metri sul fondo. Con tale prova, ripetuta più volte, si constatò che le perdite, come era prevedibile, erano considerevoli (oltre 1 m³ al secondo) e che l'acqua veniva a raccogliersi nella sottostante grotta dell'Angelo.

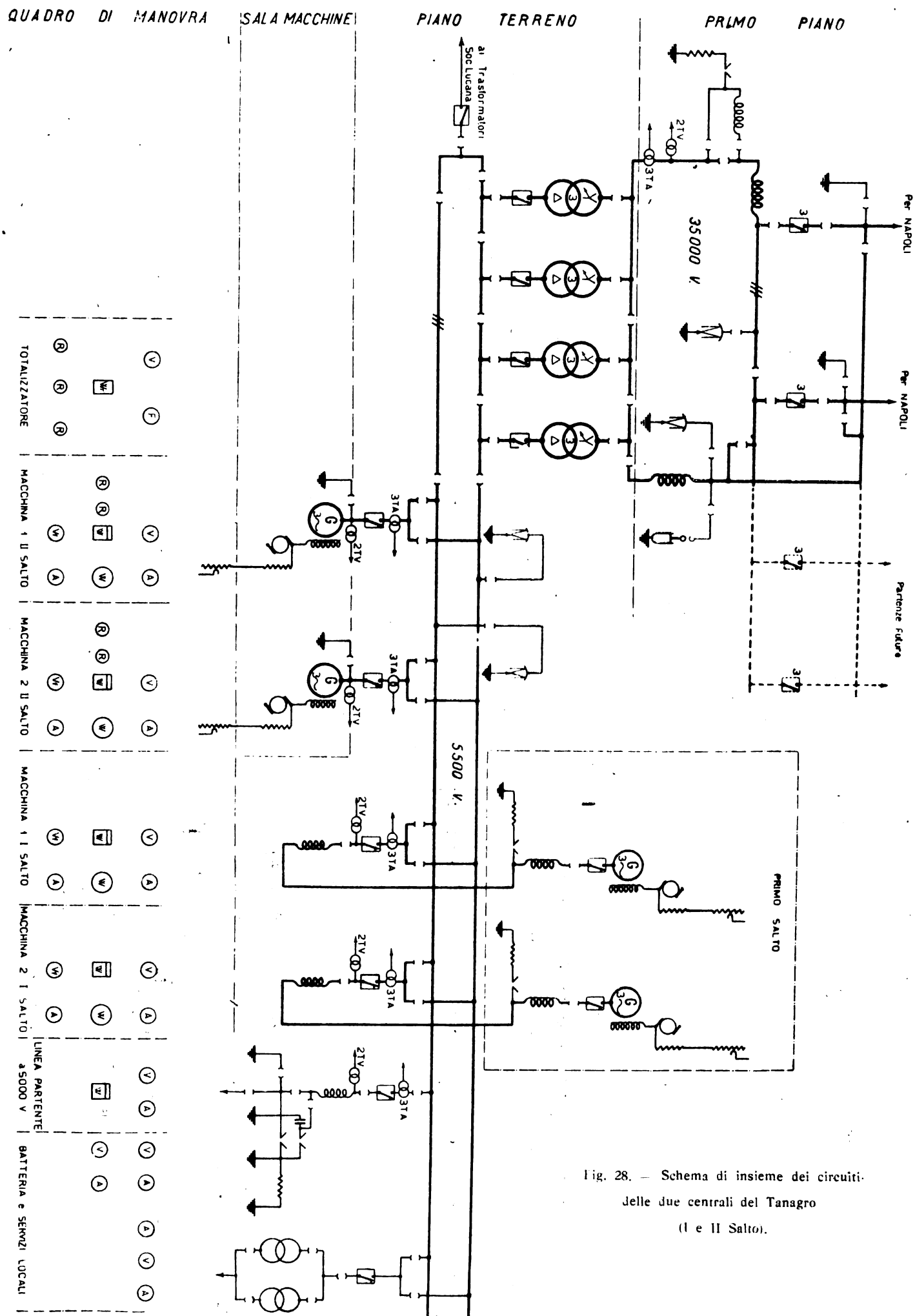


Fig. 28. — Schema di insieme dei circuiti delle due centrali del Tanagro (I e II Salto).

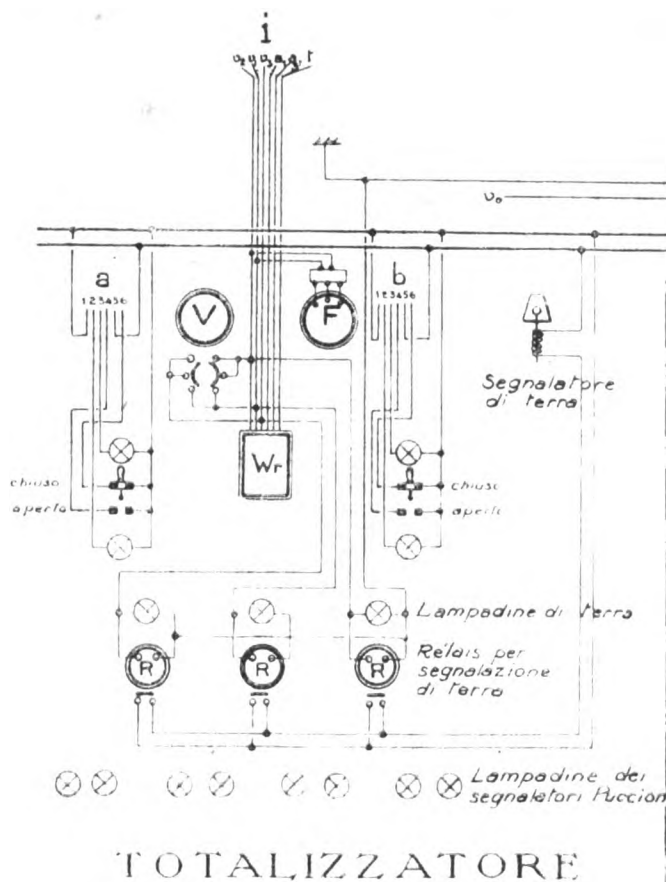


Fig. 29. - Particolare schema quadro di manovra, sezione totalizzatrice.

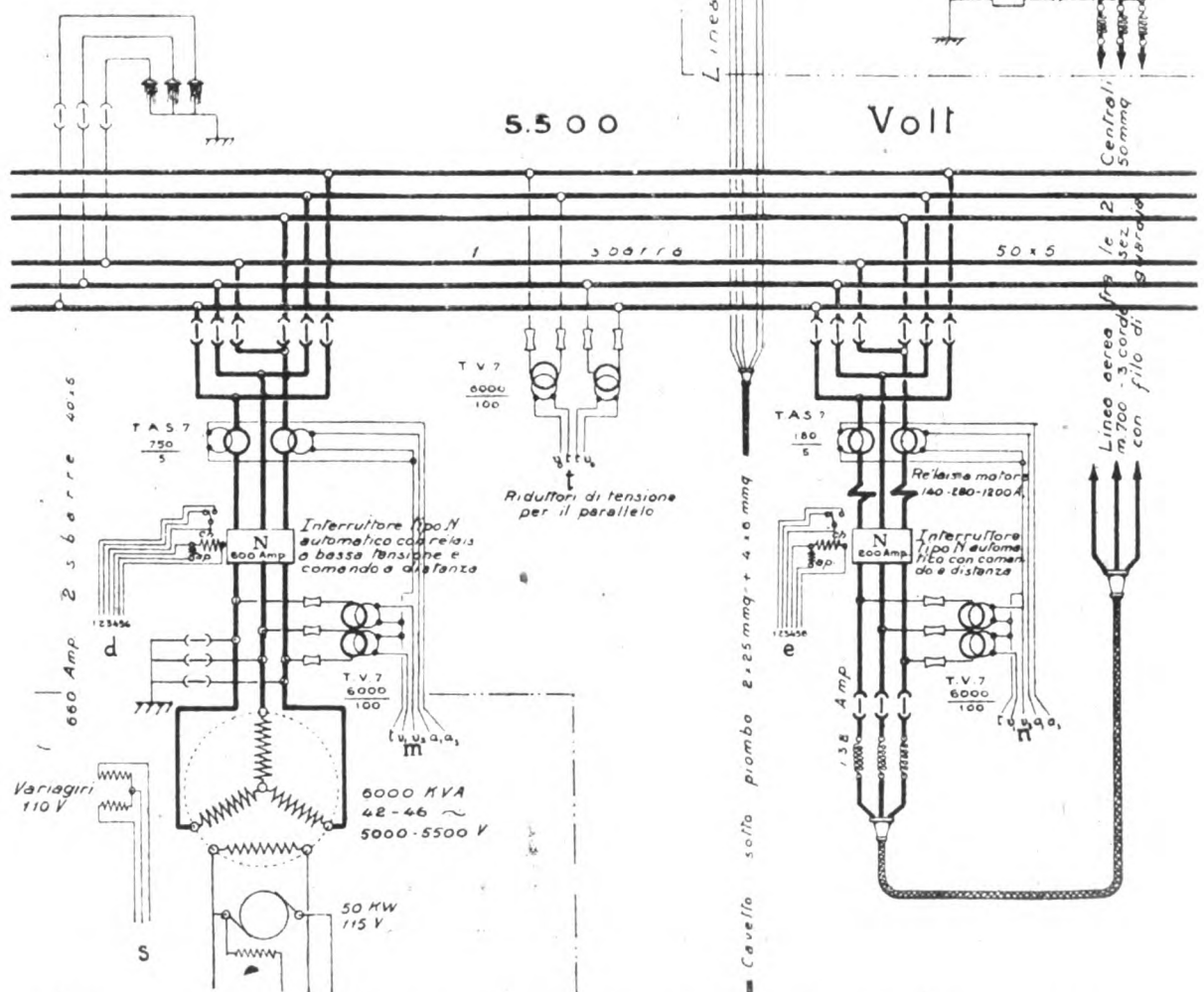


Fig. 30. - Schema, Particolare circuiti di una macchina del I e di una macchina del II Salto.

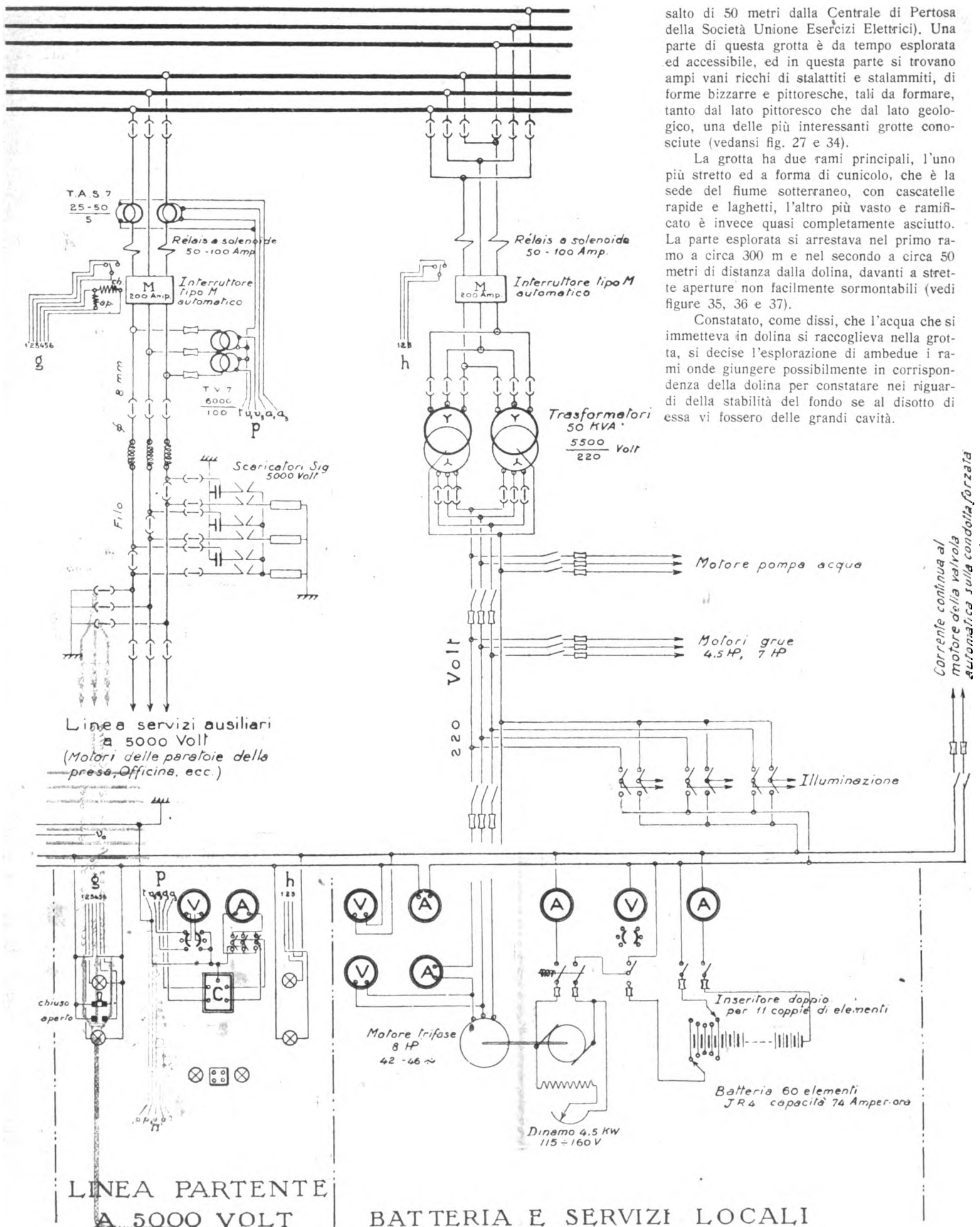


Fig. 31. — Particolari schema: Circuiti e quadri di manovra per la linea a 5000 V e per i servizi della centrale.

È questa una grotta che si apre a circa 50 metri al di sopra del fondo della valle: da questa grotta sgorga un fiume sotterraneo della portata media di circa 600 litri al secondo (attualmente utilizzata col

È merito di un nostro giovane ingegnere se siamo riusciti allo scopo superando difficoltà non lievi. Più volte si dovette ricorrere alle mine per allargare stretti passaggi ed aprire anche qualche tratto

salto di 50 metri dalla Centrale di Pertosa della Società Unione Esercizi Elettrici). Una parte di questa grotta è da tempo esplorata ed accessibile, ed in questa parte si trovano ampi vani ricchi di stalattiti e stalammitti, di forme bizzarre e pittoresche, tali da formare, tanto dal lato pittoresco che dal lato geologico, una delle più interessanti grotte conosciute (vedansi fig. 27 e 34).

La grotta ha due rami principali, l'uno più stretto ed a forma di cunicolo, che è la sede del fiume sotterraneo, con cascatelle rapide e laghetti, l'altro più vasto e ramificato è invece quasi completamente asciutto. La parte esplorata si arrestava nel primo ramo a circa 300 m e nel secondo a circa 50 metri di distanza dalla dolina, davanti a strette aperture non facilmente sormontabili (vedi figure 35, 36 e 37).

Constatato, come dissi, che l'acqua che si immetteva in dolina si raccoglieva nella grotta, si decise l'esplorazione di ambedue i rami onde giungere possibilmente in corrispondenza della dolina per constatare nei riguardi della stabilità del fondo se al disotto di essa vi fossero delle grandi cavità.

Corrente continua al motore della valvola automatica sulla condotta forzata

di vero avanzamento di galleria in presenza di abbondanti acque.

Nella fig. 35 è riprodotta la planimetria della grotta e della dolina, le due sezioni schematiche delle figure 36 e 37 danno l'idea delle posizioni altimetriche relative della dolina e della grotta.

Questa parte della grotta fa capo ad un cunicolo in forte pendenza (circa 1:1) normale all'inclinazione degli strati, che si dirige al fondo della dolina e che, molto probabilmente, costituisce l'antico canale di scarico della dolina stessa, ora quasi completamente ostrui-

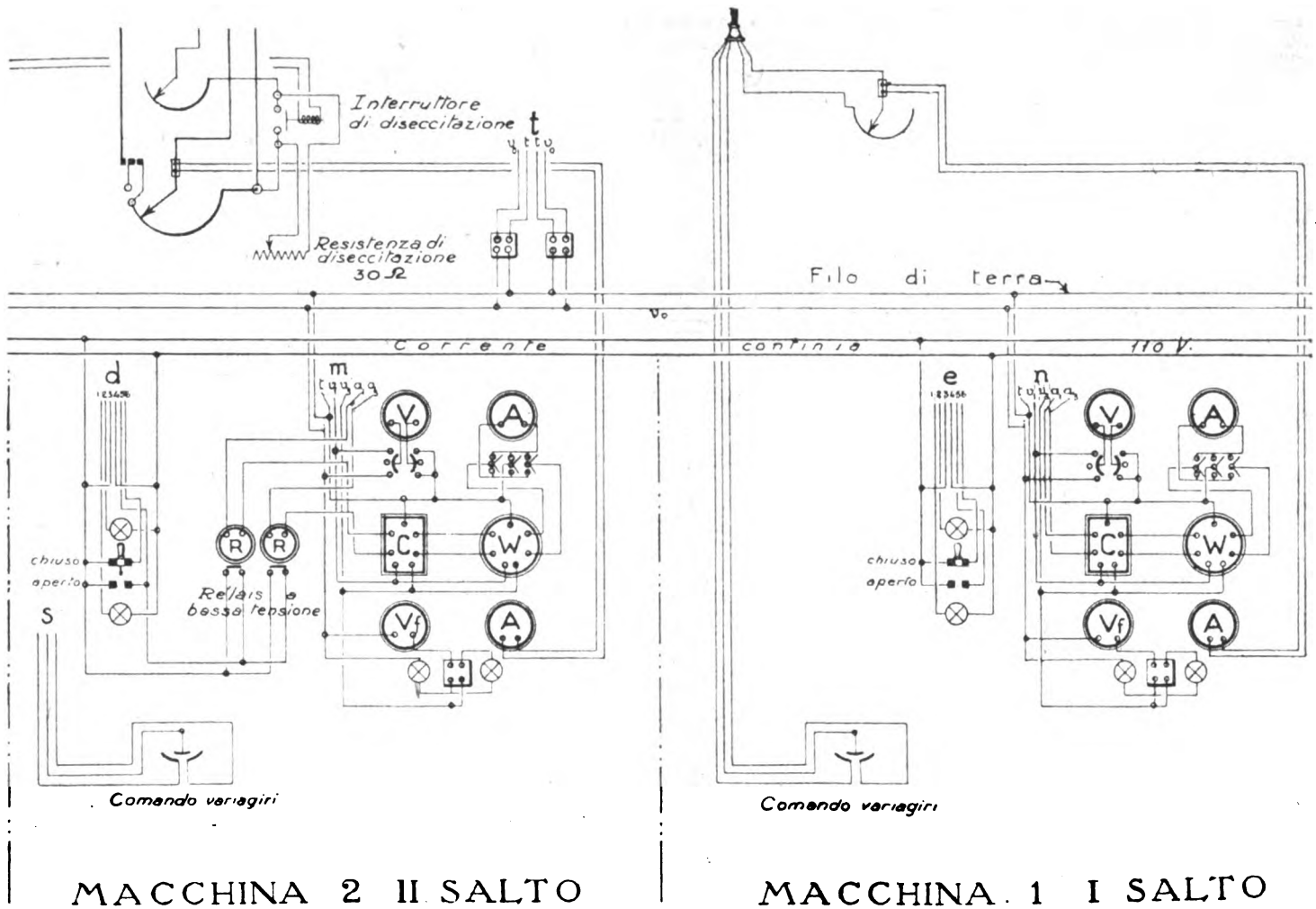


Fig. 32. — Particolari schema quadro di manovra delle macchine.

Il primo ramo A, vero fiume sotterraneo, continua in forma di cunicolo piuttosto ristretto con pochi allargamenti e poche deviazioni. Non molto numerose in questo ramo le stalattiti e stalammitti. In corrispondenza della dolina esso va restringendosi tanto da ren-

to, mentre le acque hanno trovato altre vie lungo i piani di stratificazione affluendo, come si disse, nell'altro ramo della grotta. Questo cunicolo è in gran parte ingombro di massi in posizione insta-

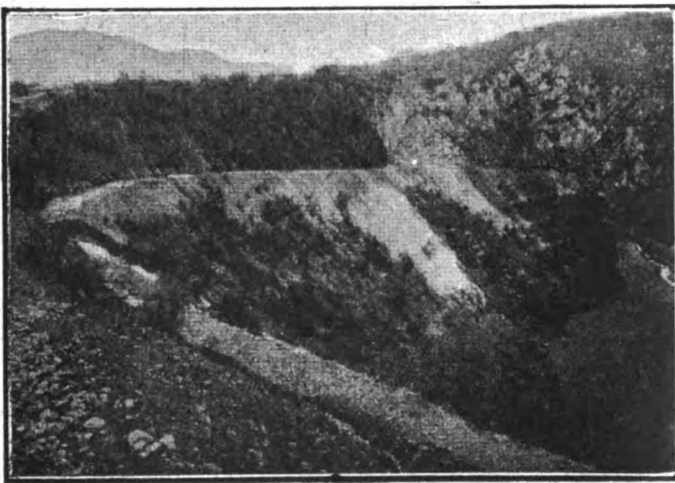


Fig. 33. — Dolina.

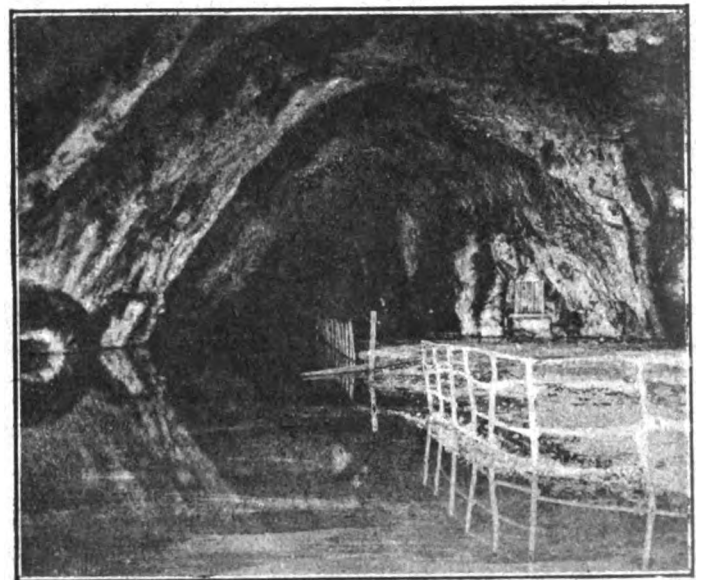


Fig. 34. — Ingresso della grotta dell'Angelo.

dere impossibile l'avanzamento senza eseguire un completo cunicolo di galleria. Il calcare si presenta molto compatto, in nette stratificazioni, ed appare evidentemente che l'acqua arriva alla grotta infiltrandosi tra strato e strato.

L'esplorazione del secondo ramo B, ha messo invece in luce una nuova serie di ambienti non molto vasti ma ricchi di stalattiti e stalammitti ed incrostazioni candidissime e scintillanti.

bile per la sua forte pendenza, e la sua ascesa è perciò particolarmente difficile. Non è stato per ora possibile giungere sino al fondo della dolina, perchè la parte superiore è quasi totalmente ingombra.

Le esplorazioni sono state per il momento sospese; quanto si è fatto ci ha dato un'idea della formazione del sottosuolo della dolina

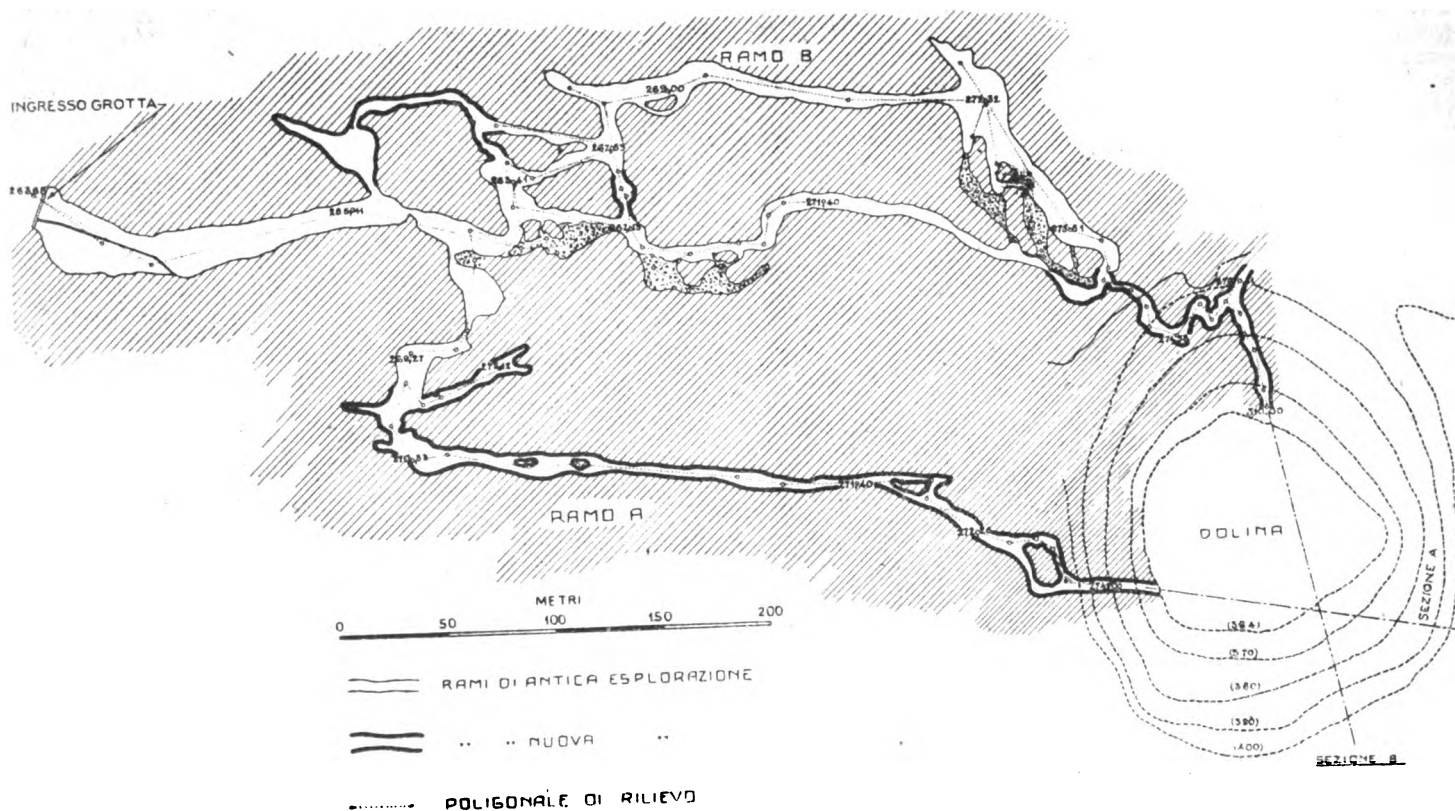


Fig. 35. ... Pianta della grotta.

inducendo ad escludere l'esistenza di grandi vuoti sotto la dolina stessa.

Si provvederà ora alla pulitura delle pareti onde denudare e ricercarne le fessure, ad una prima sistemazione del fondo ed ad una grossolana stagnatura, onde poter in successive prove ottenere un maggior carico. Queste nuove prove ci indicheranno se sia consigliabile proseguire nella esplorazione della grotta.

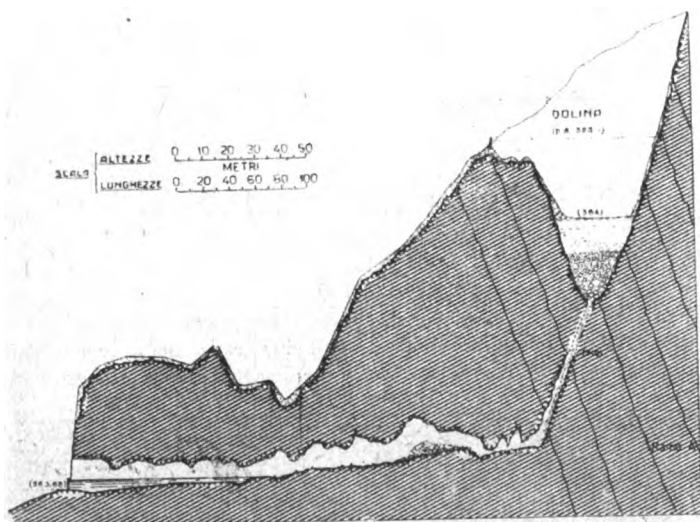


Fig. 36. ... Sezione della grotta.

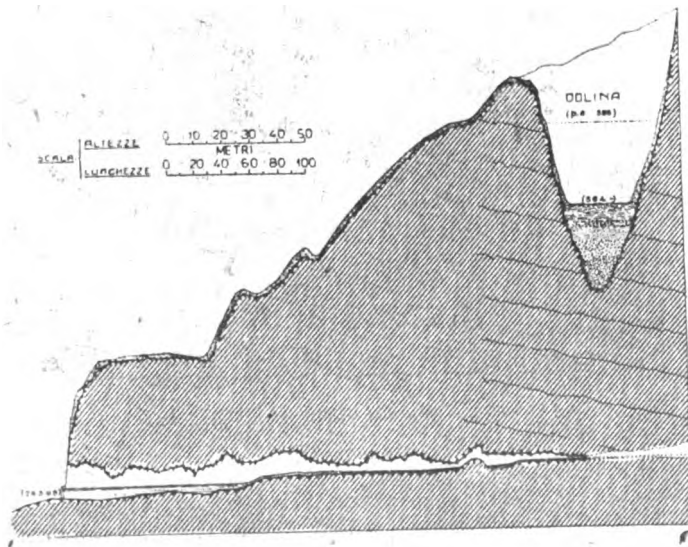


Fig. 37. — Sezione della grotta.

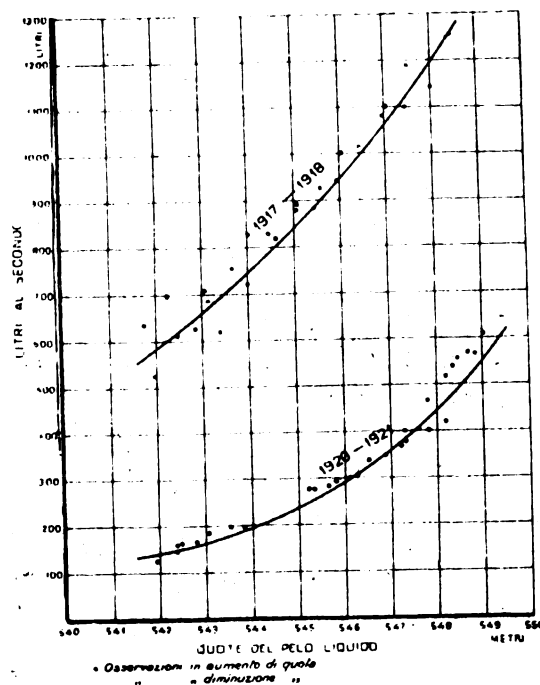


Fig. 28. — Andamento delle perdite del serbatoio di Muro Lucano.

Spero di poter presto dare ulteriori notizie ai colleghi di questo interessante problema, e così pure di quello analogo del risanamento del Lago di Muro Lucano che è sperabile sia fra breve un fatto compiuto. La fig. 38 dà intanto un'idea dei risultati ottenuti al Lago di Muro Lucano nell'inverno 1920-1921 dopo eseguita circa una terza parte del lavoro di risanamento, consistente principalmente nell'applicazione d'intonaco di cemento a getto (a mezzo dell'apparecchio cement-gun) previa pulitura accurata della roccia e chiusura in muratura delle più notevoli fessure.

Nella esecuzione dell'impianto sul fiume Tanagro non si presentarono difficoltà speciali nè si ebbero a deplorare durante la costruzione gravi inconvenienti. Una piena improvvisa e violenta ci colse mentre si eseguivano le opere di presa, ma essa non produsse alcun danno alle opere, salvo la demolizione di dighe provvisorie di deviazione delle acque, che si dovettero in parte rifare.

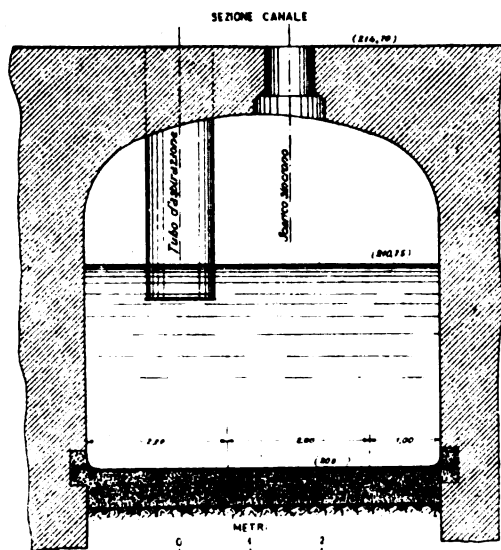


Fig. 39. — Sezione canale di scarico.

Un inconveniente abbastanza grave si produsse invece dopo qualche mese d'esercizio nel canale di scarico della Centrale secondo salto. Ci accorgemmo infatti, dopo qualche tempo, che la platea di questo canale, in corrispondenza dello scarico sincrono di una delle macchine, era stata completamente erosa (malgrado un cu-

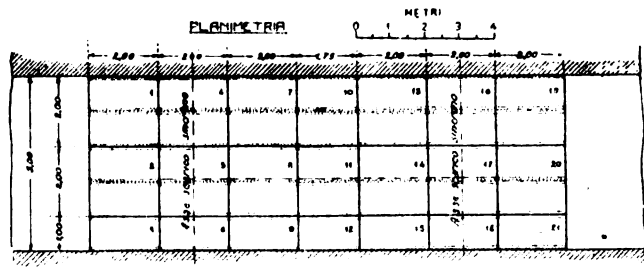


Fig. 40. Disposizione delle lamiere di rivestimento del fondo del canale.

scinetto d'acqua di circa metri 2.60) e che si era formato al disotto della platea stessa un vuoto che presentava la profondità massima di circa 5 metri. Fortunatamente questa corrosione non interessava affatto le fondazioni che rimasero assolutamente intatte.

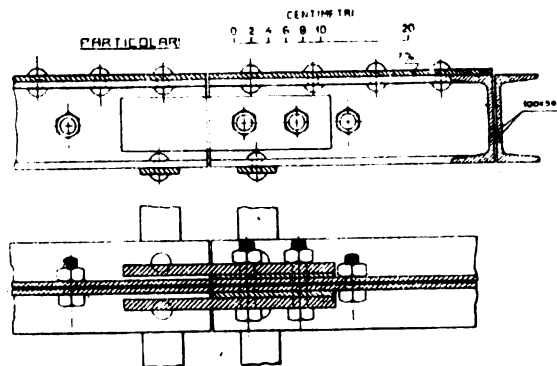


Fig. 41. — Particolari rivestimento fondo del canale.

Una prima riparazione, fatta forse troppo in fretta per le assillanti esigenze di servizio, non diede buoni risultati. Fu deciso allora di corazzare il fondo con lamiera di ferro rese solidali ad un sottostante strato di calcestruzzo.

Per poter eseguire il lavoro con la massima rapidità senza sacrificare in nulla la riuscita, si suddivise la corazza (circa 60 m²) in 21 piastre disposte in sette file di 3 piastre ciascuna: ogni piastra è formata di lamiera di ferro di 7 mm di spessore chiodata su ferri ad U di 100 mm. Le tre piastre di ciascuna fila furono collegate sul posto con bulloni, formando così delle striscie di 5 metri di lar-

ghezza (larghezza del canale) e di 2 di lunghezza; le varie striscie, non potendo essere imbullonate tra loro senza creare dei risultati che si volevano evitare, furono incastrate una all'altra mediante stecche fissate ai ferri ad U (fig. 39, 40 e 41).

Man mano che le piastre venivano collocate in opera, fu riempita con calcestruzzo la parte sottostante alle lamiere, tra i ferri ad U, ed a posa completata furono eliminati tutti i vuoti residui mediante iniezioni di cemento attraverso fori lasciati appositamente nelle lamiere.

L'intera piastra fu poi saldamente fissata alle pareti.

Il risultato è stato ottimo e rapida ne è risultata l'esecuzione. In 8 giorni si approvigionò il materiale, si prepararono le piastre elementari a Napoli, si trasportarono a Pertosa e si posero in opera. Si attese poi a riprendere il servizio che il calcestruzzo avesse fatto conveniente presa.

Ho creduto opportuno di riferire anche questo inconveniente perchè ritengo che l'esempio già dato da qualche altro collega, di comunicare cioè anche le proprie disavventure, ed i provvedimenti presi onde fronteggiarle, debba essere largamente seguito.

(Continua).

□ □ UN ABBACO RELATIVO ALL'INDUTTANZA DELLE LINEE ELETTRICHE AEREE

Ing. A. DE MARCHI

La formola che esprime l'induttanza di un conduttore di una linea monofase o di una linea trifase simmetrica ha dato origine già prima d'ora a numerosi tracciati grafici (abbacchi) studiati allo scopo di permettere la determinazione rapida e facile del valore dell'incognita in funzione degli elementi noti senza passare attraverso la trafila di calcoli numerici.

Tuttavia gli abbacchi finora noti presentano in generale un difetto che ne limita l'utilità.

Rammentiamo che la formola è:

$$L = 10^{-9} l \left(2 \log_e \frac{D}{R} + 0.5 \right)$$

ove:

L è l'induttanza espressa in henry;

l è la lunghezza del conduttore espressa in centimetri;

D è la distanza fra i conduttori espressa in centimetri;

R è il raggio del conduttore espresso in centimetri.

Le variabili sono dunque quattro e precisamente: L , l , D , R .

Un ordinario diagramma cartesiano, salvo casi eccezionali rarissimi, non può rappresentare che formole aventi al massimo tre variabili, ed ancora si deve ricorrere per questo ad una famiglia di linee (rette o curve) il cui tracciamento è spesso penoso.

Per poter effettuare con metodo cartesiano la rappresentazione della formola sopracitata, gli studiosi sono ricorsi all'artificio di dare ad una delle variabili (l ad esempio) un valore costante tramutando così la formola dal tipo a quattro variabili nel tipo a tre variabili.

Se l è fatto costante il diagramma dà la induttanza per lunghezza unica, ad esempio, di un chilometro, lasciandosi, a chi deve far uso del grafico, la cura e la seccatura di dedurre dal valore letto il valore corrispondente all'effettiva lunghezza del conduttore.

Altri ha tenuto variabile l , ma in luogo delle variabili D e R ha considerato come variabile, unica il loro rapporto $\frac{D}{R}$ che il lettore deve calcolarsi preventivamente volta per volta.

Analoghi inconvenienti si trovano anche negli abbacchi a punti allineati a me finora noti, forse perchè chi ebbe occasione di studiare diagrammi di tale tipo molto più moderno del precedente fu trascinato dalla forza dell'esempio a battere una via errata che pure la pieghevolezza del metodo di rappresentazione di cui disponeva avrebbe permesso di evitare.

L'abacco che presento si propone di ovviare a questi fatti, e, ritenendo che la cosa non sia priva di interesse, e indicherò brevemente il modo di impiego e il metodo da seguire per la costruzione da chi volesse prepararsi edizione più ampia di formato o estesa ad altri campi di variabilità delle funzioni.

Il modo di impiego è assai semplice.

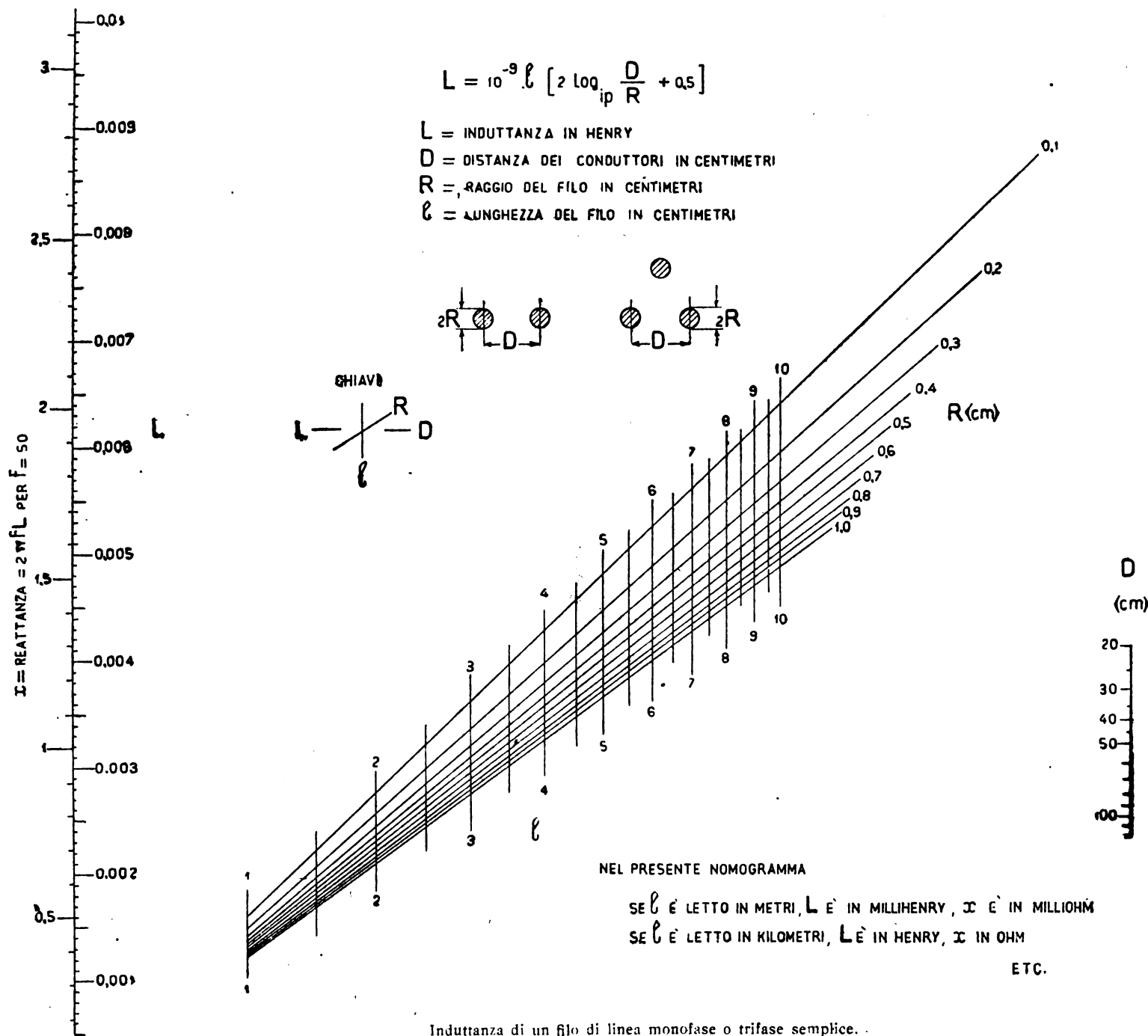
Supponiamo che il problema dia come punti di partenza la distanza, il raggio e la lunghezza dei conduttori. Il valore della distanza D vien letto sulla scala di destra.

Raggio e lunghezza individuano ciascuno rispettivamente una linea in uno dei due sistemi di rette posti nella zona centrale del diagramma.

La retta individuata dal punto rappresentativo del valore di D e dal punto d'incontro delle due rette rappresentative dei valori di R e di l , taglia la scala di L nel punto rappresentativo del valore dell'induttanza corrispondente ai valori delle altre variabili.

E' senz'altro evidente come con un semplice allineamento di facile realizzazione si possa così tener conto di tutte le variabili contenute nella formola.

L'unità di lunghezza non è indicata sul diagramma in vicinanza della scala corrispondente perchè essa è lasciata ad arbitrio di chi usa il grafico.



In altre parole, a seconda dei casi, l può essere letta in metri, decimetri, ettometri, chilometri, ecc., purchè contemporaneamente l'induttanza venga letta rispettivamente in millihenry, centesimi di henry, decimi di henry, henry e così via.

Con tale artificio la lunghezza *effettiva* della scala di L , vale a dire la lunghezza da prendersi in considerazione agli effetti della approssimazione nelle letture è molte volte superiore alla lunghezza *apparente* che si rileva dall'abbaco.

E' poi superfluo rammentare come il diagramma serva a risolvere, in modo analogo a quanto esposto sin qui, i problemi reciproci nei quali l'incognita sia una qualunque delle altre tre variabili che compaiono nella formola insieme all'induttanza.

Per tracciare *ex novo* il grafico basta tener presente quanto segue:

1°) la scala dell'induttanza è una scala regolare e così pure dicasi della scala accollata relativa alla reattanza magnetica calcolata per la frequenza che più interessa.

2°) la scala di D rigorosamente parallela alla precedente e una scala sulla quale sono riportate lunghezze proporzionali ai valori della funzione:

$$2 \log_e D + 0.5$$

partendo da uno zero che sul diagramma ultimato non viene rappresentato essendo privo di qualsiasi interesse.

Le due scale di L e di D devono essere reciprocamente affiancate *all'incirca* come nell'abbaco qui riportato senza che vi sia da osservare al riguardo nessuna tassativa disposizione.

3°) le linee corrispondenti al raggio del conduttore costituiscono un fascio di rette uscenti dal punto zero della scala di L e che vanno a colpire la scala D nei punti individuati dalla funzione:

$$-\log_e R$$

4°) le linee corrispondenti a l sono rette parallele alle scale di L e di D facilmente tracciabili quando sia segnata la serie delle loro intersezioni con una delle rette R . Tale serie è facilmente determinabile proiettando da un valore di D opportunamente predefinito i valori corrispondenti dell'induttanza.

E' evidentemente facile limitare l'abbaco solo a quei campi di variabilità che interessano, escludendo tutti gli altri valori, come pure dare a ogni singola scala quello sviluppo che consenta di raggiungere il grado desiderato di approssimazione nelle letture.

Esame di coscienza

L'ARTE DI UTILIZZARE IL TEMPO NELLE INDUSTRIE E NEI SERVIZI PUBBLICI □ □

Ing. MARCO SEMENZA

Il motto inglese: «time is money», universalmente conosciuto e ripetuto a sazietà da chiunque voglia appena appena darsi l'aria di una persona occupata che deve far conto del proprio tempo, ha un significato profondo che trascende dal nudo e crudo valore delle parole che lo compongono. Esso esprime in modo sintetico la tendenza inesorabile che consciamente o inconsciamente la nostra civiltà ha seguito nel periodo del suo più grandioso rifiorire, dal principio del sec. XIX fino allo scoppio della guerra europea.

Il trionfo dell'industria, lo sviluppo dei mezzi di trasporto e di comunicazione, lo sfruttamento razionale e complesso delle risorse naturali del globo sono dovute a questo prepotente bisogno dell'umanità, bisogno innato che dopo aver sonnecchiato per tanti secoli si è risvegliato, portando in poco più di cento anni la civiltà ad un grado non raggiunto mai prima d'allora. In realtà se si esaminano da vicino i progressi compiuti nell'ultimo secolo, risulta chiaro che il lavoro umano è stato esclusivamente diretto verso uno scopo solo: l'abbreviare il tempo necessario per compiere un dato lavoro. Infatti, raggiunto quello, si ottenne contemporaneamente anche l'altro, quello di diminuire la fatica materiale dell'uomo che lo doveva compiere.

In altre parole è la conquista del tempo a cui l'uomo ha teso collo sviluppo della sua civiltà. Ristretta in limiti immutabili la durata della vita umana l'uomo ha cercato il modo di contenere in questi la maggior quantità possibile di godimenti materiali ed intellettuali, e per far ciò non poteva seguire altra via di quella che conduce ad una sempre migliore utilizzazione del tempo. Va da sé che questa ricerca non si esaurirà mai, anzi essa ha il carattere di un assillo perpetuo e indomabile verso una mèta che non si può raggiungere; guai se così non fosse, poichè ogni progresso sarebbe fatalmente escluso ove esistesse realmente un limite oltre il quale il tempo non avesse più alcun valore e si arrestasse.

Non intendo qui di sostenere che questa via sia la migliore che si poteva seguire: forse l'immobilità del Nirvana a cui aspirano i facchini indiani, e che rappresenta l'altro estremo modo di interpretare la vita, può dare alla fin fine nella sua assoluta calma maggior gioia alla sitibonda anima umana, ma per noi non v'è via di scelta, o si segue l'universale spinta verso la maggiore utilizzazione del tempo o si rimane travolti. Nè si può continuamente lamentarsi e riportarsi ai tempi beati dei nostri padri: i problemi attuali sono quel che sono, nè è possibile ritornare indietro.

D'altra parte il punto a cui la civiltà industriale era giunta appena prima della guerra, e che ora tenta faticosamente annaspando di raggiungere nuovamente, poteva, osservata con occhio sereno, che tenesse conto dalla inquietudine insopprimibile dell'anima umana, giustificare tutta la somma enorme di lavoro spesa per arrivarci. Si comprende quindi come ogni sforzo si debba fare per non arretrare e per progredire, ancorchè l'interregno causato dalla guerra abbia portato una forte scossa all'edificio così faticosamente costruito.

Date queste premesse, ogni popolo, per poter vivere e non isolarsi, deve seguire lo stesso ritmo di vita degli altri; naturalmente lo stimolo è di diverso valore per le varie popolazioni e per i vari paesi, e conseguentemente il grado di civiltà industriale raggiunto differisce da nazione a nazione, come d'altronde, se pure in misura minore, succede per gli individui.

L'arte di utilizzare il tempo seguì due vie ben distinte, dirette allo stesso scopo, ma forzatamente spostate nel tempo. Anzitutto, lo studio degli uomini si è diretto a procurarsi, a mezzo di macchine, mezzi più acconci per eseguire rapidamente e sicuramente date operazioni industriali: una volta assicurati questi mezzi, e portati al massimo della perfezione, si presentò impellente l'altro problema, quello di diminuire le perdite di tempo causate dai servizi accessori inerenti al macchinario e alla sua utilizzazione e dalle infinite altre operazioni che concorrono allo sviluppo dei procedimenti industriali.

La ricerca dei mezzi più acconci a ridurre queste perdite è compito dello spirito organizzatore, mentre la prima ricerca è compito dello spirito inventivo. In modo sintetico si può dire che prima della guerra nelle maggiori industrie e in tutto il mondo il procedimento e i mezzi tecnici di macchinario erano ormai giunti ad alto grado di perfezione, mentre la parte che si preoccupa dei risparmi accessori di tempo era studiata a fondo solo in alcuni paesi. È inutile il dire che questa ricerca equivale a quella del minimo costo di produzione, essenziale per ogni industria che voglia svilupparsi, e che quindi essa è intimamente collegata col progresso generale. In altre parole, men-

tre è possibile di acquistare i macchinari più perfezionati per una data industria da chi li ha studiati e selezionati con lavoro lungo e costante, così che il mezzo rapido per eseguire date operazioni industriali si trova pronto sul mercato, non è invece possibile senza un periodo faticoso di pratica e di prove e senza una concreta visione delle necessità industriali di eliminare tutte le cause accessorie di dispersione del tempo.

Il primato industriale dipende ormai quasi esclusivamente da questo criterio organizzatore sanamente inteso e saggiamente applicato. E ciò vale da un punto di vista generale poichè se la mancanza di economia nell'impiego del tempo in una data industria può danneggiarla in sé e per sé senza apprezzabili effetti sul pubblico, una trascuranza nella considerazione di questi problemi nelle principali industrie e sopra tutto nei servizi pubblici, pone tutto il paese in una condizione di inferiorità rispetto agli altri meglio consci della necessità d'organizzazione.

Si può quindi dire sicuramente che il paese più civile industrialmente è quello nel quale sono ridotte al minimo le perdite accessorie di tempo nelle grandi industrie e nei servizi pubblici.

È vero che esistono differenze inevitabili dovute alle ricchezze naturali dei vari paesi, ma il paese meno ricco di prodotti della natura può far fronte a questa sua inferiorità con una migliore utilizzazione della maggiore forza naturale di cui esso liberamente dispone: il tempo. Purtroppo invece non sempre così avviene, e spesso a minor dovizia di ricchezze naturali si accompagnano minore capacità e volontà d'organizzazione.

Ora, poichè la base dell'economia moderna sta nella migliore utilizzazione del tempo, è vano gridare continuamente alle economie, ricercare dovunque diminuzioni di spese se contemporaneamente e preminentemente non ci si preoccupa di fare economia di tempo. Il valore di questa economia è difficile e forse impossibile da determinare; esso trascende dalla valutazione grezza del numero delle ore perdute e della maggior spesa che esse rappresentano, per quanto questa sia grande, poichè in essa economia, oltre ai danni generali alla comunità di cui parlammo sopra, sono forzatamente compresi coefficienti imponderabili, quali la possibilità e l'occasione di concludere affari strettamente connessi ad una rigorosa osservanza di limiti di tempo, ecc. È certo però che, ad esempio nei servizi pubblici, le perdite di tempo hanno conseguenze economiche di tale grandezza, che ove non siano attentamente considerate risultano a prima vista chiaramente inverosimili.

Le difficoltà per ottenere una razionale utilizzazione del tempo sono gravi, anche e principalmente perchè le idee generali su questo punto non sono affatto chiare, e l'istruzione manca totalmente a questo riguardo.

Abbiamo tutti sorpassato e tutti ricordiamo, ad esempio, un periodo nel quale il tempo sembrava avesse perduto tutto il suo valore, e nel quale mentre si invocavano, a gran voce e si imponevano le più strette economie in ogni campo, non si parlava affatto del tempo che veniva sprecato e maltrattato nel peggiore dei modi. Questo fu il periodo della guerra, durante il quale sarebbe forse stato difficile far diverso, ma durante il quale fu possibile di avere in paese e nelle retrovie quotidiani e continui esempi del modo col quale la mentalità burocratica e militare interpretasse a rovescio il valore del tempo. Se esistesse un analista obiettivo, tanto paziente e di capacità così eccezionale da poter valutare anche solo come ordine di grandezza il maggior costo causato ai paesi in guerra dalle perdite di tempo conseguenti alla regolamentazione della vita in quel periodo, il risultato stupirebbe indubbiamente il mondo.

Fortunatamente ora il compito dei Governi è stato ridotto a proporzioni molto più modeste, per quanto essi pervadano ancora con disposizioni assurde la vita economica della nazione, così che in molti casi alla deficiente capacità organizzatrice si aggiunge il freno formidabile della ingerenza governativa.

Facciamo un esame di coscienza: parliamo dell'Italia che è il paese che ci interessa di più perchè è il nostro: qual'è quell'industria o quel capo d'azienda che può dire di avere nel proprio stabilimento o nel proprio ufficio ridotte al minimo le perdite di tempo? Ben pochi sanno quali sono e dove esse si verifichino; il Taylorismo è quasi sconosciuto, salvo in alcune grandi fabbriche. È vero che lo spirito italiano si ribella a questa meccanizzazione del lavoro, ma non c'è altra via di scampo per raggiungere gradualmente il benessere generale. Che rappresentano le enormi protezioni doganali in buona parte se non un premio alla incapacità organizzatrice delle varie industrie protette? A minor dispersione di tempo corrisponde minor costo del prodotto e quindi diminuita necessità di protezioni doganali, con conseguente abbassamento generale del costo della vita.

Passando all'industria di produzione e di distribuzione dell'energia elettrica è forse essa, per il suo carattere peculiare, esente da qualunque colpa relativa a spreco di tempo? Chi si sentirebbe in co-

scienza d'asserirlo, quando si ricordi la poca cura che alcuni produttori e alcuni distributori, specialmente nel dopo guerra, si prendono per assicurare la continuità del servizio, interrompendo frequentemente la fornitura nelle ore di maggior lavoro degli opifici? I danni che alla produzione risultano da queste interruzioni sono difficilmente valutabili, ma ingentissimi, perchè si estendono a grandi zone e a industrie diversissime.

Nella costruzione poi degli impianti elettrici si possono sperimentare in pieno i danni conseguenti a ritardi nell'esecuzione dei lavori, sia come maggior costo di essi per interessi intercalari e spese generali, sia come mancata disponibilità d'energia sui mercati che più ne richiedono. Questo caso ha conseguenze molto gravi, poichè la disponibilità d'energia elettrica ha un immenso valore quale suscitatrice di nuove industrie e come mezzo per la diffusione generale di benessere, mentre la deficienza di energia sul mercato ha effetto completamente contrario.

Non è equo tuttavia imputare alle industrie che le perdite di tempo dovute alla loro organizzazione interna: di gran lunga più importante è il danno che alle industrie stesse e a tutto il pubblico causa lo Stato coi propri servizi pubblici e con l'ingerenza in quelli eserciti dai privati.

Cominciamo dalle ferrovie. Il parlar male di questo servizio è di uso generale in Italia, e l'andamento di esso giustifica in pieno la diffidenza ed il pessimismo che a suo riguardo dimostra tutta la classe commerciale ed industriale.

Alcune delle critiche sono così comuni che sarebbe ozioso soffermarsi su di esse, quello però che si può dire, e che non è generalmente osservato, è che l'attuale organizzazione non tiene alcun conto del tempo del pubblico e del buon impiego di esso. Le percorrenze dei principali treni viaggiatori nell'ultimo ventennio anzichè abbreviarsi sono state allungate: ad esempio, il percorso più rapido Milano-Roma che si faceva al tempo delle Società private in poco più di 11 ore, era prima della guerra di 12 ore, ed ora si avvicina alle 13.

Sta bene che ci si sia preoccupati di diminuire il consumo del combustibile, ma non ci si è mai preoccupati di calcolare cosa rappresenta per un buon numero di viaggiatori il valore delle ore di maggior percorrenza sprecate in treno.

Non so quante siano esattamente le persone che giornalmente viaggiano da Milano a Roma, o viceversa, ma supponendo anche che in ogni treno diretto siano solo 150 i passeggeri che compiono l'intera tratta, e calcolando ad un'ora e mezzo il maggior consumo di tempo sull'orario normale, avremo per le tre coppie di diretti notturni un totale giornaliero di 1350 ore perdute, e in un anno $1350 \times 300 = 405.000$ ore.

Questa cifra può essere raddoppiata senza timore per tener conto dei treni omnibus e dei passeggeri che non compiono l'intera tratta.

Se si considerano poi le altre linee principali, quali la Torino-Roma, la Milano-Venezia, la Milano-Genova, ecc., per ognuna di esse si può istituire un calcolo analogo, e si può dimostrare che la grandezza delle perdite globali di tempo causate dalle ferrovie è dell'ordine delle decine di milioni di ore annue, per un valore grezzo dell'ordine delle centinaia di milioni di lire.

Indipendentemente da questo valore esattamente calcolabile quando si disponga degli elementi necessari, lo spreco di tempo ha effetti economici estesissimi, quasi illimitati, e si riduce in ultima analisi ad una diminuzione del reddito globale della nazione e quindi degli introiti dovuti allo Stato sotto forma di tasse, di imposte, di diritti doganali, ecc., mentre l'economia di carbone è elemento ben determinato e limitato.

Naturalmente l'effetto di eventuali economie sul tempo non è immediato, mentre lo è la maggior spesa di combustibile, ma l'economia del paese richiede una vista larga che si preoccupi dell'avvenire: un anno è un periodo brevissimo nella vita di una nazione, e le circostanze presenti non debbono offuscare i criteri fondamentali generali.

Il miglioramento continuo dei servizi pubblici è più necessario di qualunque economia nel bilancio: ogni ritardo nelle consegne di merci, ogni mancata coincidenza, tutto quanto causa dispersione di tempo deve essere eliminato a costo di aumentare le spese d'esercizio.

Politica costante da parte delle F. S. è stata quella di ridurre il più possibile il traffico, sia merci che viaggiatori, usando le tariffe più inverosimilmente complicate, sopprimendo le coincidenze, rendendo impraticabili tanto l'acquisto dei biglietti che la spedizione ed il ritiro dei bagagli, mantenendo le stazioni allo stato di labirinti senza alcuna indicazione: nessuna delle più elementari precauzioni è stata presa per facilitare al pubblico l'uso della ferrovia, e per evitare che esso disperda tempo prezioso senza alcun limite in mille dannosi attriti.

Ora tutto ciò è assurdo praticamente e assurdo economicamente, poichè tutto il sistema grava come una cappa di piombo sul paese ed invece di aiutarlo gli impedisce di svilupparsi come potrebbe e

dovrebbe. In tali condizioni, anzichè un ausilio, le ferrovie rappresentano un freno al progresso della nazione.

Nello studio della nuova sistemazione delle ferrovie occorre che ci si preoccupi soprattutto di ciò, e si pretenda dal nuovo ordine di cose che le ferrovie servano alla nazione e non questa a quelle. L'attuale direttore delle ferrovie, Comm. Alzona, nella sua relazione alla Commissione Parlamentare d'inchiesta nel 1914, dice testualmente che le Ferrovie dello Stato hanno seguito il concetto di trasformare il pubblico da contraente in dipendente delle ferrovie, e mai osservazione fu più a posto di questa.

Si può notare che tale tendenza è inerente al regime di monopolio nel quale, per la forza stessa delle cose, è inevitabile che il pubblico sia mal servito ed i servizi siano costosissimi, e perciò converrà che nello studio della nuova sistemazione delle ferrovie si cerchi, fin dove è possibile, di togliere almeno per alcune linee principali il carattere monopolistico dell'azienda ferroviaria, suddividendola in reti minori opportunamente disposte.

Insieme alle ferrovie dello Stato si possono considerare quelle private, che una legislazione affrettata e ugualizzatrice ha obbligato a vegetare di vita stentata e a perdere ogni efficienza. Per esse non c'è altro da invocare che il ritorno alla libertà dell'esercizio. Le forze libere sapranno trovare il modo, come sempre, di conciliare i propri interessi con quelli del pubblico.

Una forma particolare di risparmio di tempo si ha, per le ferrovie, nella elettrificazione. Si usa di consueto dire che la elettrificazione porta seco vantaggi grandi e si cita come il principale fra di essi la maggiore capacità di smaltire il traffico colle ferrovie elettrificate in confronto di quelle a vapore. Ora questo vantaggio è in buona parte dovuto alla maggiore velocità commerciale ottenibile con l'impiego dei locomotori elettrici in luogo delle locomotive a vapore. Una ferrovia elettrificata che mantenga, a trasformazione effettuata, le stesse percorrenze del periodo in cui si svolgeva il traffico a vapore, manca ad uno degli scopi principali della elettrificazione, quello appunto che ha più effetto sul pubblico.

Ora, quante e quali sono le ferrovie elettrificate in Italia che hanno risposto a tale condizione? Se ci si basa sugli orari dei treni viaggiatori si scorge che sulle ferrovie a forti pendenze la velocità commerciale è stata alquanto aumentata mentre, salvo qualche eccezione, sulle ferrovie pianeggianti il risparmio di tempo è stato nullo anzi spesso è negativo in causa delle frequenti interruzioni nella fornitura dell'energia elettrica.

Infine altre e inverosimili perdite di tempo causano i telefoni, i telegrafi e le poste: cioè i mezzi di comunicazione più necessari, quelli sui quali, insieme alle ferrovie, è basata tutta l'organizzazione della moderna civiltà. Si discute bensì sui risparmi da effettuarsi nell'impiego di personale, ma non si fa nulla per migliorare gli impianti e rendere più spedito l'uso di questi mezzi per il pubblico. Quando si pensi che, da un apparecchio telefonico delle nostre maggiori città, non è possibile, nelle ore di maggior traffico, avere normalmente più di tre o quattro comunicazioni urbane all'ora, e ciò senza lasciare un minuto l'apparecchio, si vede come in questo campo si sia ancora all'inizio.

Quanto alla posta tutti sanno quali sorprese essa rechi al buon pubblico. Un servizio postale che si rispetti dovrebbe far sì che le lettere di città giungano a destino in qualche ora, mentre in un raggio di qualche centinaio di chilometri arrivino in giornata. Quanto siamo lontani da queste ben modeste esigenze!

Tutto è ancora da fare nel campo dei servizi pubblici; nè il Governo, nè i suoi funzionari si rendono ancora conto del loro costo: la nazione paga per essi molto, infinitamente di più che non il semplice deficit annuale di bilancio, essa paga somme enormi per tempo sprecato e per mancati affari, mentre resta inesorabilmente sempre più indietro, in confronto agli altri paesi, coi quali non può combattere non tanto per la mancanza di materie prime, quanto per la trascuranza nel buon uso del tempo del pubblico da parte dei servizi il cui scopo sarebbe quello di farlo risparmiare.

Concludendo, ogni progresso sicuro e duraturo è escluso fin quando non si riconosca da tutti e soprattutto dal Governo, il valore del tempo: nessuna economia di denaro vale fin quando esso lo sprechi: l'Italia non potrà mai sentirsi industrialmente e commercialmente forte e guardare serena verso l'avvenire fin quando i suoi servizi pubblici non saranno in tal guisa trasformati da aiutare anzichè da intralciare ogni iniziativa privata. Il deficit non deve spaventare se i servizi sono buoni e rispondono: se il pubblico non deve a causa di essi perdere un solo minuto: l'uomo moderno per procedere deve moltiplicare la sua attività: così deve essere per la nazione. Gli attriti inutili sono dannosi — da tecnici dobbiamo pensare che tutto sta nell'elevare il rendimento del nostro tempo, che ora è troppo, spaventosamente basso.

Se ogni tecnico ed ogni amministratore, persuaso di queste schematiche verità, tentasse di adattare al campo che gli è affidato, ben

presto se ne vedrebbero i frutti: non più interruzioni nei servizi pubblici, non più ferrovie che respingono viaggiatori e merci, non più ferrovie elettriche peggio servite delle preesistenti a vapore, non più telefoni che servono solo a far maledire la tecnica dal gran pubblico, non più telegrafi e posta, oggetto dei sorrisi generali di compatimento.

Il tempo non è solo danaro, è qualcosa di più, è l'unica formidabile ricchezza potenziale di cui ciascuno di noi dispone, sprecarla è un delitto, non saperla usare è, nella migliore delle ipotesi, un danno grave per la nazione e per ciascuno di noi.

:: SUNTI E SOMMARI ::

CONDUTTURE.

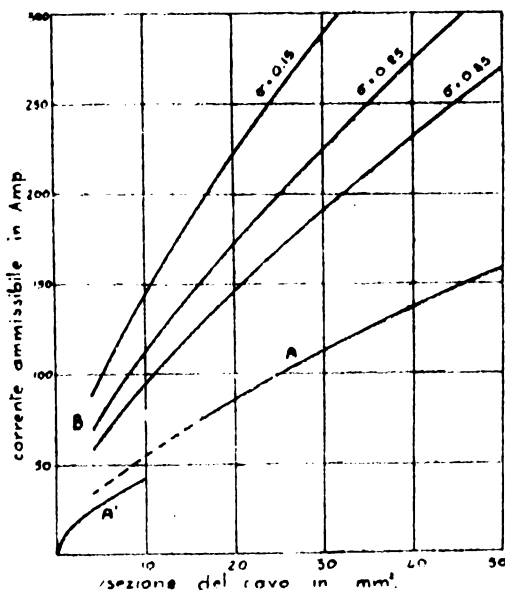
Correnti ammissibili nei cavi in servizio discontinuo. (Revue B. B. C., N. 10 dell'ottobre 1922, pag. 210).

La scelta della sezione di un cavo destinato ad alimentare in modo intermittente e ciclico un apparecchio utilizzatore qualsiasi, è oggi generalmente fondata sulla ricerca della intensità efficace della corrente durante un intero ciclo di lavoro e sulla ipotesi che la intensità efficace così determinata sia, agli effetti del riscaldamento, perfettamente equivalente ad un carico continuo.

In altre parole, dette $I_1, I_2, \dots$ le intensità di corrente durante i tempi $t_1, t_2, \dots$ in cui si può immaginare diviso il ciclo di lavoro, (tempo di lavoro più tempo di riposo), il dimensionamento del cavo può proporzionarsi ad un carico

$$I_{eff} = \sqrt{\frac{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + \dots}{t_1 + t_2 + \dots}} = \sqrt{\frac{\sum I^2 t}{\sum t}}$$

supposto continuo e valersi quindi all'uopo delle prescrizioni note. Le curve A, A' della fig. 1, riassumono per es., quelle del V. D. E.,



nella quale Θ_P e Θ_a rappresentano i valori che assume la (2) ove al posto di t si ponga P (durata dell'intero ciclo di lavoro) e a (durata del carico), rispettivamente.

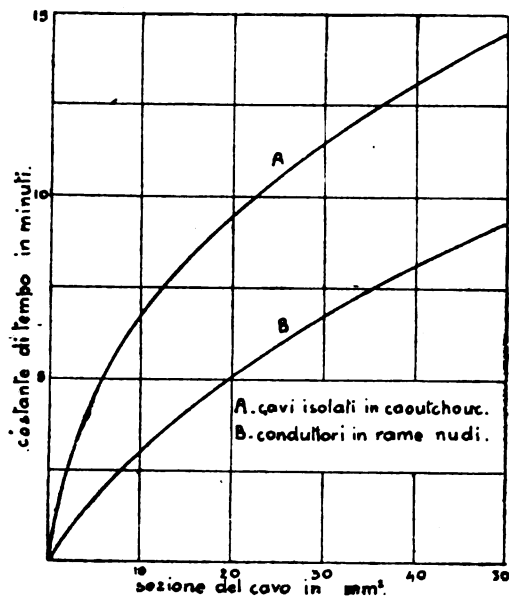


Fig. 2.

Così per esempio, nel caso del cavo di cui si è già fatto parola ($t_0 = 5'$; $a = 35''$; $P = 100''$), si ottiene $\Theta_P = 28$; $\Theta_a = 11$ onde ne risulta $p = \sqrt{\frac{28}{11}} = 1,6$. Questo valore non differisce in realtà molto

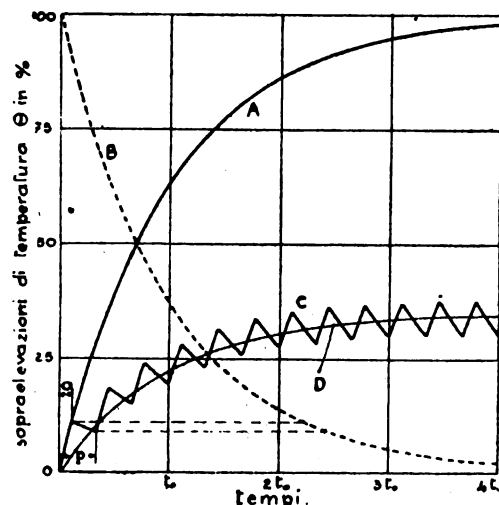


Fig. 3.

dal valore che si ricaverebbe applicando la (1); la differenza dei risultati cui i due metodi conducono, si accentua peraltro rapidamente col crescere della durata a del carico: p. es., per $a = 120''$ e $\sigma = 0,15$,

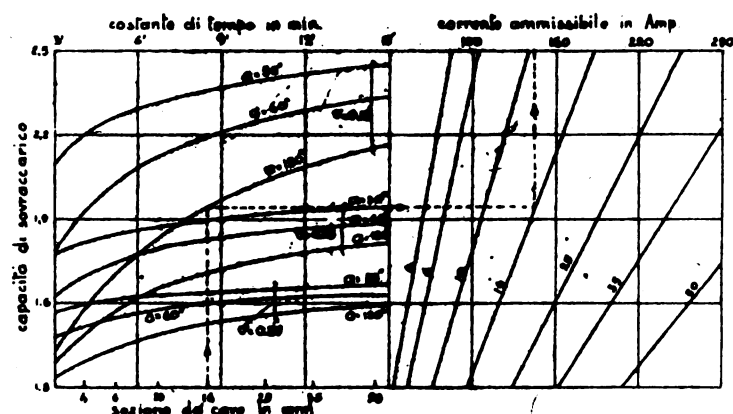


Fig. 4.

un cavo di 4 mm² non possiede in realtà che una capacità di sovraccarico $p = 1,6$, mentre col metodo della intensità efficace si otterrebbe $p = 2,6$.

Naturalmente l'uso delle formule (2), (3), (4), può rendersi assai più spedito con l'uso di grafici opportunamente predisposti: quello riportato in fig. 4 ne è un esempio; la spezzata tratteggiata ne indica chiaramente l'uso (per un cavo di 16 mm², con $\sigma = 0,15$, $a = 120''$, la corrente ammissibile è di 145 A).

Nella pratica però l'esame del comportamento termico del cavo, non è sufficiente a definirne chiaramente la prestazione; occorre invero anche controllare che non superi un certo limite la caduta di tensione. Normalmente si ammette che quest'ultima non debba superare il 10% all'inizio del ciclo di lavoro. Ammessa in tale istante una coppia eguale a 2,5 volte la coppia normale e quindi una corrente eguale a 2,5 volte quella di pieno carico, si ha tanto per motori asincroni trifasi che per motori serie a c. c., la relazione:

$$(5) \quad L = \frac{1,2 V s_r}{I_v}$$

in cui V è la tensione. La (5) ci permette di definire con facilità la lunghezza massima L (m) che si può assegnare ad un determinato cavo pel quale si sia già effettuata la ricerca termica, affinché la condizione relativa alla caduta di tensione cui sopra si è accennato, sia soddisfatta.

f. n.

* *

FISICA E CHIMICA.

M. CANTONE — Sulla resistenza elastica dei metalli alla trazione. (Atti della R. Acc. dei Lincei, 21 maggio 1922, vol. 31, pag. 414).

L'A. studia nelle linee generali il comportamento elastico mediante un apparecchio registratore della legge di deformazione fino al carico di rottura, e ricava per sedici metalli semplici e per undici leghe i valori della tenacità riferiti all'unità di area della sezione primitiva e della sezione finale.

La sospensione dei fili si attuò adattando la parte media alla gola di una puleggia mobile e fermando con viti i capi su di un cilindro fisso soprastante di ugual diametro dopo aver fatto compiere un giro sul cilindro stesso a ciascuna delle parti terminali, sicché risultavano due tratti paralleli non deformati per gli attacchi agli estremi. Con tale disposizione era possibile lo studio della trazione con fili inizialmente contorti, e mercè l'uso di spirali magnetizzanti poteva anche studiarsi l'influenza dello stato magnetico.

Oltre al noto effetto di riduzione della tenacità col ricuocimento, si è avuto modo di constatare che in generale la torsione, se non è eccessiva, non diminuisce la tenacità dei metalli, anzi spesso l'accresce, onde risulta un vantaggio per la resistenza delle funi a treccia. Contrariamente alle previsioni basate sulle forze attive che dovrebbero derivare da uno stato di polarizzazione, si trovò che per alcune sostanze ferro-magnetiche un campo di 80 gauss determinava una diminuzione di tenacità, il che farebbe sospettare un indebolimento della coesione per la rottura delle catene molecolari chiuse ammesse da Ewing nelle sostanze magnetiche. Ed, a prescindere da altre modalità, degno di particolare rilievo è il fatto che nel nichel, nell'acciaio e nella costantana, sottoposti a gradualmente aumenti del peso tensore, nella fase media e finale della deformazione si riscontrano variazioni brusche di lunghezza (fino a 6 mm su 30 cm nel primo caso), mentre nell'intervallo fra due salti successivi si ha una legge di deformazione non molto diversa da quella caratteristica della fase iniziale, ossia di quasi perfetta elasticità. L'A. adduce valide ragioni per escludere che le discontinuità possano essere dovute al modo di funzionare dell'apparechio, e rileva principalmente che non si saprebbe concepire una causa disturbatrice atta a generare, come si verifica coll'acciaio, accorciamenti bruschi nella detrazione ad intervalli pressoché costanti.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

P. DE LA GORGE e A. BAJON — Taratura dei Wattmetri per correnti alternate. (Bull. de la Soc. Franc. des Électriciens, febbraio 1922, pag. 103).

I metodi di taratura dei wattmetri per corrente alternata, per mezzo di correnti continue, come generalmente si pratica, non sono interamente soddisfacenti non potendo tener conto completamente dei fenomeni secondari che intervengono quando gli apparecchi verranno inseriti sulla corrente alternata, quali ad esempio le correnti di Foucault nelle masse metalliche, o l'influenza della forma dell'onda.

Gli Autori descrivono due metodi impiegati per la taratura dei wattmetri al Laboratorio Centrale di Elettricità, francese.

Il primo metodo è quello, già noto, del wattmetro elettrostatico, che si basa sull'uso dell'elettrometro a quadranti. Lo schema usato è generalmente quello di fig. 1; in esso il punto T è scelto nel punto di mezzo della resistenza BC , cosicché non si ha più da tener conto della potenza dissipata nella resistenza BC stessa. Indicando con R la resistenza BC e con α la deviazione segnata dall'apparechio, la potenza misurata è data dalla:

$$P = \frac{\alpha^2}{k R}$$

Se la tensione applicata all'ago dell'elettrometro è troppo elevata, si può frazionarla per mezzo di un riduttore; l'ago viene connesso in M e l'espressione della potenza assume la forma

$$P = \frac{r_1 + r}{r} \frac{x}{k R}$$

Occorre determinare colla maggiore precisione possibile, la costante k ; questa determinazione si può eseguire usando correnti al-

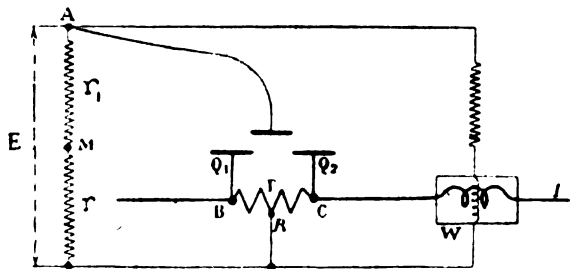


Fig. 1.

ternate, mediante lo schema di figura 2; si eliminano così alcune correzioni inerenti all'uso dell'elettrometro a quadrante con corrente continua. I circuiti sono costituiti tutti da resistenze non induttive. Si ha evidentemente:

$$P = \frac{x}{k R} = \frac{E^2}{\rho}$$

da cui

$$k = \frac{\alpha \rho}{E^2 R}$$

Variando ρ oppure R è facile tracciare la curva di k in funzione di α ; questa curva può leggermente differire da una retta.

In conclusione, se si suppongono note le resistenze, la misura di k si riduce a quella della tensione E ; quest'ultima si può mi-

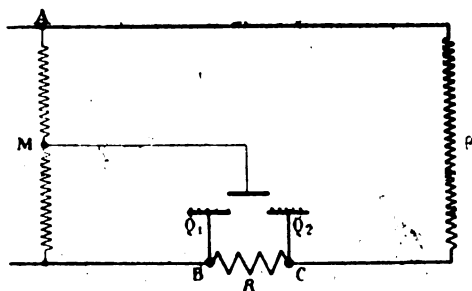


Fig. 2.

surare con grande precisione nel modo più opportuno mediante voltmetri elettrostatici a specchio che danno una deviazione proporzionale al quadrato della tensione. Gli AA. usano un voltmetro elettrostatico la cui sensibilità è tale che, a 25 V, la variazione di 1 volt produce una deviazione di 20 mm.

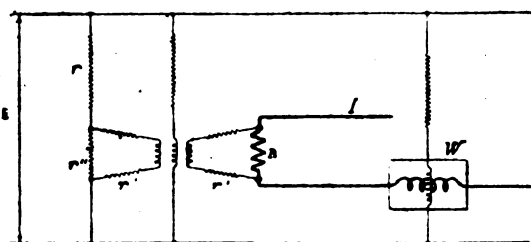


Fig. 3.

Gli Autori pur richiamando i vantaggi dell'uso del wattmetro elettrostatico, fanno notare che vi è qualche difficoltà a realizzare delle resistenze rigorosamente non induttive capaci di sopportare correnti di intensità notevole; inoltre con forti intensità di corrente bisogna usare molta precauzione per evitare l'azione di forze elettromotrici indotte. Per queste ragioni le misure sono meno precise con correnti forti che con piccole correnti. Si deve poi notare che non sarebbe corretto di intercalare nel circuito dell'ago una grande resistenza per proteggere il filo di sospensione contro eventuali corti circuiti, perchè ciò falserebbe le letture; per la stessa ragione non si possono usare elettrometri con filo di sospensione in quarzo, per l'elevata resistenza che questo presenta.

Il secondo metodo che gli Autori descrivono è quello dell'elettrodinamometro differenziale.

In questo metodo si equilibra la potenza da misura e o una data

frazione di essa, mediante un'altra potenza facilmente misurabile, e precisamente colla potenza dissipata in un apposito circuito non induttivo. Si impiega un elettro-dinamometro a specchio, di grande sensibilità, con due bobine fisse B_1 e B_2 , per quanto possibile identiche, e una bobina mobile b . Lo schema è indicato in fig. 3.

Detta E la tensione applicata e I la corrente nel circuito di utilizzazione, la potenza è $E I \cos \varphi$.

Nella supposizione che le resistenze non abbiano induttanza e che l'apparecchio sia perfettamente simmetrico, con brevi considerazioni si può stabilire la seguente formula, valevole quando si sia raggiunto l'equilibrio:

$$E I \cos \varphi = \frac{E^2}{r + \frac{r' r''}{r' + r''}} \times \frac{r' r''}{r' + r''} \times \frac{1}{R}$$

dove r , r' , r'' , R sono resistenze supposte note.

Anche qui la misura della potenza si trova ridotta a una misura di tensione.

La formula è stabilita nella supposizione che le resistenze non abbiano induttanza; ciò in pratica naturalmente non si verifica, ma la formula è valevole anche per resistenze induttive purchè si scrivano le impedenze al posto delle resistenze, e purchè i tre circuiti considerati abbiano la stessa costante di tempo. Bisognerà dunque sempre montare in serie colle bobine indotte e induttrici, delle resistenze (o delle induttanze) in modo da realizzare questa ultima condizione.

Gli Autori fanno notare che il metodo si applica per qualunque frequenza. Il metodo sembra alquanto complicato, ma gli Autori osservano che l'operazione di eguagliare le costanti di tempo dei diversi circuiti si fa una volta per sempre, dopo di che le relative impedenze si possono ritenere come costanti dell'apparecchio. Il metodo dell'elettro-dinamometro, ha come il precedente, una larga adattabilità permettendo di tarare wattmetri per qualunque potenza col solo cambiare la resistenza R ; esso ha inoltre tutti i vantaggi inerenti ai metodi di riduzione a zero.

(Si confronti questo metodo col metodo potenziometrico descritto a pag. 477 dell'Elett. 1922. (Barbagelata e Emanuelli). Sostanzialmente i due metodi coincidono; ma quello dei nostri colleghi elimina gli errori propri dell'apparecchio differenziale).

R. S. N.

VARIE.

I. MICHAUT — I mezzi geofisici per lo studio del sottosuolo. (Génie Civil, N. 10 e 11 del settembre 1922, pagg. 215 e 237).

I mezzi praticamente usati all'uopo sono sostanzialmente due:

a) mezzi che sfruttano le eventuali proprietà magnetiche di giacimenti sotterranei;

b) mezzi che sfruttano l'anisotropia (nei riguardi della distribuzione del potenziale elettrico) che si collega alla esistenza di un giacimento od a particolari conformazioni del sottosuolo.

Il concetto informativo del primo metodo è assai semplice. Esso consiste nel rilevare, mediante una bussola di inclinazione ed una di declinazione, le componenti verticale ed orizzontale del campo magnetico in parecchi punti della zona da esplorare: è ovvio come, note le componenti verticale ed orizzontale dovute al campo terrestre, si possano facilmente, per differenza (vettoriale) dedurre quelle dovute al giacimento, ed individuare quindi quest'ultimo con una

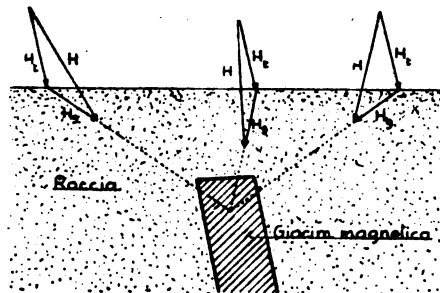


Fig. 1.

certa esattezza. Vedasi, per es. la figura 1, la quale si riferisce alle componenti verticali: H sono quelle misurate con la bussola di inclinazione, H_t quelle note dovute al campo terrestre, H_g quelle dovute alla formazione magnetica sotterranea che si traggono per differenza dalle prime due, e che individuano il giacimento.

Quanto al secondo metodo, ecco in che cosa esso consiste: si immagini di mantenere, a mezzo di apposita dinamo, una certa differenza di potenziale (100 ÷ 200 V) tra due punti A e B (fig. 2) del terreno che si tratta di esplorare, e di determinare le linee equipotenziali alla superficie del suolo: poichè se il mezzo (terreno) fosse isotropo, le linee equipotenziali stesse avrebbero un andamento ben definito e precisabile a priori (curve di equazione $\frac{1}{r} - \frac{1}{r'} = \text{cost.}$, se

r e r' indicano le distanze del punto corrente dai punti A e B , è ovvio come, dal confronto delle curve rilevate con quelle teoriche, si possano trarre importanti deduzioni sulla anisotropia del sottosuolo e quindi sulla sua formazione (giacimenti minerali con conduttività notevolmente superiore a quella delle rocce circostanti, faglie, stratificazioni, contatti di rocce di natura diversa, ecc.).

Il rilievo delle curve equipotenziali alla superficie del terreno segue in modo assai semplice con l'uso di due elettrodi spostabili, e

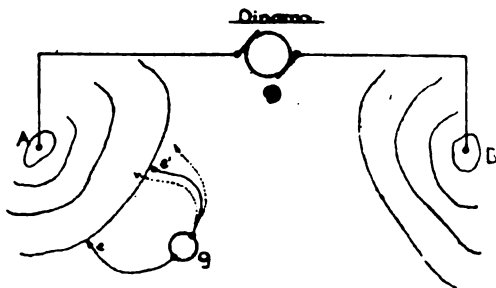


Fig. 2.

ed e' (fig. 2) e di un galvanometro (g) il quale sarà evidentemente sullo zero quando i due elettrodi sono su di una medesima linea equipotenziale; la determinazione delle d.d.p. tra le successive linee si eseguisce a mezzo di un potenziometro e con l'ausilio degli stessi elettrodi.

La costituzione di questi ultimi merita speciale menzione: è ovvio che essi non possono essere semplicemente formati da pezzi metallici da mettersi in contatto col suolo, poichè dal contatto stesso nascerebbero delle f. e. m. che renderebbero addirittura impossibile la misura: si è ricorsi perciò (Schlumberger) ad elettrodi di tipo spe-

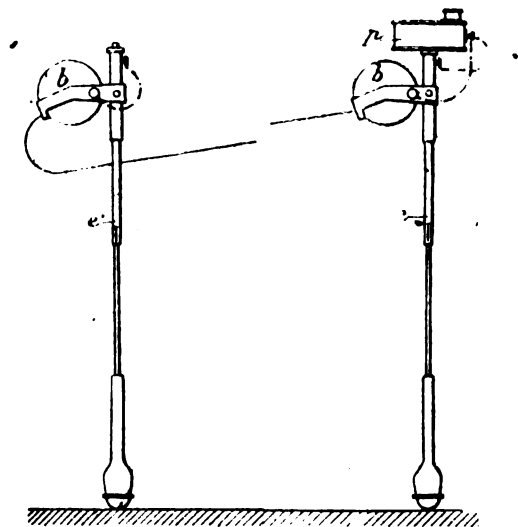


Fig. 3.

ciali costituiti (fig. 3) nella parte inferiore, che va in contatto col suolo, da un involucro esterno di porcellana porosa contenente soluzione di solfato di rame, e nella quale è immerso l'elettrodo metallico (di rame) propriamente detto (e , e').

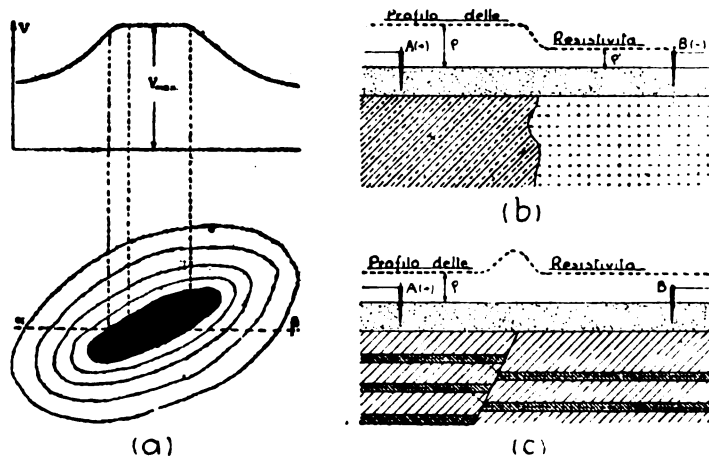


Fig. 4

Uno degli elettrodi porta nella sua parte superiore il potenziometro (p) ed entrambi sono muniti di rulli (b) sui quali si avvolge il filo di collegamento.

La fig. 4 dà alcuni esempi di deduzioni di caratteristiche del sottosuolo col metodo indicato:

a) determinazione del contorno apparente di un giacimento con un punto accessibile A . L'altro elettrodo B , è posto a distanza molto grande dal primo;

b) localizzazione del contatto verticale di due rocce di diversa natura;

c) localizzazione di una faglia.

Vi sono poi dei casi in cui la ricerca del giacimento sotterraneo non richiede l'adozione di una sorgente ausiliaria di elettricità, purchè il giacimento stesso, allorchè sia formato da minerali conduttivi (piriti di ferro e di rame, galena, solfuro di rame, pirolussite, grafite, ecc.), si comporta come una pila che l'esperienza ha dimostrato pressochè impolarizzabile; l'esistenza allora di una d. d. p. tra due punti del terreno (posti a distanza di un centinaio di metri) può essere interpretata come l'indice della presenza di un giacimento di minerale conduttore nel sottosuolo.

Altri fenomeni, oltre i due di cui si è parlato, si sono tentati di sfruttare per l'esplorazione del sottosuolo: così, per esempio, la variabilità della durata di oscillazione del pendolo al variare della densità del terreno, la disuniforme propagazione del suono in un mezzo anisotropo, le onde hertziane (variazione della capacità e quindi della lunghezza d'onda emessa da una antenna al variare della costante dielettrica del mezzo circostante), la radioattività, ecc.; ma si tratta di mezzi ancora in parte allo studio, e che non hanno avuto comunque la sanzione della pratica.

f. n.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Forno elettrico Brown-Boveri per la fusione dei metalli. — La «Revue B. B. C.» dell'ottobre 1922, dà la descrizione di un nuovo tipo di forno elettrico costruito dalla Brown-Boveri & Cie. La fig. 1 mostra tre di tali forni di capacità di 300 kg installati presso la stessa ditta costruttrice.

Nel caso più frequente in cui l'energia viene fornita da una rete trifase, il forno consta essenzialmente di due elettrodi superiori mobili (visibili in fig. 1) e di un elettrodo inferiore allogato alla base

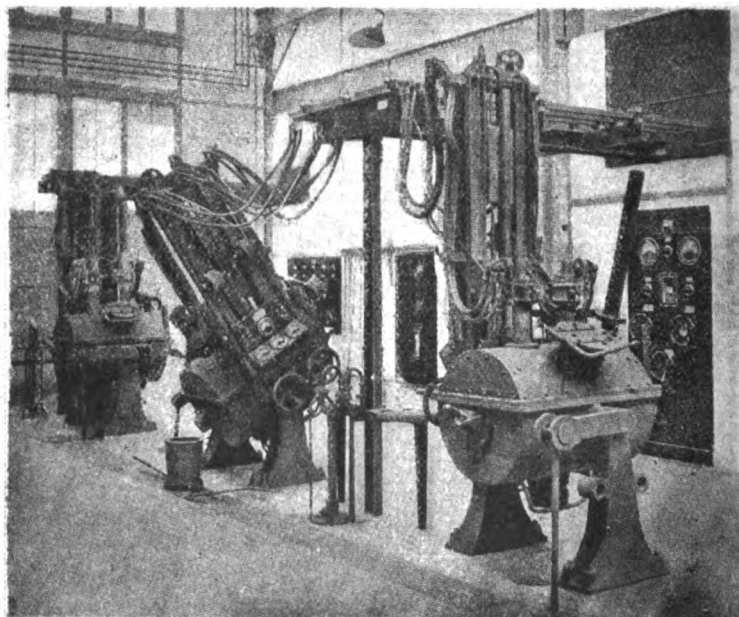


Fig. 1.

del forno ed in diretto contatto col bagno di metallo fuso. La disposizione speciale dei tre elettrodi origina durante il funzionamento effetti elettromagnetici tali da provocare una intensa circolazione del bagno con conseguenti notevoli vantaggi nei riguardi della omogeneità del prodotto ottenuto. Gli elettrodi sono in grafite della migliore qualità, e la loro sezione (circolare) varia, a seconda del materiale da trattare, da 78 a 133 cm².

La potenza assorbita dal forno di tipo normale (200-300 kg) varia da 80 a 140 kVA: nella costruzione del trasformatore (il quale permette di ottenere due tensioni secondarie diverse) si sono avuti particolari accorgimenti costruttivi diretti a premunirsi contro le energetiche sollecitazioni dinamiche che inevitabilmente si producono sugli avvolgimenti all'atto dell'avviamento; ad attenuare d'altronde i colpi di corrente che all'avviamento stesso si originano provvede una bobina di self tripolare (che può essere cortocircuitata durante il funzionamento), inserita fra la rete ed il trasformatore.

Il fattore di potenza, con bobina di self cortocircuitata, varia da 0,93 a 0,97; con bobina di self inserita, da 0,88 a 0,92.

Le caratteristiche essenziali di consumo e di rendimento appaiono dalla seguente tabella, per i diversi materiali:

Prodotto lavorato	Consumo in kWh per 100 kg. di materiale e per servizio continuo di		Consumo di elettrodi per ogni 100 kg di materiale	Perdite di metallo %	Produzione per ogni giorno di		Produzione per ogni rivestimento refrattario (kg)
	8 ore (kg)	24 ore (kg)			8 ore (kg)	24 ore (kg)	
Rame puro.	42	39		0,4	1350	4300	130000
Ottone (ottenuto per fusione dei componenti)	40	37	0,08-0,2	1	1500	4600	1300 0
Bronzo (ottenuto come sopra).	39	36		0,5	1500	4400	130000
Nikel	160	140	0,15 0,4	min.	400	1450	2000
Rame al Nikel							
Ni 40 %	80	65			700	2500	80000
Ni 25 %	71,3	60	0,08-0,2		800	2800	8000
Metallo bianco							
78 % Sn + Cu + Sb	8-10	7-9		0,8	3600	11000	400000
86 % Pb + Sn + Sb	6-8	5-7	0,06-0,1	0,8	4500	14500	400000

Un raffronto economico fra uno dei forni in questione ed un forno ad olio sistema Lunkenhimer mostra che, mentre per quest'ultimo le spese di esercizio per l'ottenimento di 100 kg di bronzo ammontano a 11,66 frs., per il forno elettrico ammontano a 6,12 frs. (Maggio 1922); con un risparmio dunque, a favore di questo, del 47,5 per cento.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Lo sviluppo della rete radiotelegrafica dell'Impero inglese. — Già prima della guerra il Governo inglese aveva deciso la costruzione, nella metropoli e nelle colonie, di potenti stazioni radiotelegrafiche, che costituiranno, intorno al mondo, una rete completa, atta ad assicurare le comunicazioni fra le diverse parti dell'Impero.

Durante il 1922 sono stati, in relazione a questo programma, conclusi contratti per la costruzione a Bourne (Inghilterra) di una stazione ultrapotente del costo di tre milioni di sterline; di una seconda stazione da 3000 kW in Australia, atta a comunicare direttamente attraverso il Pacifico, col Canada e gli Stati Uniti; ed infine di una terza stazione nel Canada, destinata a chiudere la rete.

La costruzione delle stazioni, che devono costituire le maglie intermedie della rete, nel Sud-Africa, in Egitto e in India, urta invece per il momento contro difficoltà d'indole locale: così il Sud-Africa vorrebbe che le spese per la costruzione della sua stazione fossero a carico della metropoli, e l'India preferirebbe una stazione, che consentisse una comunicazione diretta coll'Inghilterra.

Contemporaneamente allo sviluppo della rete radiotelegrafica imperiale, e per quanto nei contratti per la costruzione e l'esercizio delle stazioni radiotelegrafiche suddette sia prevista una tariffa di un terzo più economica che per le comunicazioni su cavi sottomarini, prosegue il completamento della rete di tali cavi. Così fra breve sarà iniziata la posa di un secondo cavo sottomarino fra l'Australia e il Canada, e l'Eastern Telegraph Company, collegando con un nuovo cavo le isole Seychelles a Aden, porterà a 14 il numero dei cavi che fanno capo a questa località.

F. Vi.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Il più grande piroscafo a motori Diesel costruito fino ad oggi — La «Union Steamship Co.» di New Zealand, ha dato ordinazione alla «Fairfield Shipbuilding Co.» di Glasgow di un piroscafo di 22.000 tonnellate, equipaggiato con motori Diesel-Sulzer a due tempi, della potenza di 12-13000 HP eff. Essendo stati previsti inoltre dei motori ausiliari dello stesso tipo, della potenza di circa 1600 HP eff., la potenza totale dei motori Diesel installati a bordo arriverà a circa 14000 HP eff. Tale piroscafo presenta uno speciale interesse sotto due punti di vista: perchè rappresenta la prima installazione di motori Diesel destinata a un grande piroscafo da passeggeri e perchè tale installazione comporta la costruzione delle più grandi unità di motori marini costruite fino ad oggi. La «Fairfield Shipbuilding Co.» ha la concessione dalla «Sulzer» di Winterthur per la costruzione dei motori Diesel marini. Va segnalata l'importanza del fatto che, in tale ordinazione, è stato scelto il tipo di motori a due tempi. Tale tipo presenta infatti, specie per le grandi potenze, dei considerevoli vantaggi su quello a quattro tempi, di modo che l'adozione di esso va generalizzandosi per la propulsione dei piroscafi di grosso tonnellaggio.

U. So.

VARIE.

È stata fondata a Roma, presso il Museo dell'Arma del Genio, l'Associazione «Santa Barbara», di mutua assistenza fra militari, impiegati ed operai del Genio.

I soci dell'A. E. I. che desiderassero di prender parte a questa associazione potranno scrivere direttamente alla sede di essa a Roma, presso il Museo del Genio.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benefici della Associazione.

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Elettrica Negri — Genova — Capitale L. 110.000.000.

Si è tenuta l'assemblea generale degli azionisti, nella quale venne approvata la Relazione del Consiglio ed il bilancio. Questo presenta una perdita rilevante, ma si è provveduto a chiudere a pareggio mediante stralcio dalle varie voci del bilancio per oltre 55 milioni.

Principale ragione della perdita va ricercata nella differenza dei cambi e nella perdita sui titoli e sui crediti.

VARIAZIONI DEI CAPITALI.

Società Italiana dei Forni Elettrici e dell'Elettrocarbonium —

Roma — Capitale L. 7.000.000.

L'assemblea degli azionisti ha approvato su proposta del Consiglio la riduzione del capitale a L. 3.000.000. Successivamente il capitale viene riportato a L. 7.000.000.

COSTITUZIONI DI SOCIETÀ.

Società An. Impianti Idroelettrici Alto Serio — Milano.

Si è costituita con capitale di L. 100.000 per la costruzione e l'esercizio di impianti idroelettrici.

Società Elettrica Nazionale — Milano.

Si è costituita questa Società per lavori di impianti elettrici in genere. Il capitale è di L. 100.000.

Società An. Idroelettrica Quarnese — Quarna Sotto.

Con capitale di L. 700.000 si è costituita questa Società per il commercio dell'energia elettrica e impianti idroelettrici.

Società Elettrica Agricola di Roma — Roma.

Si è costituita con capitale di L. 300.000 per applicazioni della elettricità alle industrie agricole.

Società Idroelettrica Alta Bormida — Torino.

Si è costituita per acquisto, impianto ed esercizio di imprese elettriche, e per il commercio di materiali e macchinari elettrici. Il capitale è di L. 500.000.

Società Anonima Zerowatt — Milano.

Si è costituita questa Anonima con capitale di L. 1.000.000 per la fabbricazione di apparecchi elettrotermici ed elettromedicali.

* * *

Mese di attesa e di sviluppo. Tutti i gravi problemi internazionali che travagliano l'Europa ed ai quali accennavamo nelle precedenti note, non hanno proceduto affatto verso la loro soluzione. Al contrario può ben dirsi che il groviglio di questioni, di rivalità e di interessi, è andato sempre più intricandosi e complicandosi, mentre le minacce incombenti sembrano farsi più nocive e più gravi.

La chiusura della Conferenza di Losanna fu uno degli episodi più caratteristici dei nostri tempi. Quando dopo mesi di discussioni i Delegati delle Potenze hanno creduto di presentare finalmente uno schema completo di Trattato, appoggiandolo con tutta la loro autorità e dandogli quasi forma di un ultimatum, i Turchi hanno piantato in asso Delegati e Conferenza e se ne sono tornati al loro paese. Vero è che gli alleati hanno trovato il conforto di dichiarare, che, poichè almeno loro restavano ad attendere il beneplacito dei Turchi, la Conferenza non poteva dirsi chiusa ma soltanto sospesa. Ironia a cui fece presto riscontro la beffa di Smirne, compiuta e ripetuta. E intanto l'unica cosa che resta sospesa, davvero e non evitata, è la guerra: la quale pur troppo è facile prevedere che non mancherà di scoppiare, appena i cessati rigori dell'inverno balcanico la renderanno possibile.

La Francia è presa ormai nel fatale ingranaggio della occupazione della Ruhr. L'irritazione germanica è al colmo e si comincia a parlare di resistenza non più soltanto passiva ma attiva. L'azione francese va sempre più delineandosi nel senso di creare uno Stato renano, autonomo per modo di dire che cosa possa significare per il futuro di Europa la creazione di un giustificato irrendimento tedesco, è più facile immaginare che dire.

L'azione francese non si urta soltanto contro l'opposizione della Germania, ma si può dire che in tutto il mondo suscita malcontento e dovunque trova contrasti. I rapporti coll'Inghilterra si sono fatti così tesi che una rottura completa è attesa fra non molto; il recente esito negativo del plebiscito svizzero per le zone franche in Savoia è pure interpretato come un sintomo dell'avversità dell'opinione popolare all'azione francese; dall'America giungono voci non dubbie di disapprovazione. Tutto ciò in fondo contribuisce a rendere più difficile la situazione, tendendo a rinfrancare la disperata resistenza passiva della Germania, che gioca la propria esistenza di nazione industriale e di potenza europea nell'attesa di un fatto nuovo che costringa la Francia a recedere dal suo atteggiamento.

L'ambiente di preoccupazione e di nervosismo che soffoca l'Europa si esplica in mille altri episodi. L'occupazione di Memel eseguita dalla Lituania in dispregio alle Potenze, ci ha portati alla vigilia di una guerra orientale, forse non ancora del tutto scongiurata. Nei Balcani, dai fermenti sanguinosi in Bulgaria alla riunione di Bucarest per l'armamento comune della piccola Intesa, nulla fa presagire un

ritorno alle condizioni di pace. L'Ungheria sembra destinata a ritornare sul primo piano della situazione europea; mentre da una parte si parla di incoronare il reggente Horthy, ecco l'ex imperatrice Zita dichiarare che non intende di rinunciare ai suoi diritti al trono; e conseguentemente i vicini dell'Ungheria assumono un atteggiamento ostile, che le dichiarazioni di lealismo dell'attuale Governo non riescono a dissipare.

Per quanto insomma nel mese decorso nessun fatto politico nuovo di importanza capitale sia avvenuto, si ha l'impressione che tutta la situazione europea vada gradatamente accostandosi a quel grado di maturità e di saturazione dopo il quale una soluzione ed un chiarimento si imporranno ineluttabilmente.

*

Influenzata dall'andamento della situazione politica, e a sua volta potentemente agendo su di questa, si sviluppa la situazione economica, anch'essa in cerca di una via di uscita che da tutti, per diversi campi, si cerca.

Un fatto importante, per le ripercussioni che può avere nei riguardi della questione dei debiti alleati e quindi della sistemazione finanziaria delle Nazioni europee, fu l'accordo dell'Inghilterra col l'America per la liquidazione del debito di guerra inglese. La rigidità dimostrata dall'America verso il suo maggior debitore, non è certo diretta a confortare la tesi sostenuta dagli economisti europei: che non si debbano cioè trattare i debiti contratti fra alleati durante la guerra, alla stregua dei debiti commerciali. Gli Americani sembrano più decisi che mai a considerare la questione come un semplice affare, prescindendo da ogni considerazione sentimentale. Il Dipartimento del Tesoro americano si limita ad assicurare che per gli altri alleati le condizioni non saranno più rigorose di quelle che siano state per l'Inghilterra. Come l'America possa illudersi di spremere dalle estenuate Nazioni europee tanta massa di oro, non si riesce in realtà a comprendere.

L'ansia di una sistemazione e la convinzione intuitiva che l'assetto economico d'Europa non potrà raggiungersi se non con nuovi raggruppamenti di interessi e con nuovo sviluppo di relazioni commerciali, produce una fioritura di progetti e di dicerie, non si sa sempre bene se frutto di fantasia popolare, o lanciata a scopo di prudente assaggio.

In Francia, come generalmente avviene quando il cielo minaccia di oscurarsi a oriente od a settentrione, ci si ricorda con rinnovellato entusiasmo della sorella latina e si fa un gran parlare dell'importanza che potrebbe facilmente raggiungere un blocco economico franco-italiano, sommando il capitale minerario dell'una nazione col capitale lavoro dell'altra. E si arriva a pensare (meraviglia della potenza del fattore economico!) che in questo blocco potrebbe magari trovar posto anche la Germania, che per l'occasione si suppone raddolcita e mansueta. E non si manca di inserire in tutta questa costruzione, una punta di offesa all'Inghilterra, che si vedrebbe minacciata nella sua attuale quasi incontrastata egemonia del carbone e del ferro. La storia ha fatto il giro di tutti i giornali suscitando volta a volta, approvazioni, smentite, irritazioni.

D'altra parte nemmeno la tensione prodotta dalla occupazione della Ruhr ha spento completamente le voci di possibili accordi fra l'industria pesante tedesca e quella francese per la costituzione di un formidabile trust metallurgico che dominerebbe, in maniera pericolosa per tutte le altre nazioni, l'Europa.

Ma l'aspetto forse più sorprendente della situazione è costituito dall'atteggiamento reciproco della Francia e della Russia. I tentativi di avvicinamento e le tendenze ad una ripresa di movimento economico, si son fatti notevolissimi negli ultimi tempi e sembrano indicare un piano denso di realizzazioni, ad onta degli ostacoli che parevano insuperabili, costituiti dai grossi crediti che la Francia vanta verso il Governo dei Soviet. Chi ricordi la incessante, violenta, avversità dell'opinione pubblica francese verso il regime bolscevico, non potrà notare, senza sorpresa, questo voltafaccia improvviso, tanto più dopo le disillusioni che i tentativi volenterosi di ripresa economica colla Russia hanno arrecato all'Italia e all'Inghilterra. Certo è che il ritorno della Russia nel cielo economico europeo potrebbe avere ripercussioni immense ed effetti notevolissimi.

Si hanno i primi accenni di interessamento rinnovato dell'America verso i fattori europei. Il messaggio del Presidente Harding al Senato americano riapre tutto il dibattito sulla adesione degli Stati Uniti alla Società delle Nazioni. E' certo che tutti gli uomini di buona volontà salterebbero con gioia la rientrata di questo importantissimo fattore economico e moderatore nel campo delle competizioni europee.

*

Il mercato finanziario è stato anche nel decorso mese alquanto agitato.

La sistemazione del debito anglo-americano ha prodotto una rivalutazione della sterlina, la quale segna un miglioramento rispetto al dollaro. La sterlina è oggi un'unica moneta delle nazioni belligeranti che sia prossima al valore di anteguerra.

Il franco francese non ha avuto grande successo; dopo la forte depressione subita nel mese di gennaio in seguito alle operazioni contro la Germania, il franco subì una serie di oscillazioni, sempre però di limitata escursione, e solo verso la fine del mese accennava a una

maggiore sostenutezza. Evidentemente il mondo finanziario non condivide l'ottimismo del Ministro delle Finanze francese, il quale, nel suo recente discorso, dipingeva la situazione economica del suo paese coi più rosei colori. L'occupazione della Ruhr non frutta ancora alla Francia una tonnellata di carbone e in cambio la obbliga a forti spese militari e le toglie l'introito, sia pure limitato, del parziale pagamento delle riparazioni tedesche.

La moneta più movimentata fu il marco. Mentre all'inizio del mese la sterlina valeva 225.000 marchi; essa giunse nel corso del mese a 90.000 marchi, per risalire nuovamente negli ultimi giorni del mese. Per risolvere il marco dalla sua caduta precipitosa il Governo costringe la Reichsbank a gettare dal mercato il proprio stock di titoli esteri accumulato come garanzia. L'effetto non poteva mancare e si ebbe, infatti, un notevole miglioramento del marco, miglioramento che non sarebbe giustificato né dalla situazione politica né dall'andamento industriale della Germania. E' evidente però che trattasi di un rimedio disperato e che il benefico effetto risentimento non può che essere illusorio e passeggero, in quanto che, distruggendo le ultime riserve di garanzia, si viene a togliere ogni consistenza al valore del marco il quale non potrà che precipitare nuovamente ai valori più bassi.

Come conseguenza del gettito di divise estere improvvisamente compiuto dalla Germania si è avuto il ribasso di alcune di esse e principalmente di quelle che la Germania riteneva in maggior copia. Particolarmente colpito dalla manovra tedesca fu il Cu che notò un abbassamento sensibilissimo.

Una moneta che sembra abbia trovato finalmente la sua stabilizzazione è la corona austriaca. Pare questa volta che i provvedimenti, sia pur tardivi, presi dalle Potenze per impedire il completo fallimento dell'Austria, abbiano raggiunto un risultato effettivo.

*

La complicata ed incerta situazione mondiale si ripercuote naturalmente sulle condizioni del nostro Paese, impedendo che l'attività del Governo ed i provvedimenti che esso va prendendo raggiungano tutto quell'utile effetto che se ne potrebbe sperare.

L'on. Mussolini lo ha chiaramente dichiarato alla Camera, ricordando che in politica, e specialmente in politica estera, dobbiamo sempre fare i conti non colla nostra sola volontà ma anche con quella degli altri. Come si può, ad esempio, aspettarsi che le economie che si vanno realizzando nell'Amministrazione statale possano produrre una rivalutazione della lira e un miglioramento del cambio, se la cessata produzione carbonifera tedesca fa rialzare i prezzi di questa materia prima fondamentale costringendoci ad aumentare i nostri pagamenti all'estero?

Il carbone inglese manifesta, infatti, una decisa tendenza al rialzo, che si ripercuote già sui prezzi del nostro mercato. L'instabile andamento del carbone fa risorgere la questione dei combustibili nazionali. Pare che il Governo voglia finalmente effettuare quei lavori di ricerca per i petroli, mediante sondaggi profondi, che erano stati in passato più volte progettati, senza che si addivenisse mai alla loro reale effettuazione. Vero è che a giudizio dei competenti non si devono nutrire troppe illusioni sulla possibilità di una notevole produzione petrolifera nazionale. Il Governo ha poi iniziato pratiche colla Polonia per lo sfruttamento dei petroli della Galizia; si è giunti alla firma di una convenzione che assicura all'Italia il trattamento della Nazione più favorita: all'Italia verrebbe assicurato lo sfruttamento di una zona petrolifera in Galizia di circa 2000 ettari.

Il Parlamento ha avuto un gran da fare ad approvare lunghe serie di leggi e di provvedimenti già deliberati dal Governo. Ricordiamo, come di particolare interesse, le ratifiche dei trattati di commercio colla Francia, colla Svizzera, colla Polonia e colla Ceco-Slovacchia, e del *modus vivendi* colla Spagna. Buona impressione nel campo politico ha prodotta la ratifica del Trattato di Rapallo, salutata dalla stampa jugoslava come l'inizio di una via di riavvicinamento e di cordialità fra i due Paesi.

Il nostro Governo procede così a liberare la Nazione dai vincoli e dai gravami ereditati dai precedenti Ministeri. Con una serie di azioni energiche e brillanti ha riaffermato il nostro effettivo dominio nella Tripolitania, spazzando un territorio vastissimo che dall'inizio della guerra europea era stato abbandonato incontrastatamente ai ribelli. Ciò contribuirà potentemente a rialzare il nostro prestigio nella vicina colonia allo sfruttamento della quale sembra miri il Governo con agevolazioni promesse ai coloni italiani; tali misure potranno portare un contributo non trascurabile alla soluzione della crisi di disoccupazione, per quanto non si debbano certo nutrire in proposito grandi illusioni.

Appare evidente che una delle preoccupazioni più gravi dell'attuale Governo è appunto quella della disoccupazione e della diminuita emigrazione. Non vengono lesinati sforzi nella ricerca di aprire nuovi sbocchi alla nostra emigrazione. L'azione del Governo urta però in difficoltà gravissime causate dall'ostilità degli altri paesi contro l'immigrazione. Pare tuttavia che negli Stati Uniti vadano facendosi strada delle correnti sempre più intense favorevoli ad una politica di maggiore larghezza verso i nostri emigranti. Una ripresa su larga scala potrebbe, se effettuata con le debite cautele e precauzioni, avere in breve tempo ripercussioni favorevolissime sulla nostra situazione finanziaria.

Si hanno i primi segni della esecuzione della progettata epurazione del personale statale. Nel campo delle Ferrovie sono cominciati

i licenziamenti, per ora ancora sporadici; ma già si annuncia ufficialmente il licenziamento di oltre 60.000 agenti, con ciò il servizio proseguirà indisturbato essendo tale riduzione di personale compensata interamente dalla diminuzione delle assenze, verificatosi dopo l'avvento del Ministero fascista. In questa constatazione sta la migliore giustificazione dell'energico atto del Governo.

Meritevole di nota, è l'intervento statale nella sistemazione dell'Ansaldo. L'intervento dello Stato ha in questo caso principalmente l'intento di conservare un organismo tecnico dimostratosi utilissimo alla sicurezza nazionale, e di permettere lo sfruttamento del prezioso giacimento di ferro delle miniere di Cogne.

E' annunciata la presentazione alla Camera, alla sua riapertura, del disegno di legge per l'applicazione delle otto ore. L'on. Mussolini ha più volte affermato che le otto ore saranno mantenute ma dovranno essere razionalmente applicate. Se si riuscirà in tal modo a correggere l'enorme serie di esagerazioni che si compiono nell'applicazione di tale principio, si porterà certamente un sollievo rilevante a molte industrie per le quali le otto ore, intese in uno stretto senso matematico, costituivano un peso insopportabile.

Il fervore di consensi che circonda l'opera del Governo comincia a diventare così intenso da sembrare eccessivo; e non sono mancati autorevoli ammonimenti dall'alto contro gli amici dell'ultima ora. Si deve tuttavia registrare con soddisfazione la concordia dei partiti nazionali. La decisa fusione del nazionalismo e del fascismo, sopprimendo una rivalità ingiustificata, contribuirà a rendere sempre più stabile la situazione interna.

Con piacere vanno anche salutate le sezioni dei Fasci che vanno costituendosi all'estero, nelle nostre colonie di emigrazione. Esse si contano già a centinaia e, se continueranno ad essere guidate con quella dirittura di intenti e severità di condotta, di cui non sono mancati esempi nei pochi casi che lo richiesero, potranno svolgere opera fervente di focolari nazionali presso le nostre colonie, che della Patria si ricordano anche quando la Patria sembra dimenticarle.

Indice non dubbio e sintomo confortevole dei benefici effetti dell'opera del Governo a profitto delle condizioni dell'industria, si trova nella statistica del movimento delle Società anonime nel mese di gennaio. Si sono infatti costituite in tale mese 104 Società che rappresentano un capitale di L. 41.701.000; inoltre 80 Società hanno aumentato i loro capitali per un valore complessivo di L. 302.264.250. Gli investimenti toccarono i 344 milioni e i disinvestimenti furono di 101 milioni; si ha così una eccedenza in più di oltre 242 milioni che è una delle più alte cifre raggiunte dopo l'armistizio.

Una autorevole voce di fiducia e di ottimismo si è udita anche nell'Assemblea generale della Confederazione generale dell'Industria riunitasi a Genova. La Confederazione ha poi nominato a proprio presidente l'on. Benni in sostituzione dell'ing. Targetti, che non volle accettare nuovamente la presidenza.

E' stata finalmente firmata la convenzione relativa alla posa dei nuovi cavi telegrafici fra l'Italia e l'America, di cui si parlava da tanto tempo; si avrà così un cavo diretto con l'America meridionale che collegherà colla madre Patria le nostre fiorenti colonie del Brasile, dell'Argentina e dell'Uruguay. Un secondo cavo sarà diretto alle Azzorre dove verrà collegato a un cavo estero per l'America del Nord. E' infine decisa anche la posa di un cavo colla Grecia.

E' stato prorogato fino al 30 aprile il noto Decreto n. 250 del 27 febbraio 1919, riguardante il sopraprezzo per l'energia elettrica prodotta per via termica. Già il Ministero Facta nell'ottobre scorso aveva deferito al Comitato permanente della seconda Sezione del Consiglio Superiore delle Acque la compilazione di un testo di legge che preparasse il ritorno alla contrattazione libera fra produttori e consumatori d'energia elettrica. Pare che contro questo progetto che, come è facile intuire, coinvolge interessi gravissimi, si siano levate opposizioni e contrasti. Il Ministero dei Lavori Pubblici si è riservato di riesaminare tutto il problema e nell'attesa ha prorogato il Decreto n. 250. L'azione fin qui svolta dal Governo, intesa a sopprimere ogni residuo di bardatura di guerra, anche là dove, come per gli affitti, appariva più pericoloso, permette di ritenere come sicuro che anche nei riguardi delle Società elettriche si addiverrà al regime di libertà. La possibilità di adeguare le tariffe di vendita ai costi di produzione avrà certamente larga influenza sullo sviluppo dei nuovi impianti.

L'attività delle Società elettriche in questi ultimi anni è ampiamente documentata dalla pubblicazione del Consiglio Superiore delle Acque, intesa ad aggiornare a tutto il 1922 le notizie riguardanti gli impianti idroelettrici. Si rileva da questa pubblicazione che nel biennio 1921-22 furono ultimati 67 impianti rappresentanti una potenza (di concessione) di 252.398 HP; nello stesso tempo vennero costruiti 15 serbatoi per una capacità complessiva di 78.375.000 m³. Negli stessi anni 1921-1922 si iniziarono i lavori per altri 51 impianti nuovi per una potenza (di progetto) di 364.654 HP e per 27 nuovi serbatoi con una capacità complessiva di m³ 209.656.000.

*

Ad onta dei forti movimenti nei cambi e della oscura situazione politica, le nostre Borse hanno mantenuto un contegno assai fermo ed un andamento ottimista, indice di fiducia rinnovata nel ristabilimento della proprietà nazionale. Tuttavia il mercato degli affari è stato piuttosto svogliato e le contrattazioni scarse. Non si hanno in generale a notare grandi variazioni nelle quotazioni, salvo in occasioni di nervosismi passeggeri e spesso ingiustificati.

Tuttavia, ad onta dell'assorbimento di capitali da parte dello Stato per mezzo dei buoni del Tesoro, vi è ancora abbondanza di

denaro disponibile per investimenti industriali. Occorre soltanto far ritornare la fiducia nei risparmiatori, e occorrerebbe soprattutto che le vicende internazionali non si incaricassero di disfare da una parte ciò che il nostro Governo, con azione oculata ed energica, va compiendo per ridare stabilità e favorevoli condizioni di sviluppo all'industria. L'aumento dei prezzi dei carboni è in questo campo una minaccia gravissima. Tanto più che si manifestano chiaramente i sintomi di una riduzione nei consumi con conseguente riduzione di profitti per le industrie.

I fondi di Stato hanno avuto un contegno fermissimo subendo solo oscillazioni di lieve importanza, sempre risoltesi a loro favore; cosicché chiudono a valori leggermente superiori a quelli segnati all'inizio del mese.

Più indecisi ed in genere meno fermi sono stati i titoli bancari. per quanto anche per essi le variazioni risultanti sieno ben poco notevoli.

Quasi trascurato è rimasto il gruppo dei Trasporti; non si hanno a registrare mutazioni notevoli, sebbene anche questi titoli abbiano verso la fine del mese, risentito l'influenza della generale tendenza al miglioramento.

In grande fervore è stato il compartimento dei tessili, il quale continua ad essere favorito nelle trattazioni. La speculazione che si è in questo campo largamente esercitata apparisce evidente in parecchi casi; citiamo ad esempio, le Cascami Seta, depresse quasi improvvisamente da 880 a 760 per poi riguadagnare, in pochi minuti, tutto quanto avevano perduto. Nel complesso tutto il comparto chiude con rialzo.

Il comparto metallurgico e minerario ha risentito della scarsità generale degli affari e non fu molto trattato. In particolare considerazione furono tenute le Montecatini. Le Fiat segnarono un notevole miglioramento verso la fine del mese. Le Ansaldo che sembravano stabilizzate intorno a 20-21, precipitarono ad 8 per risalire poi intorno al 10.

Per i titoli elettrici non si ha da registrare nessuna variazione di qualche importanza; vi è tuttavia, nell'insieme, un lieve miglioramento. L'andamento del mercato si può rilevare dallo specchietto che riportiamo secondo il solito.

Ing. RENATO SAN NICOLO'.

Variazioni dei Titoli Elettrici nel febbraio 1923.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	300	491,50	485	487
Conti	250	297	244	298
Vizzola	500	852	859	850
Bresciana	100	85,50	85	84,50
Adamello	200	242	240	239
Unione Es. Elett.	50	76	75,50	76,50
Elett. Alta Italia	250	297	292	296
Idr. Piem. S. I. P.	125	136,75	137,50	138
Off. Elett. Genovesi	250	313	314	316
Adriatica	100	127	128,50	131
Negri	200	116	114	111
Ligure Toscana	200	238	237	236



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Gita in Sardegna.

La gita, indipendentemente dalla Riunione Annuale che si terrà in autunno, potrebbe effettuarsi entro l'Aprile prossimo. Data però la difficoltà estrema di trovare alloggi convenienti nelle varie tappe, la gita si dovrebbe effettuare con Piroscalo speciale, il quale dovrebbe servire anche come alloggio per tutta la durata del viaggio, che si prevede di 7 giorni da Civitavecchia, escluso quindi l'andata e ritorno da detta città alla Sede del Socio.

L'itinerario sarebbe il seguente:

- 1^a sera -- Imbarco a Civitavecchia verso le ore 20 e partenza per Caprera.
- 1^o giorno -- Visita a Caprera ed alla Maddalena -- navigazione nel Canale di S. Bonifacio fino a Porto Torres.
- 2^a sera -- Pernottamento a Porto Torres sul Piroscalo.
- 2^o giorno -- Sassari.
- 3^a sera -- Pernottamento a Porto Torres.
- 3^o giorno -- Navigazione ad Alghero -- visita alle grotte -- navigazione a Bosa.
- 4^a sera -- Pernottamento a Bosa.
- 4^o giorno -- Visita al Tirso.
- 5^a sera -- Pernottamento in navigazione tra Bosa e Porto Vesme.
- 5^o giorno -- Visita alla Centrale a vapore della Elettrica Sarda a Porto Vesme, e della zona delle miniere.
- 6^a sera -- Pernottamento a Cagliari.
- 6^o giorno -- Visita a Cagliari.
- 7^a sera -- Navigazione per Civitavecchia.
- 7^o giorno -- Arrivo a Civitavecchia nel pomeriggio.

Dalle pratiche fatte sinora il Piroscalo che si può convenientemente usare è capace di solo 120 posti di classe (1^a e 2^a) e qualcuno di terza.

Il costo totale della gita, per ogni singolo socio, piroscalo compreso, si aggirerà — sempre, da, a *Civitavecchia* — sulle L. 2000 circa.

Data la limitazione del numero dei posti l'iscrizione sarà strettamente personale.

Per necessità di organizzazione è necessario sapere entro il 16 marzo quanti sono i Soci che desiderano iscriversi.

La Presidenza si riserva, dopo tale data, di effettuare o no la gita a seconda del numero degli iscritti — il cui ordine di precedenza nella iscrizione sarà strettamente l'ordine stesso di data nella quale perverrà alla Sede Centrale la cedola di iscrizione diramata in questi giorni dall'U. C.

Le decisioni della Presidenza e la quota esatta di iscrizione saranno comunicati ulteriormente ai Soci che si saranno iscritti insieme col Programma definitivo.

* *

CONSIGLIO GENERALE.

Verbale della seduta 1-5 ottobre 1922 - Milano.

Presiede il *Presidente Generale* ing. comm. Del Buono.

Funziona da Segretario il *Segretario Generale* ing. Comboni.

Sono presenti i signori: Vice Presidenti: Cenzato, Ferraris, Rebora ed i signori Consiglieri: Ammirato, Arena, Barbagelata, Benni, Bianchi, Bonghi, Bordoni, Centonze, Civita, Clerici C., De Rizzoli, Di Piro, Emanueli, Ganassini, Gasparoni, Lori, Loria, Manfredi, Melazzo di S. Giorgio, Mengarini, Netti, Pasqualini, Pitter, Righi, Sartori, Semenza G., Semenza M., Silva, Soleri, Vallauri, Verole, Vismara E.

Ordine del Giorno:

- 1° - Comunicazioni della Presidenza. — Svolgimento attività dell'A. E. I. — Aumento Soci. — Pubblicazioni.
- 2° - Nomina del Segretario Generale; saluto al dimissionario ing. A. Bianchi.
- 3° - Proposta di deferire la nomina del Segretario Generale al Consiglio Generale e del Segretario della Presidenza alla Presidenza Generale.
- 4° - Stabilire per regolamento la preventiva presentazione delle memorie tecniche per la loro discussione alle riunioni annuali.
- 5° - Bilanci dell'A.E.I.
- 6° - Diverse ed eventuali.

1. - Comunicazioni della Presidenza.

Il Presidente *Del Buono* apre la seduta e rivolge un saluto cordiale a tutti i colleghi che si sono recati a Milano per la XXVII Riunione annuale dell'Associazione; il risultato dell'invito rivolto ai Soci è stato così brillante da superare ogni aspettativa. Bisogna essere molto lieti per il successo di questa riunione dal quale si possono trarre i migliori auspici per l'avvenire del Sodalizio.

Un saluto cordialissimo va rivolto a Milano ospitale, al Presidente ed ai Soci della Sezione Milanese la cui rappresentanza ha saputo curare con scrupoloso impegno l'organizzazione di questa riunione annuale, in modo da assicurarne il pieno successo.

Attività dell'A.E.I.

I fatti più salienti intervenuti fra la precedente e l'attuale seduta del Consiglio sono:

a) Celebrazione del 25° anniversario dell'Associazione Elettrotecnica Italiana. — Fu scelto di proposito Milano come sede del Congresso e della celebrazione perchè in questa città si raccolse la prima riunione da cui ebbe origine l'Associazione, e perchè essa è il centro vitale della regione in cui maggiormente si è sviluppata l'industria elettrica.

Nuova organizzazione per i lavori del Congresso.

Il Presidente informa che ha creduto per questa riunione annuale di alterare l'organizzazione già precedentemente adottata relativa allo svolgersi dei lavori nel senso che le Memorie presentate invece di essere lette per esteso siano riassunte dai singoli autori in dieci minuti di tempo, lasciando quindi ampio campo alle discussioni. I lavori sono stati pubblicati in precedenza e distribuiti in estratto dando agio ai congressisti di studiarli.

In complesso sono state presentate al Congresso oltre trenta Memorie; esse sono state divise in 4 gruppi a seconda della materia e potranno essere discusse in 4 o 5 sedute. Queste Memorie trattano argomenti che si riferiscono alla produzione ed alla distribuzione dell'energia; problemi di vitale importanza pel nostro Paese. Con questo procedimento il Presidente Generale si ripromette di ottenere, invece di letture slegate fra di loro, una serie di ordinate discussioni sopra argomenti tecnici del più grande interesse.

b) Commemorazione Galileo Ferraris. — Fra i lavori compiuti nel principio dell'anno in corso, primeggia la commemorazione di Galileo Ferraris a Torino, tenuta nei primi del mese di maggio, e che sortì un risultato notevole, come tutti ricordano. In tale occasione fu pubblicato a cura dell'Associazione un numero unico che è stato distribuito ai colleghi, ed è stata fatta una edizione speciale che sarà distri-

buita a tutte le Autorità e personalità che presero parte alla commemorazione e a coloro che ne faranno richiesta. Se ne farà anche larga diffusione all'estero per far conoscere l'attività dell'Associazione, anche negli altri Paesi.

c) Memorie Lombardi e Civita. — Le varie Commissioni si sono riunite e dei loro lavori si sono redatti dei rapporti. Fa menzione speciale di due relazioni interessantissime presentate dal prof. Lombardi e dall'ing. Civita ai quali rivolge ringraziamenti speciali, riservandosi di darne lettura in assemblea.

d) Le Sezioni hanno lavorato per proprio conto, mentre le Sede Centrale ha dedicata molta attività in unione alla Sezione di Milano alla preparazione del Congresso.

e) Invito al banchetto della Edison. — La Società Edison di New York, commemorando nel mese di agosto scorso la nascita di Thomas Alvo Edison aveva fatto pervenire alla Presidenza dell'A.E.I. l'invito al banchetto ufficiale. Furono inviati ringraziamenti ed auguri.

f) Sviluppo A.E.I. — L'incremento che la nostra Associazione ha preso è veramente confortante: da un anno ad oggi si è avuto un aumento di circa 1000 soci il cui numero è così salito a 4.130. Per questo risultato egli vuole rivolgere l'espressione dei più vivi ringraziamenti della Presidenza Generale, ai Presidenti delle Sezioni che con tanto zelo curano la propaganda e l'incremento del sodalizio. Il numero dei Soci è la forza dell'Associazione e dal loro aumento bisogna attendersi il più rigoglioso sviluppo dell'A.E.I.; dobbiamo perciò sempre maggiormente intensificare l'opera di propaganda e diffusione dell'opera nostra.

g) Pubblicazioni A.E.I. — Le pubblicazioni già portate a termine e apparse sono: l'Elenco generale dei Soci, le Norme per gli impianti, le Norme per gli isolatori e quelle per prove del macchinario che sono in allestimento. In tal modo si sono date alla tecnica ed all'industria italiane le norme nazionali, mentre fino ad ora esse si attenevano alle norme estere.

h) Statistiche. — Delle statistiche è in esecuzione la ristampa del primo volume che sarà completamente rifatto ed aggiornato coi dati riguardanti le nuove Province. Le difficoltà per avere questi ultimi e per la definitiva toponomastica, hanno prodotto un po' di ritardo nella compilazione specialmente per i dati riguardanti le nuove provincie redente. Il libro sarà pubblicato nel principio del venturo anno, e tanto si lavora anche a preparare la pubblicazione descrittiva degli impianti delle centrali.

i) Nuove pubblicazioni. — Due pubblicazioni sono state fatte in occasione del Congresso: 1) il Numero unico nel quale si fa la storia del Sodalizio, della sua vitalità scientifica e degli Atti e Giornale, e che riuscirà certamente gradito ai colleghi, mentre ne sarà fatta larga diffusione all'estero; 2) un Numero di saggio che rappresenta il primo abbozzo della pubblicazione descrittiva degli impianti.

2 e 3. - Nomina del Segretario generale. Saluto al dimissionario ing. Bianchi. Proposta di deferire la nomina del Segretario generale al Consiglio generale e del Segretario della Presidenza alla Presidenza generale.

Venendo a svolgere i numeri 2° e 3° dell'ordine del giorno il Presidente Generale deve comunicare con rincrescimento che l'amico ing. Bianchi — come era stato già annunziato nella precedente seduta — ha rassegnato le sue dimissioni da Segretario Generale dell'Associazione, e purtroppo bisognerà accettarle. L'ing. Comboni l'ha sostituito nelle suddette mansioni, fino dai primi dell'anno in corso.

Anche l'ing. Mortara ha presentato le sue dimissioni da Segretario della Presidenza ed egli, suo malgrado, ha dovuto accettarle. A sostituirlo è stato pregato l'ing. Grillo della Sezione di Roma. Il Presidente prega di convalidare queste nomine, mentre rivolge un cordiale saluto agli uscenti ed una parola affettuosa di ringraziamento all'amico Bianchi (*vivi applausi prolungati*).

Bianchi (dice testualmente): Questo saluto mi dice dell'amore che ho portato all'A.E.I. che per tanti anni è stata la mia passione. L'A.E.I. è una grande famiglia che attrae, ed io giro ad essa questo vostro cortese ringraziamento e questo plauso.

Semenza: Propone che l'ing. Bianchi sia nominato Socio onorario dell'Associazione.

Centonze: Propone che si tributi un voto di plauso speciale al collega Bianchi per l'opera assidua prestata a vantaggio dell'A.E.I. (*applausi*).

Presidente: La Presidenza si associa ai colleghi del Consiglio nel ringraziare il Bianchi per l'opera da lui prestata quando l'Associazione ne aveva il massimo bisogno, quando cioè essa faceva i primi passi nella via tracciata dai fondatori, e non era ancora saldamente organizzata. Il collega Bianchi ha riassunto per un lungo periodo di tempo la parte faticosa del sodalizio, onde merita tutto il plauso e la riconoscenza dei colleghi. Era intendimento della Presidenza proporre che il Bianchi fosse nominato «Socio benemerito», e ritiene che la più bella applicazione pratica che possa farsi di questa disposizione dello Statuto sia quella di investire la persona del collega ed amico Bianchi. Domanda al Consiglio la ratifica di questa nomina. (*Applausi unanimi*).

Riferendosi alle dimissioni innanzi specificate e alle conseguenti sostituzioni resesi necessarie il Presidente fa rilevare il bisogno sentito di apportare delle modifiche alle norme per disciplinare le nomine del Segretario Generale e del Segretario della Presidenza, nel senso di rendere possibile una convalida sollecita dei nuovi designati.

Oggi la convalida avviene per referendum dell'assemblea generale e, dato il lungo periodo che intercorre fra una convocazione e l'altra

di questa, si viene a creare una posizione precaria per un nuovo Segretario designato. Sarebbe opportuno che l'assemblea desse facoltà al Consiglio di sostituire e convalidare i Segretari.

Interloquiscono in vario senso: *Ferraris* che attenderebbe l'occasione di un referendum per regolarizzare le nomine le quali sono certo accettate da tutti; *Silva* che vorrebbe modificato il Regolamento in modo che le nomine potessero essere anche oltre che proposte, convalidate dalla Presidenza; *Barbagelata* che vorrebbe cambiato il nome di Segretario in quello di Direttore dell'Ufficio Centrale per poter così essere nominato dalla Presidenza; *Cenzato* che è contrario a tale mutamento per le tradizioni dell'A.E.I. e pensa sia conveniente attendere il momento opportuno per la convalida regolamentare; *Semenza G.* il quale crede che vada rimandata a più maturo esame la questione della modifica di Regolamento per le anzidette nomine e la situazione attuale si regolarizzi secondo Statuto; *Bianchi* il quale crede si debba al caso modificare il Regolamento della nomina non già lo Statuto.

Il Presidente riassumendo trova che sono tutti d'accordo nel comunicare all'Assemblea Generale le avvenute sostituzioni e le proposte di modifica alle disposizioni statutarie di nomina.

4. - Stabilire per regolamento la preventiva presentazione delle memorie tecniche per la loro discussione alle Riunioni annuali.

Presidente: Pone in discussione il 4° numero dell'ordine del giorno.

Barbagelata: È favorevole alla pubblicazione preventiva delle memorie ma essa deve essere studiata opportunamente. Per dare un giudizio sulle memorie bisogna pure esaminare come sono redatte. Gli articoli offerti all'*Elettrotecnica* sono ripetutamente esaminati prima di passare in tipografia e lo stesso si dovrebbe fare con le memorie presentate per la riunione. Si augura che a questo riguardo si abbia anche un Regolamento preciso.

Pasqualini: Desidera che si stabilisca dopo maturo esame la nuova procedura da seguire per i lavori che si presentano in occasione dei Congressi.

Presidente: Fa presente che la disposizione adottata quest'anno per la prima volta servirà a stabilire delle norme definitive e ben studiate e chiede se il Consiglio vuole che la nuova disposizione sia sottoposta alla sanzione dell'Assemblea.

Lori: Gli si consenta di presentare una proposta in merito alla pubblicazione delle memorie. Dato il numero sempre crescente dei Soci, la Presidenza consideri la eventualità di divisione dei congressisti in gruppi negli anni venturi per la discussione separata dei vari argomenti che interessano la elettrotecnica. Egli crede che una tale divisione sarà necessaria nei futuri congressi e forse non si è lontani dalla necessità di indire congressi separati e per sezioni in seno alla Associazione, a seconda dei gruppi di questioni da trattare. Si potrà allora avere il congresso della trazione, quello della illuminazione, ecc., in caso contrario i congressi unici saranno pletorici e non daranno risultato soddisfacente.

Vismara: Crede che il prof. Lori voglia riferirsi a quanto già si è fatto in un altro congresso non di elettrotecnica (geografico) e ritiene non sia il caso di fare un parallelo. E del parere che una divisione del genere di quella citata dal prof. Lori sia ben lontana e ad ogni modo non consigliabile per ora.

Presidente: Il presente congresso servirà a fornire suggerimenti relativi a varie questioni che occorre studiare e risolvere. Attendere il risultato è una saggia misura per discutere poi in base ai dati di fatto, e stabilire le norme fisse.

Civita: Fa osservare come nel regolamento sia già contenuta la sua opinione — qualche disposizione relativa alla pubblicazione delle memorie. In occasione del futuro congresso si potrà stabilire di concreto quanto è necessario. Si rinvia quindi lo studio della proposta Lori e di quella Civita.

Si conclude di demandare alla Commissione dei Congressi di studiare le norme da stabilirsi.

5. - Bilanci dell'A. E. I.

Si passa alla presentazione dei bilanci e qualcuno propone che si diano per letti ed approvati.

Presidente: Spiega i tre bilanci che presenta: a) bilancio consuntivo del 1921; b) bilancio di assestamento 1922; c) bilancio preventivo del 1923.

Il bilancio consuntivo 1921 è messo in discussione. Nessuno domanda la parola quindi è approvato. Ugualmente è approvato il bilancio 1922.

Il Presidente fa rilevare che è stata assegnata al Giornale una somma maggiore di quella finora prevista per dargli i mezzi atti ad aumentare la sua potenzialità.

Vismara: Fa voti che esso migliori nella sostanza e nella veste tipografica e fa un voto di plauso alla Redazione che ne guida le sorti.

Soleri: Per la pubblicazione della Descrizione degli impianti per la quale è stanziata nel Bilancio preventivo 1923 una somma separata, vorrebbe che detta somma fosse conglobata con quella destinata al Giornale perchè la Descrizione Impianti dovrebbe essere contenuta nel giornale stesso.

Presidente: Fa osservare che già esiste il deliberato del Consiglio dell'aprile 1921 per fare oggetto di pubblicazione a parte la Descrizione Impianti; ma non ha difficoltà a sentire il parere dei Colleghi e della

Redazione del Giornale per una eventuale modifica del deliberato, qualora si presenti conveniente per la migliore riuscita della iniziativa che vorrebbe realizzata in modo soddisfacente per la maggiore conoscenza dei nostri impianti.

Prendono parte all'ampia discussione i Soci: *Lori* e *Soleri* che vorrebbero che la pubblicazione fosse fatta nell'*Elettrotecnica*.

Ferraris: Ritiene che la mole delle tavole e figure accompagnanti le descrizioni debbano richiedere maggior spazio di quello del giornale e perciò è del parere di fare una pubblicazione separata.

Barbagelata Redattore capo, fa presente le difficoltà di ordine pratico di raccolta dei dati da una parte e di organizzazione finanziaria dall'altra per fare una pubblicazione separata che risponda allo scopo.

Civita osserva che l'A. E. I. E. gli sembrava più adatta per una pubblicazione completa, ma crede che lo possa fare anche l'A. E. I. ed afferma la necessità di questa pubblicazione richiesta anche all'Estero. Deve darsi la preferenza agli impianti di recente costruzione che sono i più interessanti, ad ogni modo egli è pronto ove occorra a collaborare.

Vismara è del parere di conglobare nell'*Elettrotecnica* la descrizione degli impianti, e di farne degli estratti separati.

Rebora teme che il giornale divenga di mole eccessiva accogliendo la pubblicazione in discussione.

Ganassini, che ha fornito i primi dati per la descrizione impianti, ne conosce le difficoltà di realizzazione. Egli è del parere di farne oggetto di pubblicazione separata perchè per servire allo scopo essa deve contenere gran numero di disegni, rilievi, schizzi, ecc., che esorbitano dalla mole del giornale.

Lori si associa a Civita e

Rebora approva quanto espone Ganassini.

Data l'ora tarda la seduta è tolta ed è ripresa alle ore 17,30 del giorno 5 ottobre.

Si continua l'interessante discussione alla quale il Presidente permette alcune considerazioni sul fabbisogno finanziario richiesto dalla maggiore o minore estensione delle descrizioni. Invita perciò il Redattore capo a fornire qualche notizia in proposito.

Barbagelata accenna a due forme che era possibile di seguire per attuare la pubblicazione e da lui presentate alla Presidenza e cioè:

a) accordarsi coll'A. E. I. E. per eseguire insieme il lavoro col suo concorso di materiale tecnico e di mezzi;

b) ridurre in un primo tempo il programma e la mole della pubblicazione per svilupparla poi in corso di svolgimento.

Delle due proposte, d'accordo colla Presidenza, si scelse la seconda per la quale però occorre siano stanziati i fondi.

Mengarini è del parere di pubblicare le descrizioni sul giornale e poi farne estratti a parte per chi li desidera.

Soleri e *Vismara* convengono nelle idee di Mengarini.

Cenzato crede si debba fare una pubblicazione separata per non soffocare il giornale se si dovesse fare, come pensa, una utile e dettagliata descrizione degli impianti italiani e non solo una reclame di essi.

Manfredi vorrebbe precisata la materia della descrizione degli impianti.

Bonghi desidera la descrizione pubblicata nel giornale come è nelle riviste estere.

Lombardi ad un accenno di Civita che ha citato gli Annali del Consiglio Superiore delle Acque, fa presente la necessità di sopralluoghi, rilievi, ricerche per raccogliere il materiale occorrente alla descrizione impianti. Crede che questa dovrebbe essere fatta in comune con l'A. E. I. E., pubblicando descrizioni sommarie a scopo di reclame sul giornale e affidando la descrizione ampia e sistematica all'A. E. I. E.

Silva: Vorrebbe limitare la pubblicazione a 6 o 7 impianti all'anno con descrizioni complete ma non molto estese.

Gasparoni si associa all'opinione espressa da Cenzato.

Vallauri come membro del Consiglio crede che se non si affida la descrizione sistematica degli impianti all'A. E. I. E. si può farla sul giornale tenendo una via di mezzo come mole della descrizione corredata da disegni e tavole tipo Engineering.

In seguito all'ampia discussione il Presidente pone in votazione il seguente ordine del giorno, che viene approvato a maggioranza:

«Il Consiglio Generale udita la discussione in merito alla pubblicazione delle descrizioni degli impianti elettrici italiani delibera che «queste pubblicazioni formino parte integrante del giornale l'*Elettrotecnica*, figurando in esso nel modo più completo possibile e facendone poi estratti separati».

Firmati: *Vismara — Mengarini — Soleri — Bonghi — Silva*.

Presidente assicura che la pubblicazione, come era stabilito, verrà eseguita nel modo migliore dalla Redazione a mezzo dell'organizzazione già avviata, e fa assegnamento sull'opera attiva della Redazione stessa.

Bordoni: Aggiunge che sarà bene provvedere al finanziamento relativo così che la Redazione del Giornale subito se ne occuperà attivamente.

Presidente: Conclude che si inizierà subito la pubblicazione e che in seguito ai risultati economici di essa nel prossimo Consiglio si prenderanno le occorrenti decisioni.

6. - Comunicazioni diverse.

Onoranze al prof. Righi.

Barattini: A nome della Presidenza della Sezione di Bologna esprime il desiderio che venga spinto attivamente per il tramite della Presidenza, il lavoro di preparazione per queste onoranze che devono risultare degne del grande Estinto per cura e contributo di tutta l'Associazione Elettrotecnica.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Nuovi apparecchi per misure magnetiche.

Non capita troppo spesso, allo stato attuale della tecnica, di poter annoverare degli apparecchi od strumenti che tanto si distacchino dai principii informativi e dalle modalità costruttive degli apparecchi congeneri, da poter meritare la qualifica di «nuovi». Crediamo che questo sia invece il caso del permeometro e del flussometro illustrati dal Prof. SOMAINI alla Sezione di Bologna, per quanto l'A., modestamente, parli solo di «relativa» novità. Con una ingegnosa disposizione il Somaini utilizza infatti le forze d'origine elettromagnetica che si manifestano in un conduttore liquido (mercurio) percorso da corrente ed investito dal flusso da misurare; forze che si manifestano come pressioni e possono quindi agevolmente misurarsi con una disposizione manometrica. L'A. considera da un punto di vista molto elevato la teoria generale dell'apparecchio, ma è da augurarsi che, in una nota successiva, l'Autore stesso o i costruttori dell'apparecchio vogliano illustrarne più ampiamente la struttura ed il funzionamento in modo da renderne più agevole la comprensione a quei tecnici a cui, in definitiva, l'apparecchio dovrebbe essere destinato.

L'impianto dell'Aventino.

Nell'ultima parte della sua comunicazione, l'ing. FANO si occupa oggi brevemente dell'impianto di Taranta sull'Aventino. Crediamo che moltissimi lettori condivideranno l'impressione nostra di vero rinascimento perchè l'A. non ha creduto di fermarsi di più su molti particolari a cui egli modestamente mostra non annettere soverchia importanza, ma che appaiono invece assai interessanti anche ad un esame superficiale. Oltre al canale di cemento armato, posato sul terreno, che costituisce, crediamo, un vero caso di originalità, si vedono subito nella planimetria generale degli accenni a centrali automatiche sulle quali si desidererebbe vivamente di apprendere qualche cosa (specie quando si ricordano le interessantissime osservazioni svolte in proposito dallo stesso ing. Fano durante la riunione di Roma del 1920).

L'esame dei disegni e delle fotografie relative alla Centrale rivelano pure, a chi un po' si occupi di impianti elettrici, molte particolarità non comuni, dalla disposizione delle macchine, dei quadri e dell'apparecchiatura, all'uscita della linea. Dobbiamo quindi formulare l'augurio che, nella annunciata futura sua comunicazione, l'egregio Consocio voglia soddisfare alla legittima curiosità di tanti colleghi.

Non possiamo invece che associarsi senza riserve a quanto il Fano dice a proposito delle corde acciaio-alluminio, usate per la prima volta in Italia in questo impianto dell'Aventino che, sotto tanti riguardi, meritava e merita di essere ben conosciuto.

Il nuovo Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Crediamo di fare cosa grata ai lettori, dando più avanti ampie notizie sulla nuova organizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori pubblici il quale è venuto ad assorbire anche il Consiglio Superiore delle acque. Alcune caratteristiche di questo sono state mantenute nella nuova organizzazione; l'A. E. I. ha avuto un nuovo riconoscimento ufficiale della sua autorità coll'invito a designare un suo rappresentante; fra gli esperti chiamati a partecipare al Consiglio figurano i nomi di alcuni nostri egregi Colleghi... Non ci resta quindi che attendere il nuovo Consiglio all'opera augurando ch'esso risulti organo efficace di propulsione e di sviluppo dell'industria elettrica italiana.

LA REDAZIONE.

□ □ NUOVI APPARECCHI A MERCURIO INTEGRATORI DI FLUSSO MAGNETICO

G. SOMAINI



:: :: :: Comunicazione alla Sezione di Bologna :: :: ::

La constatazione sperimentale delle azioni ponderomotrici a cui sono soggetti i fluidi sottoposti a corrente ed a flusso magnetico incrociati è antica quanto l'elettromagnetismo (¹). Le applicazioni tuttavia scarseggiano.

Nulla saprei citare nei riguardi di applicazioni varie nel campo industriale: anche in quello degli apparecchi di misura, per quanto mi consta, poco c'è da dire.

Un'applicazione dinamica la troviamo nei ben noti coulombmetri Ferranti basata sulla rotazione del mercurio percorso da corrente diretta radialmente in un campo a disposizione omopolare.

Di applicazioni statiche (fluido in equilibrio) non saprei citare che il galvanometro a mercurio di Lippmann ed i due esploratori del campo magnetico di Leduc (²) e di Miot (³) fondati entrambi sullo spostamento di una colonna liquida in tubi graduati verticali innestati in altro tubo orizzontale ripieno di mercurio percorso da corrente.

L'assenza delle applicazioni industriali è subito giustificata, se si considera che tutti i fluidi (mercurio escluso) hanno conducibilità tanto basse, che in essi prevarrebbe di gran lunga l'effetto Joule su quello elettromagnetico e che d'altra parte l'indispensabile intermediario mercurio è assai difficile a maneggiarsi, soprattutto a causa della sua facilità ad ossidarsi ed a comunque alterare la sua conducibilità elettrica, quando non si faccia un'opportuna scelta delle sostanze colle quali viene in contatto ed inoltre non lo si sottragga completamente all'azione dell'aria.

Mi sembrò invece non sufficientemente giustificato l'abbandono in cui nel campo delle misure è stato lasciato da più di un ventennio un tal modo di rivelare il fenomeno elettromagnetico, soprattutto per quanto si riferisce alle applicazioni statiche del sistema, nel qual caso è assai facile di realizzare le condizioni di funzionamento a cui già si è accennato e che garantiscono l'inalterabilità del mercurio stesso.

Un ulteriore incoraggiamento ad occuparmi della questione mi è venuto dal fatto che subito ho intravisto la possibilità di misurare per questa via, colla semplice lettura del dislivello fra due colonne fluide, il flusso magnetico attraversante una determinata superficie e di potere pertanto integrare, con una semplice lettura, il flusso emanante da un magnete od elettromagnete senza che per far ciò occorresse di comunque alterare lo stato magnetico del materiale in prova.

Ne sarebbero derivati flussometri e permeametri che rispetto a quelli balistici avrebbero presentato il vantaggio di una maggior semplicità e quindi sicurezza di impiego e rispetto ai rimanenti risolverebbero il problema di integrare completamente il flusso magnetico, eliminando ogni incertezza relativa ad eventuali dispersioni ed in generale ad un diverso modo di distribuirsi delle linee d'induzione lungo il circuito magnetico in dipendenza del variare della permeabilità.

Mi sono pertanto accinto allo studio della questione ed il risultato di tali ricerche è stato finora la costruzione di un flussometro e di un permeometro di cui farò parola in seguito.

Ma, e per il carattere di relativa novità presentato dall'argomento, per cui si richiede una trattazione un po' generale e perchè risulti ben chiara la struttura ed il funzionamento di apparecchi di questo tipo, credo opportuno di prendere le mosse da quelle considera-

(¹) DAVY: *Phil. Trans.* 1823, pag. 153.(²) *Journ. de Phys.*, VI, pag. 184, 1887.(³) *Centralbl. f. Elektrotechn.*, X, pag. 961. -- *Beiblätter*, XIII pag. 238, 1889.

zioni teoriche che conducono alla concezione generale di quella superficie integratrice del flusso, su cui sono fondati gli apparecchi in parola.

Richiami teorici. — È perfettamente nota, come immediata deduzione della legge di Laplace, l'espressione vettoriale:

$$\vec{\partial F} = \vec{\mathcal{B}} \nabla \vec{U} \vec{\partial v}$$

la quale fornisce il vettore forza a cui è soggetto l'elemento di volume δv sottoposto alla induzione $\vec{\mathcal{B}}$ ed attraversato dalla densità di corrente U .

Il vettore prodotto $\vec{\mathcal{B}} \nabla U$ rappresenta dunque la forza unitaria, cioè quella che viene esercitata dall'incrociarsi delle linee magnetiche colla corrente su ogni unità di volume di conduttore.

Se si tratta, come nel nostro caso, di conduttore fluido, torna più acconcio parlare di pressioni anziché di forze, e poichè il gradiente della pressione p nella direzione del vettore prodotto citato, coincide quantitativamente col vettore prodotto stesso, possiamo senz'altro scrivere:

$$\text{grad } p = \vec{\mathcal{B}} \nabla U$$

e per la componente p_z di p in una qualsiasi direzione $\vec{\partial z}$ scriveremo in generale:

$$\text{grad } p = \vec{\mathcal{B}} \nabla U \times \frac{\vec{\partial z}}{\partial z}$$

espressione che mette subito in evidenza come il gradiente della pressione statica esercitata secondo una qualsiasi direzione sia affatto indipendente dalle dimensioni dell'elemento volumetrico e come esso dipenda esclusivamente dalla componente secondo la direzione considerata del vettore prodotto induzione per densità di corrente.

Tale vettore prodotto potrebbe dunque anche chiamarsi l'effetto ponderomotore specifico del flusso e della corrente da paragonarsi al peso specifico nel campo gravitazionale, dal quale solo dipende l'incremento della pressione in una colonna fluida pesante.

Avremo dunque per l'incremento δp_z della pressione nella direzione $\vec{\partial z}$

$$\delta p_z = \vec{\mathcal{B}} \nabla U \times \vec{\partial z}$$

espressione che mette chiaramente in evidenza:

1) che ai capi di una determinata massa fluida può ottenersi per via elettromagnetica un effetto statico (cioè una differenza di pressione) comunque elevato riducendo indefinitamente due delle tre dimensioni a vantaggio della terza, conferendo in altri termini alla massa stessa una forma filamentosa.

2) che l'effetto statico in parola non dipenderà nè dalla corrente nè dal numero delle linee che attraversano il filamento, ma bensì dalla densità dell'una e delle altre.

3) che a parità di densità e di flusso l'effetto sarà massimo quando, coincidendo la direzione $\vec{\partial z}$ con quella dell'asse del filamento, corrente e flusso attraverseranno il filamento secondo due direzioni normali all'asse stesso e normali fra loro, percorreranno cioè il filamento secondo due direzioni trasversali ed ortogonali. Ne deriva che, mentre nel caso della colonna pesante la direzione da conferirsi all'asse del filamento è ben definita (la verticale), nel nostro caso tale direzione che dà il massimo effetto può variare da punto a punto poichè tutto dipende dalla conformazione del campo magnetico e dal percorso della corrente.

Superficie integratrice del flusso. — Premessi questi richiami di cose ben note e fondamentali, consideriamo ora un filamento fluido teorico (tale cioè che le sue dimensioni trasversali possano ritenersi di ordine inferiore rispetto alla sua lunghezza) ed avvolgiamolo a spirale su di una superficie qualsiasi.

Supponiamo inoltre che le diverse spire siano percorse in senso trasversale da corrente e che questa passi dall'una all'altra spira in guisa che il percorso della corrente e quindi la direzione del vettore $\vec{u}$ risulti tangenziale alla superficie su cui è avvolto il filamento stesso.

Senza togliere generalità al discorso possiamo subito dare una idea concreta di una tale disposizione (fig. 1).

Si avvolga sulla superficie esterna $a a' a'$ di un solido (per es.) di rivoluzione, costituito con materia isolante, una spirale c di filo conduttore e si chiudano a perfetta tenuta i vani elicoidali che vengono a formarsi fra spira e spira con rivestimento isolante $b b' b'$ esterno.

Detti vani elicoidali opportunamente riempiti di fluido conduttore (Hg.) costituiranno il nostro filamento fluido avvolto a spirale.

Supponiamo che la chiusura ermetica alle due testate sia praticata a mezzo di due anelli conduttori.

Applicando fra questi ultimi una certa d. d. p. si formerà lungo tutta la superficie del solido un flusso di corrente I che da $a b$ è di-

retto verso $a' b'$ seguendo le generatrici della superficie considerata e che attraverserà alternativamente le diverse spire del filamento fluido e del filo conduttore interposto fra queste.

Si è dunque realizzato un flusso di corrente che è trasversale al filamento fluido e che si mantiene in ogni punto tangenziale alla superficie su cui esso è avvolto secondo quanto si è stabilito.

Ciò posto consideriamo un elemento superficiale a forma di parallelogrammo di cui sia δx il lato secondo la corrente δs quello diretto secondo l'asse del filamento fluido.

Se in corrispondenza di tale elemento sia m , il numero delle spire fluide contenute in un cm preso secondo la corrente cioè nella direzione δx , i tratti elementari di spirale (accostati l'uno all'altro) contenuti in detto elemento superficiale saranno $m \cdot \delta x$ e ciascuno di essi darà nella direzione δs dell'asse filamentoso un incremento di pressione δp_s ; talchè l'incremento totale δp_{xs} della pressione assiale dovuto a tutti gli elementi filamentosi contenuti nell'elemento superficiale considerato sarà:

$$\delta p_{xs} = m_1 \delta x \delta p_s$$

e per la (2) avremo:

$$\delta p_{xs} = m_1 \delta x \vec{\mathcal{B}} \nabla U \times \vec{\partial s}$$

che, per essere U diretto secondo δx , può anche scriversi:

$$\delta p_{xs} = m_1 U \vec{\mathcal{B}} \nabla \delta x \times \vec{\partial s}$$

Ma lo scalare $\vec{\mathcal{B}} \nabla \delta x \times \vec{\partial s}$ rappresenta, com'è noto, il numero $\vec{\partial \Phi}$ delle linee che attraversano il nostro elemento superficiale; cioè che possiamo senz'altro scrivere:

$$\delta p_{xs} = m_1 u \vec{\partial \Phi} \quad (3)$$

ed enunciare la seguente proposizione interessante:

In ogni elemento della superficie su cui è avvolta la spirale fluida si manifesta una variazione della pressione assiale eguale in valore assoluto al triplo prodotto: numero delle linee magnetiche attraversanti, densità di corrente, nella spirale fluida, numero delle spire per cm di lunghezza, computato nella direzione della corrente stessa.

Indicando ora con $p' - p$ la differenza di pressione fra i due estremi della spirale, avremo, passando ai termini finiti,

$$p' - p = \int m_1 u d\Phi$$

dove l'espressione integrale va estesa a tutta la superficie coperta dalla spirale fluida.

Il caso particolare che più ci interessa si verifica quando sia il prodotto $m_1 U$ costante in ogni punto. Avremo allora:

$$p' - p = m_1 u \Phi \quad (4)$$

In tal caso soltanto la differenza di pressione sarà semplicemente proporzionale al numero delle linee attraversanti la superficie con perfetta indipendenza del modo di distribuirsi delle dette linee.

La sola condizione teorica a cui deve soddisfare la nostra superficie integratrice di flusso è dunque semplicemente ridotta alla seguente:

« In ogni punto il prodotto del passo della spirale fluida contato nella direzione della corrente per la densità della corrente stessa deve essere costante ».

Superficie cilindrica con spirale fluida a passo costante. Misura assoluta del flusso. — La condizione di cui sopra può essere realizzata in molti modi. Fra tutte le possibili soluzioni del problema una sola è effettuabile senza incorrere in speciali difficoltà costruttive ed a questa mi sono finora esclusivamente attenuto.

Si tratta della superficie semplice cilindrica su cui sia avvolta una spirale fluida di cui si mantengono costanti in ogni punto ed il passo e le due dimensioni trasversali del filamento.

Il percorso delle correnti può ritenersi in tal caso rettilineo e diretto secondo le generatrici del cilindro, salvo l'influenza di fenomeni secondari (1) che però è sempre possibile di contenere entro limiti del tutto trascurabili.

Inoltre la sezione totale presentata alla corrente (perimetro della sezione cilindrica media per lo spessore radiale del fletto fluido) risulta costante in ogni punto del percorso e tale risulta pertanto la densità u di corrente.

La condizione della costanza del prodotto $m_1 u$ è dunque soddisfatta, mantenendosi separatamente costanti i due fattori.

A ciò si aggiunge la possibilità di valutare tanto m_1 , quanto u in

(1) Si potrebbe pensare all'effetto di Hall. Ma almeno entro i limiti delle induzioni e delle densità di corrente necessarie a garantire una conveniente sensibilità al sistema, detto effetto non ha dato manifestazioni apprezzabili (aumento di resistenza).

modo esatto per semplici misure assolute di lunghezze e di corrente, il che fa subito pensare ad una misura assoluta del flusso magnetico per questa via.

Basterà, infatti, far comunque sboccare gli estremi della spirale in due colonne piezometriche (p. es., verticali) in cui agisca un fluido di densità d . Se indichiamo con S cm² la sezione presentata alla corrente I , potremo scrivere per la (4):

$$p_1 - p = 981 \, dx = m_1 \frac{I \times 10^{-1}}{S} \Phi$$

da cui:

$$\Phi = \frac{981 \, d \, S}{m_1 \, I} x \quad (5)$$

dove x rappresenta in mm il dislivello fra le due colonne piezometriche prodotto dall'azione elettromagnetica ed I è espresso in ampère (essendo s espresso in cm²).

Sezione del filamento fluido — Influenza della sua forma e delle sue dimensioni. — La (5) può ritenersi rigorosa solo quando tutti i fletti costituenti la spirale fluida subiscano in ogni punto lo stesso gradiente di pressione.

In caso contrario l'equilibrio statico del fluido non è più possibile e si manifesteranno in seno allo stesso dei moti interni permanenti, capaci di alterare il valore del dislivello.

Da esperienze eseguite non sembra che tali alterazioni siano sensibili quando si tratti di spirali fluide di piccola sezione. Così nella prova di un flussometro la cui spirale fluida comportava 4 spire per cm della sezione di un mm² si sono ottenuti risultati conformi alla (5) almeno entro i limiti dell'approssimazione raggiunta.

È tuttavia ovvio che converrà sempre di conferire al fletto fluido una sezione rettangolare di cui solo i due lati opposti normali all'asse del cilindro siano conduttori della corrente. In tal modo la sezione presentata a questa lungo tutto il percorso resta costante e tale risulta la densità di corrente.

Eliminata la prima causa permanente di disuniformi distribuzioni del gradiente di pressione, sarà allora condizione sufficiente perchè detto gradiente resti costante che il vettore induzione tale si mantenga per tutti i punti di una stessa sezione.

Detta condizione è facilmente realizzata quando la spirale fluida giaccia in un traferro di spessore costante e sufficientemente esteso perchè risultino del tutto trascurabili le disuniformità causate dalle brusche variazioni d'induzione che si manifestano alle estremità del traferro stesso.

Ciò si verifica nel permeametro di cui diremo fra poco ed è allora lecito di ingrossare la sezione del filamento fluido allo scopo di ottenere delle rapide indicazioni.

Nei flussometri invece, non potendosi fare assegnamento sulla uniforme distribuzione del flusso, sarà opportuno di fare uso di filamenti di piccola sezione (inutile discendere al disotto del mm²). Ne derivano apparecchi tanto più lenti quanto più sono sensibili e si vede che anche in questo caso è osservata la legge generale a tutti gli apparecchi di misura per cui prontezza e sensibilità sono due caratteristiche escludentesi a vincenda.

Proporzionalità delle letture. — Prescindendo ora dalle particolari esigenze che sarebbero richieste dagli apparecchi per misure assolute, è importante di verificare per le costruzioni correnti se even-

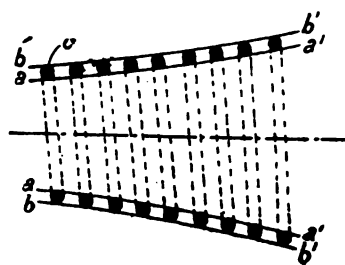


Fig. 1.

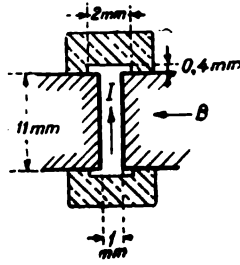


Fig. 2.

tuali imperfezioni costruttive possano comunque alterare la proporzionalità delle indicazioni.

I due apparecchi di cui diremo in seguito costruiti con cura ma facendo uso di mezzi normali (*) hanno rivelato assoluta proporzionalità fra i dislivelli ed il flusso attraversanti la spirale fluida.

Ma allo scopo di renderci conto dell'importanza dei moti perturbatori e dell'influenza di essi sulla proporzionalità, abbiamo creduto

di eseguire una prova su di un apparecchio speciale in cui la spirale fluida era ridotta ad un'unica spira avente la sezione in fig. 2. Come si vede la detta sezione presenta un allargamento in corrispondenza degli elettrodi a e b , il quale riduce la densità di corrente in vicinanza degli elettrodi stessi. Inoltre essendo detti elettrodi disposti ai bordi di un traferro è pure diminuita negli stessi paraggi, l'induzione magnetica.

Per entrambe le ragioni si doveva verificare un notevole squilibrio fra il gradiente di pressione della zona centrale e quello delle estremità, con conseguente produzione di moti interni compensatori d'intensità certamente superiore a quelli che si possono produrre per effetto di semplici imperfezioni costruttive. Tali moti erano infatti di notevole importanza e chiaramente rivelati dall'aumento apparente della resistenza tra gli elettrodi, che si manifestava quando veniva eccitato il circuito magnetico.

Non si sono verificate alterazioni sensibili nella proporzionalità delle indicazioni fintanto che il gradiente della pressione era inferiore alle 20 000 dine per cm. Al disopra di questo valore si manifestava un leggero incurvamento verso l'alto del diagramma dei dislivelli piezometrici in funzione dei gradienti, segno evidente che a partire dal detto valore il regime idraulico dei moti interni subiva una leggera alterazione.

Se ora si tiene presente che negli apparecchi di misura le eventuali imperfezioni costruttive sono di ordine inferiore rispetto a quelle artificialmente ottenute nell'apparecchio di prova anzidetto e che inoltre i gradienti di pressione che ivi agiscono non oltrepassano mai qualche centesimo delle ventimila dine dianzi citate, si può concludere che nessuna alterazione nella proporzionalità può verificarsi per effetto di disuniforme distribuzione della induzione e della corrente nella sezione fluida e che in ogni caso è lecito di aumentare la sezione stessa fino a raggiungere una conveniente prontezza di lettura.

Densità di corrente da adottarsi. — Allo scopo di non produrre variazioni di temperatura nella spirale fluida stessa, le quali alterando le dimensioni del filamento potrebbero alterarne la costante nel corso stesso delle esperienze, è opportuno di non oltrepassare mai i quindici ampère per cm².

Flussometro. — La figura 3 rappresenta il flussometro a cui già si è accennato, costruito per uno scopo speciale: quello di fare de-

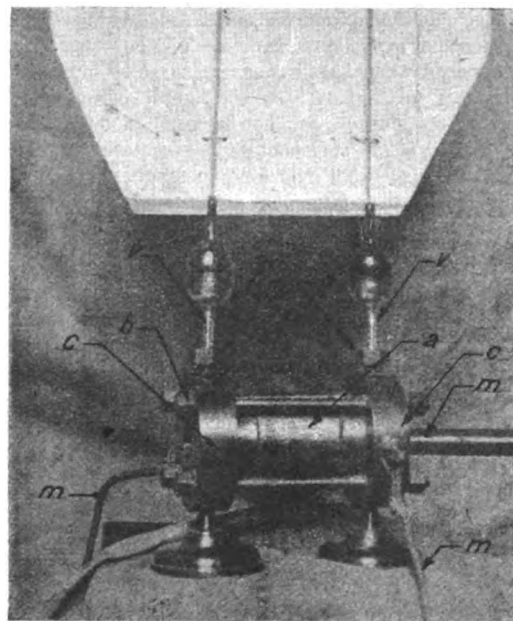


Fig. 3.

terminazioni di magnetismo residuo su provini di ferro sottoposti a trazione meccanica.

Lo descriveremo brevemente. Il cilindro centrale a) porta la spirale mercurica. Esso cilindro è costituito con un tubo di ottone di 25 mm di diametro interno, su cui si è inflato a forza un tubo di fibra. Su quest'ultimo è praticata una scanalatura elicoidale a passo costante di 4 spire per cm su cui è avvolto un filo di argentana del diametro di 1,5 mm. Analoga scanalatura elicoidale è praticata internamente ad un secondo tubo di fibra che viene avvitato a forza sulla spirale di argentana. Fra i due tubi di fibra viene così a formarsi un vano elicoidale ermeticamente chiuso che, riempito di mercurio, costituisce la nostra spirale fluida. Infine un tubo di ottone inflato a forza sul tubo esterno di fibra conferisce solidità all'insieme. Il ci-

(*) Il flussometro è stato costruito presso le officine Cevolani di Bologna ed il permeametro dal laboratorio Allocchio e Bacchini di Milano.

lindro *a*) è chiuso ai lati sui due elettrodi *c*) di rame pressati contro il tubo per mezzo dei bulloni passanti *b*) opportunamente isolati dalla massa degli elettrodi.

Il mercurio della spirale sboccando alle due estremità della spirale stessa prende pieno contatto coi detti elettrodi di rame ed attraversando apposito foro mette capo alle camere dei due premistoppa *p*) in cui sono inflati due tubi di vetro *v*) costituenti le colonne piezometriche. Detti tubi presentano ad un certo punto un forte rigonfiamento il quale viene occupato per metà dal mercurio. La parte superiore è invece riempita da alcool ed il diametro della parte graduata del tubo è trascurabile rispetto a quello del rigonfiamento, in guisa che per tale disposizione i dislivelli e quindi la sensibilità dell'apparecchio risultano moltiplicati in ragione del rapporto fra i pesi specifici del mercurio e dell'alcool (circa diciassette volte).

Per mezzo dei cavi *m*) è data corrente agli elettrodi, la quale, come già si è detto percorre l'ipertubo del cilindro *a*) seguendo le generatrici del cilindro stesso ed attraversando alternativamente mercurio ed argenta.

Gli elettrodi *e*) sono forati al centro in guisa che il foro centrale di 25 mm di diametro è passante ed in esso viene inflato il magnete *m*) od il solenoide di cui si vogliono determinare le linee di flusso.

La taratura dell'apparecchio è stata eseguita introducendo nello stesso un solenoide costituito di due solenoidi uguali disposti l'uno sul prolungamento dell'altro ed aventi i poli centrali accostati e dello stesso segno.

In tal modo il flusso uscente da entrambi i solenoidi tendeva ad uscire radialmente da essi e poteva per la sua quasi totalità essere raccolto dall'apparecchio quando il centro di questo coincidesse col centro del doppio solenoide.

Si è constatata una sensibilità di circa 20 Maxwell per ogni millimetro di dislivello d'alcool quando nell'apparecchio agiva una densità di corrente pari a 10 A per cm², risultato che come si vede conferma quanto sarebbe dato dalla (4) nell'ipotesi che sia (densità dell'alcool a 95°) eguale a 0.8. A causa della piccola sezione della spirale fluida e della notevole lunghezza della stessa l'apparecchio presentava una certa lentezza nel mettersi a regime (circa 80 secondi).

Permeometro. — La disposizione adottata per il flussometro può anche essere detta a solenoide interno in quanto che la spirale mercurica taglia le linee di flusso all'esterno del solenoide che le produce. È questo indubbiamente il modo più semplice di risolvere il problema. Presenta però l'inconveniente di non tener conto del flusso che si disperde nello spazio non trascurabile interposto fra spire eccitanti e spirale mercurica. Si tratta dunque di una disposizione da adottarsi per determinazioni che non esigono molta precisione.

Ma nelle misure di permeabilità e soprattutto in corrispondenza dei valori più elevati dell'induzione magnetica, la determinazione della stessa vuole essere fatta con particolare scrupolosità e l'imprecisione derivante dalle dispersioni deve essere eliminata.

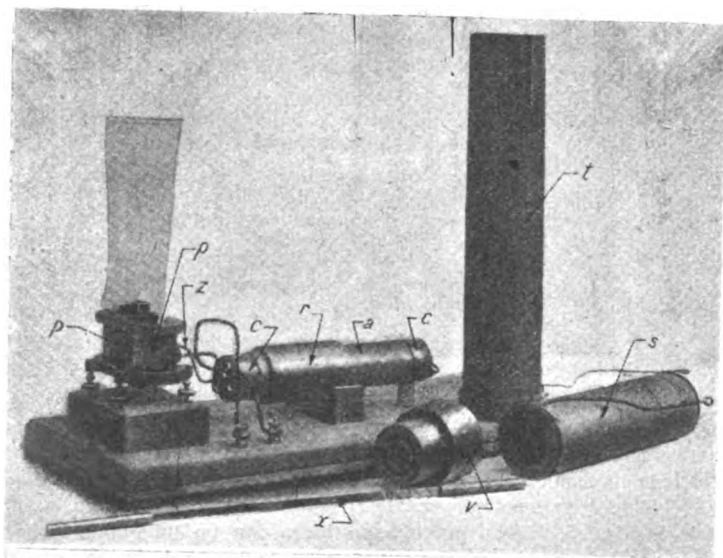


Fig. 4.

Per raggiungere l'intento si è pensato alla disposizione che diamo a solenoide esterno e che è rappresentata nelle figure 4 e 5, la prima delle quali mostra le varie parti del circuito magnetico in cui è introdotto il campione di prova *x*) e la seconda l'apparecchio montato.

In un solenoide *s*) sufficientemente lungo ⁽⁶⁾ e convenientemente provvisto di ferro all'esterno perchè nella sua zona interna centrale si possa ritenere il campo uniforme, è introdotto l'apparecchio di cui *a*) rappresenta il cilindro contenente la solita spirale mercurica e *c*) gli elettrodi.

In corrispondenza dell'ingrossamento *r*) il cilindro *a*) è cerchiato di ferro sia all'esterno che all'interno in guisa che la spirale mercurica si svolge in quel tratto in un lungo traferro anulare che raccoglie la quasi totalità del flusso uscente dal solenoide. A destra ed a sinistra della parte ingrossata *r*) la detta spirale è sufficientemente prolungata perchè l'apparecchio raccolga le circostanti linee disperse.

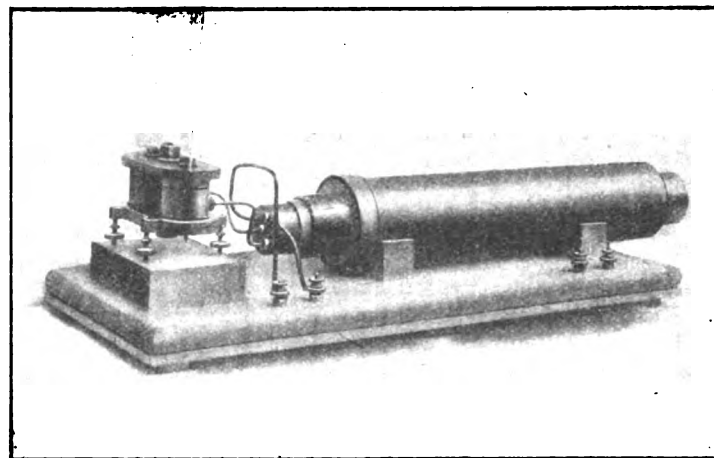


Fig. 5.

Tutto il flusso che è abbracciato dalla spirale mercurica viene quindi segnato dallo strumento e poichè la detta spirale si inoltra fin verso il centro del solenoide là dove il campo, come si è detto, può ritenersi uniforme e facilmente calcolabile quando detta zona centrale è occupata da aria, così la taratura dell'apparecchio si presenta assai facile.

I pezzi *t*) e *v*) chiudono esternamente e lateralmente il circuito magnetico.

Il mercurio della spirale, dopo aver preso come al solito pieno contatto cogli elettrodi, è portato dai tubi di rame *z*) ai pozzetti *p*) su cui sono innestati i tubi graduati dove il fluido agente è ancora alcool.

Allo scopo di rendere le indicazioni dell'apparecchio molto pronte e per tutte le considerazioni già esposte si è conferita alla spirale mercurica una sezione maggiore che non nel caso precedente (2 x 3,5 mmq). Nessuna alterazione sulla proporzionalità si è verificata come era facile prevedere.

Alcuni rilievi devono ancora farsi per quanto riguarda la conformazione magnetica dell'apparecchio, il suo impiego ed il modo di tararlo.

In complesso il circuito magnetico alimentato dal lungo solenoide è tale da presentare minima riluttanza all'esterno del solenoide stesso (poichè ivi esso è quasi completamente chiuso nel ferro) e grande invece all'interno dello stesso, riluttanza che è naturalmente massima quando per l'assenza del provino *x*) tutto lo spazio interno sia occupato da aria.

In queste condizioni si può senz'altro ritenere che l'intensità del campo nella zona centrale sia data semplicemente da $0,4 \pi (n, i)$ essendo (*n*, *i*) le amperspire per centimetro del solenoide.

Analoga supposizione è legittima entro certi limiti anche quando solo una piccola parte della sezione centrale venga occupata dal ferro. Tutto dipende dalla riluttanza per unità di lunghezza del provino stesso. Questa dovrà essere contenuta entro limiti sufficientemente piccoli perchè la riluttanza totale interna si mantenga ancora trascurabile rispetto a quella esterna.

Converrebbe dunque ridurre la sezione di ferro del provino tanto più quanto più elevata è la permeabilità dello stesso.

Ma la sezione da conferirsi al provino sarebbe risultata eccessivamente ridotta rispetto a quella d'aria abbracciata dall'apparecchio, il che avrebbe indotto in qualche imprecisione nella determinazione del flusso attraverso il solo ferro. Inoltre ne sarebbe derivato l'inconveniente pratico di dovere adottare diverse sezioni di ferro per diversi valori della induzione e quindi della permeabilità.

Da calcoli e controlli sperimentali (che non riportiamo per brevità) è risultato che dovendo scegliere un'unica sezione per il ferro

⁽⁶⁾ Diametro medio 80 mm.; lunghezza 400 mm.

La sponda sinistra dell'Aventino, tra Capo Fiume ed il paese di Palena, è costituita da terreni argillosi e detriti di falda, i quali, pur non presentando spiccate caratteristiche di franosità, sono però

Il canale è stato perciò costruito in cemento armato, tutto fuori terra, adagiato su una piccola strada che segue quasi completamente le linee di livello con tutte le relative curve e sulla quale si è steso,

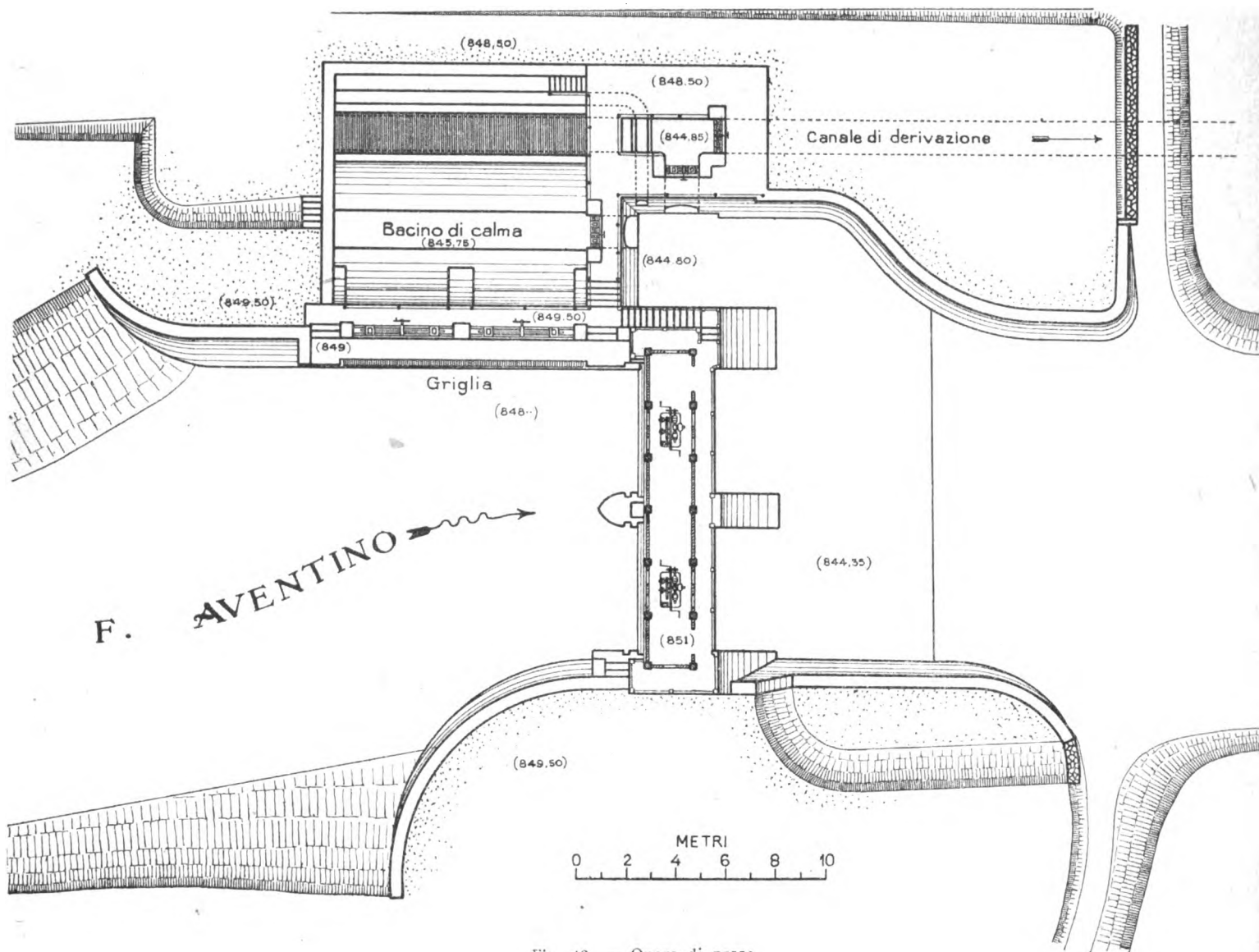


Fig. 46. — Opere di presa.

tali da rendere alquanto difficili le costruzioni e da sconsigliare un tracciato in trincea o in galleria superficiale. Non potendosi adottare per la conformazione topografica del terreno, un tracciato in galleria

prima di costruire il canale un *ballast* di 30 cm di grossa ghiaia che ha il doppio scopo di distribuire il più uniformemente possibile il

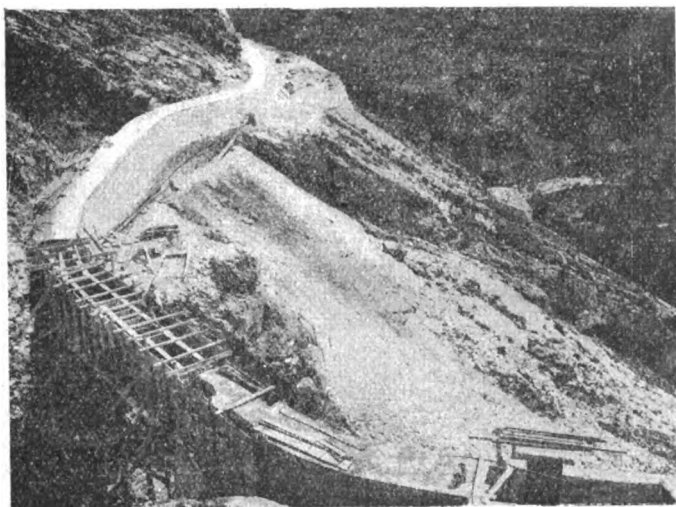


Fig. 47. — Canale in cemento armato.

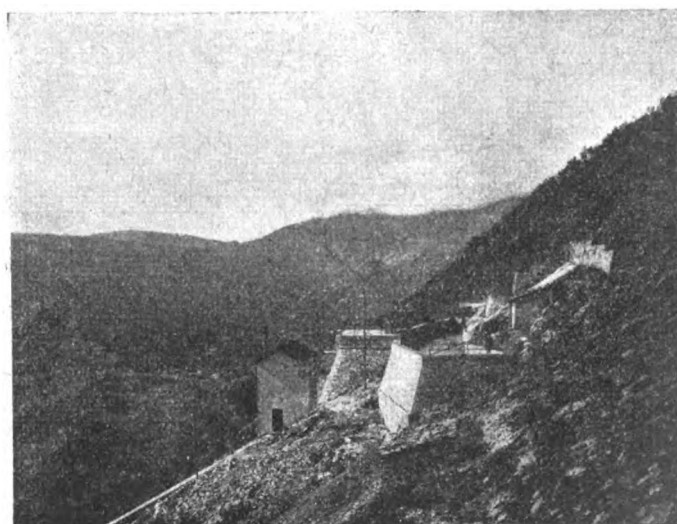


Fig. 48. — Vasca di carico.

profonda, abbiamo pensato, dietro consiglio anche del nostro Geologo Prof. Dal Piazz, di mettere il canale completamente fuori terra disturbando il terreno il meno possibile.

carico sul terreno e di creare, sotto al canale, un drenaggio continuo delle acque scorrenti a monte.

Drenaggi a monte e cunette di scarico ad ogni 100 metri, completano le precauzioni prese per il libero scolo delle acque.

Il canale è ultimato da circa due anni ed in esercizio da oltre 10 mesi senza aver dato alcun segno di movimento. Movimenti, per

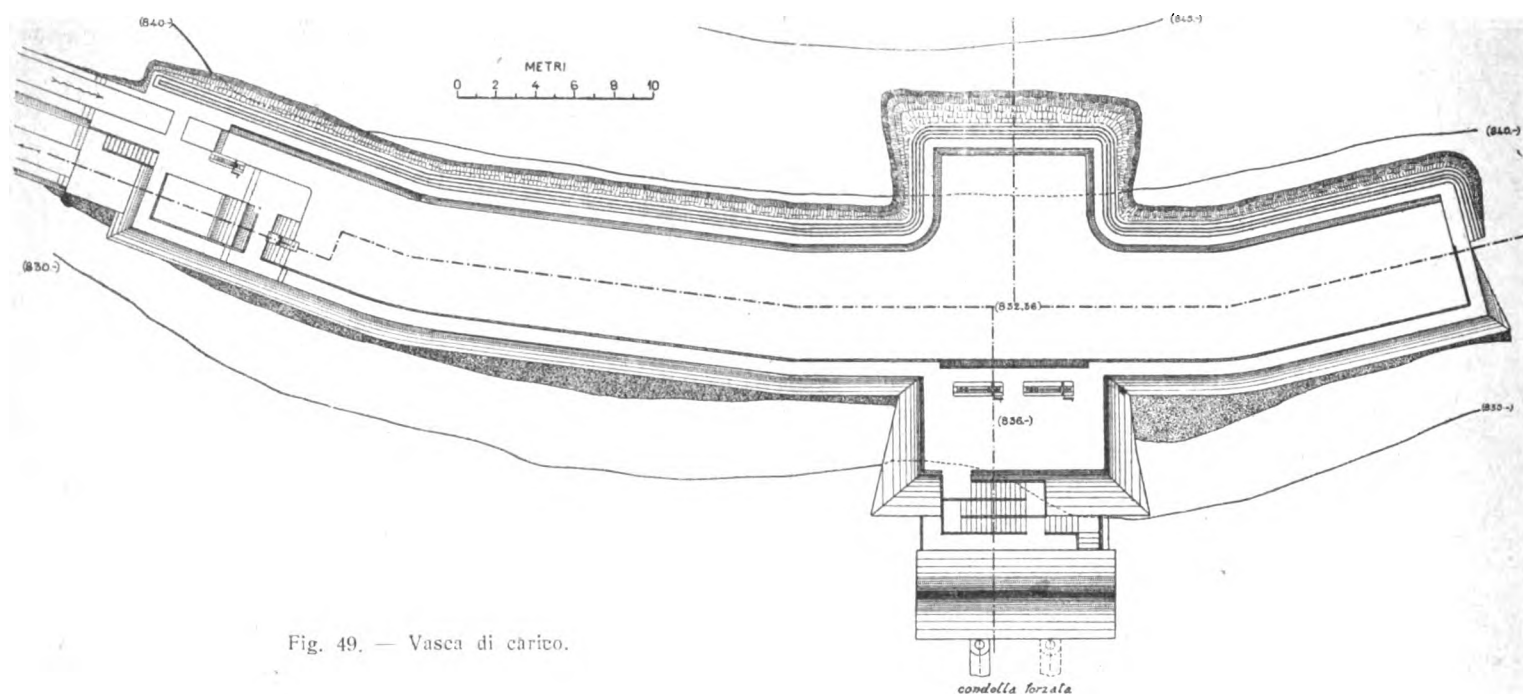


Fig. 49. — Vasca di carico.

Il canale in cemento armato (vedi fig. 45) è calcolato per resistere al carico di sicurezza anche se rimanesse sospeso per una lun-

quanto piccoli, ma che hanno richiesto delle riparazioni, hanno avuto invece le parti del canale che in questo tratto fummo costretti mettere

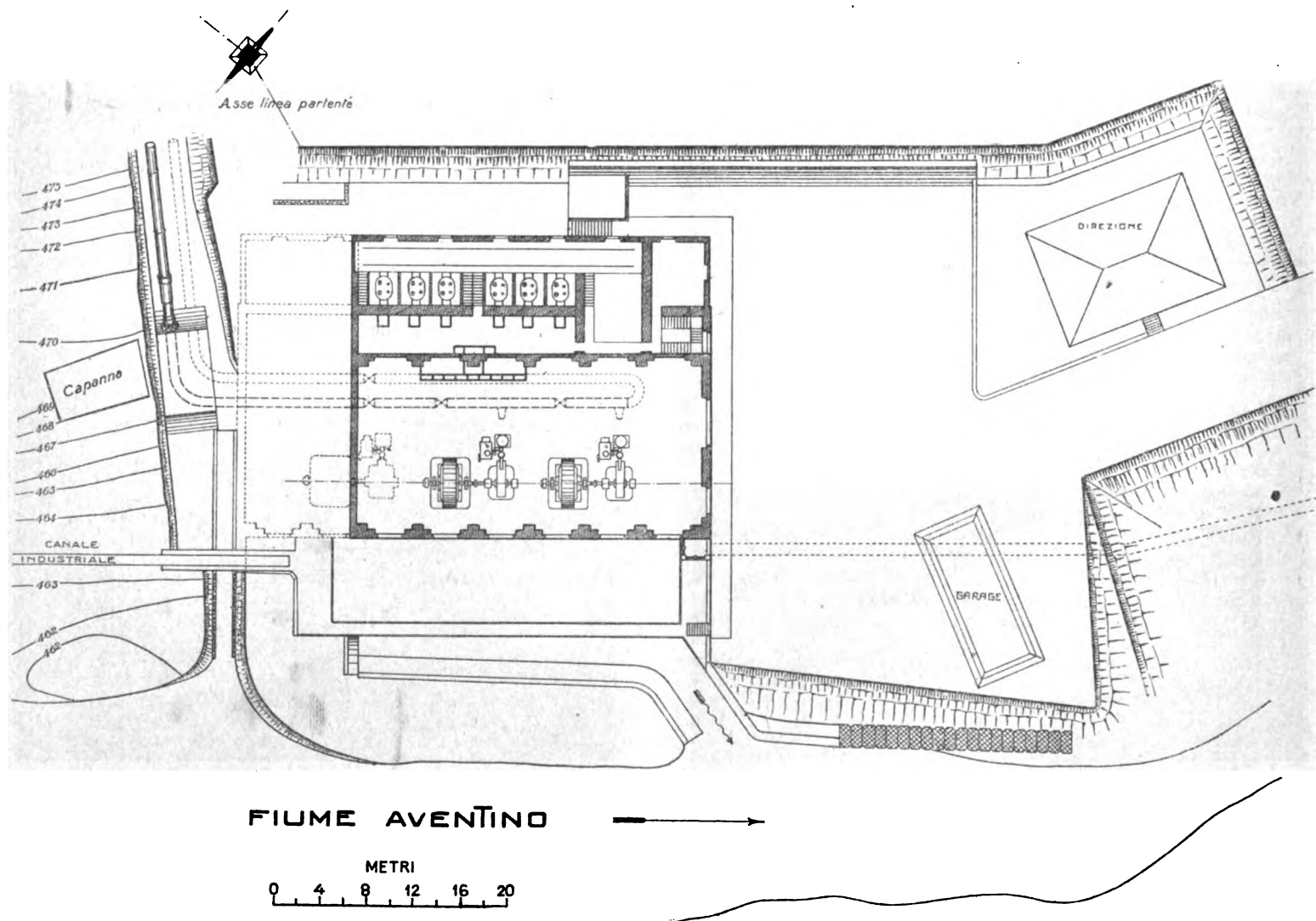


Fig. 50. — Planimetria centrale.

ghezza di 4 metri. Ogni 100 metri in corrispondenza alle sopra accennate cunette, havvi un giunto di dilatazione.

in galleria, necessariamente superficiale. Ciò ha confermato l'opportunità della soluzione adottata.

di prova, nel caso specifico, era opportuna quella di trenta mmq per provini di materiale molto permeabile (lamierini o acciaio dolce da dinamo).

In queste condizioni per i maggiori valori della permeabilità, il campo magnetizzante risulta un poco affievolito e per dedurlo dalle amperspire per cm di solenoide occorre un coefficiente poco minore dell'unità che abbiamo calcolato e controllato sperimentalmente con risultati in sufficiente buon accordo.

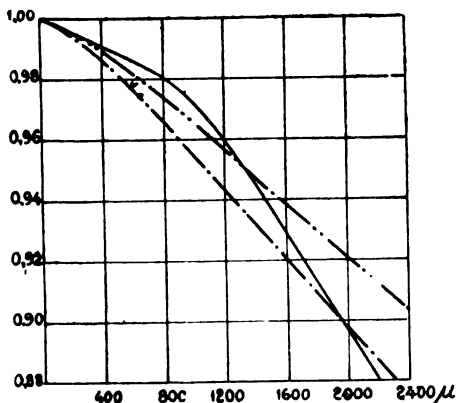


Fig. 6.

Il diagramma della figura 6 (7) fornisce il coefficiente in parola relativo all'apparecchio costruito. Esso diagramma dà senz'altro i valori del coefficiente $\mu = \frac{H}{0,4 \pi n_1 l}$ in funzione della permeabilità del provino, di 30 mmq di sezione.

Si vede che alle maggiori induzioni (od in generale quando la permeabilità discende al di sotto di 400) il coefficiente anzidetto può senz'altro essere uguagliato all'unità coll'approssimazione dell'1%.

Nota la prima coordinata della curva del magnetismo, cioè l'intensità del campo induttore (che è anche quella del campo laterale al provino nella zona centrale del solenoide) e la sezione utile abbracciata dalla spirale mercurica è facile dedurre dal flusso totale segnato dall'apparecchio quella parte di esso che attraversa il provino e l'induzione magnetica corrispondente.

Circa la sezione utile abbracciata dalla spirale mercurica poteva nascere qualche incertezza, non trascurabile dato lo spessore del mercurio. La questione fu risolta sperimentalmente facendo abbracciare lo stesso flusso all'apparecchio e ad una spirale di prova inducente elettricità in un galvanometro balistico (tarato su di un campione d'induzione mutua). (8) È risultato che la detta sezione utile corrisponde a quella il cui diametro è la media dei due diametri interno ed esterno della spirale stessa.

Altre prove più rigorose di conferma sarà opportuno di effettuare.

Dopo quanto si è detto la taratura fatta nell'aria si presenta come ovvia e per la sua speditezza può essere eseguita all'inizio di ogni esperienza in guisa che non è strettamente necessario che la costante dell'apparecchio si mantenga inalterata nel tempo.

Infine la resistenza elettrica fra i due elettrodi ha dimostrato che pressoché trascurabile è quella dei successivi contatti tra mercurio ed argentana. Per l'apparecchio citato abbiamo ottenuto una resistenza costante nel tempo (sei mesi di prova) di un millivolt contro circa 500 millivolt presentati dalla sola spirale di argentana (mercurio assente). Nessun valore apprezzabile di corrente può dunque derivarsi lungo la spirale di argentana capace di indurre per suo conto una forza magnetomotrice deformante quella generata dal solenoide.

(7) La linea continua rappresenta i valori sperimentali. Le due linee punteggiate i valori desunti dal calcolo, attribuendo al ferro della carcassa t due valori della permeabilità compresi entro i limiti fra i quali la detta permeabilità può variare. L'intensità di campo laterale al provino di ferro fu misurata balisticamente con bobina disposta lateralmente al ferro stesso.

(8) La spirale balistica aveva sezione pressoché uguale a quella della spirale mercurica, ed era disposta al centro dell'apparecchio. Il flusso attraversante era quasi esclusivamente concentrato in un provino di ferro centrale ($B=15000$) in guisa che risultava trascurabile l'influenza di un'eventuale non coincidenza fra le sezioni abbracciate dall'apparecchio e dalla spirale di prova.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

DI ALCUNE PARTICOLARITÀ DEI NUOVI IMPIANTI IDROELETTRICI SUI FIUMI TANAGRO ED AVENTINO □ □ □

G. FANO



:: :: :: Comunicazione alla Sezione di Roma :: :: ::

(Continuazione e fine, v. N. 7)

IMPIANTO AVENTINO.

Generalità. — Il fiume Aventino è un affluente di sinistra del Sangro, affluente assai importante perchè alla confluenza con il Sangro (dopo aver ricevuto il Verde) ha una portata media superiore a quella del Sangro stesso. L'Aventino ha origine dalle pendici del monte Secine al confine della provincia di Aquila con quella di Chieti, ma il suo corso perenne s'inizia solo a Capo Fiume, a quota 850, dove sgorgano importanti sorgenti.

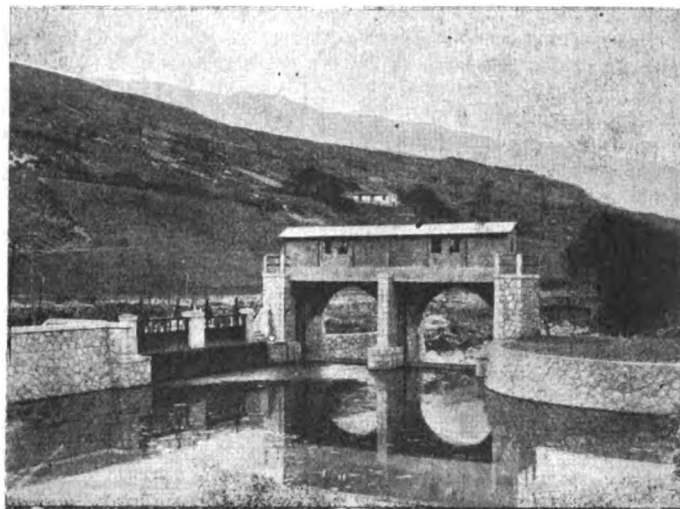


Fig. 42. — Opere di presa da monte.

L'Ufficio da me diretto ha fatto uno studio del completo sfruttamento del fiume dell'Aventino presentando, assieme alla domanda di concessione dell'impianto che è stato costruito, anche il piano regolatore di tutto il fiume, dalle sue origini alla confluenza con il Sangro. Tale piano è stato poi leggermente modificato ed è rappresentato nella sua forma definitiva nella figura 44.

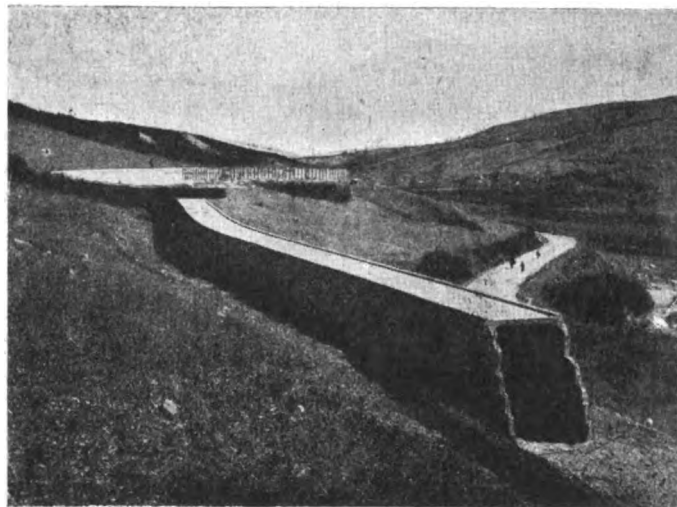


Fig. 43. — Canale.

L'impianto che è stato costruito è il secondo a partire da monte, di detto piano.

La località di presa era dettata dalle condizioni naturali e cioè subito a valle delle sorgenti di Capo Fiume, e così pure la restituzione subito a monte di altre importanti sorgenti (Acque vive di Taranta). Quest'ultima poi non era soltanto dettata da queste condi-

zioni idrologiche, ma anche dalla natura dei terreni poichè la località prescelta per la centrale permette di posare la condotta forzata completamente su terreni rocciosi, mentre subito a valle si presentano, in prossimità del fiume, terreni eminentemente franosi. È nota infatti la gravissima frana di Taranta Peligna che ha distrutto buona parte dell'abitato, e le cui tracce sono tuttora visibilissime.

Schema dell'impianto. - L'impianto dell'Aventino è un impianto assai semplice. Esso è costituito da una presa in località Capo Fiume capace di derivare 4 m^3 secondo; di un canale derivatore, sviluppato sulla sponda sinistra, della portata di 4 m^3 e della lunghezza di chilometri 7,390; di una vasca di carico della capacità di $\text{m}^3 1250$; di una condotta forzata, composta di due tubazioni, di cui per ora è installata una sola, prevista per convogliare 4 m^3 (l'unica tubazione ora installata può portare, con perdita di carico ammissibile, sino a 3 m^3); di una centrale con 3 gruppi elettrogeneratori (turbine Pelton a 420-460 giri al minuto) di cui due installati per ora, della potenza di 4500 kW ciascuno.

La portata utilizzabile (senza regolazione a monte) varia di un massimo di 3 m^3 al secondo ad un minimo di 0,8, con una media di circa 1,6; il dislivello dei peli liquidi tra la vasca di carico e la restituzione è di metri 373,50.

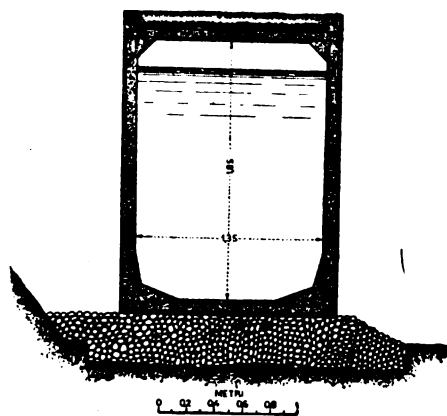


Fig. 45. — Sezione canale in cemento armato.

Opere di presa e di sfioro. - Nessuna particolarità offrono le opere di presa, del tipo di quelle del Tanagro: in questo caso si è mantenuta la vasca di decantazione (vedi fig. 46) perchè il fiume porta, in piena, molta ghiaia.

L'opera di sfioro, costituita da un sifone autolivellatore, è stata portata più a valle onde evitare che l'opera stessa potesse venire sommersa in caso di grandi piene.

Canale derivatore. - Una particolarità interessante (benchè non nuova) è rappresentata da una parte del canale in cemento armato (circa 2 km) (fig. 43).

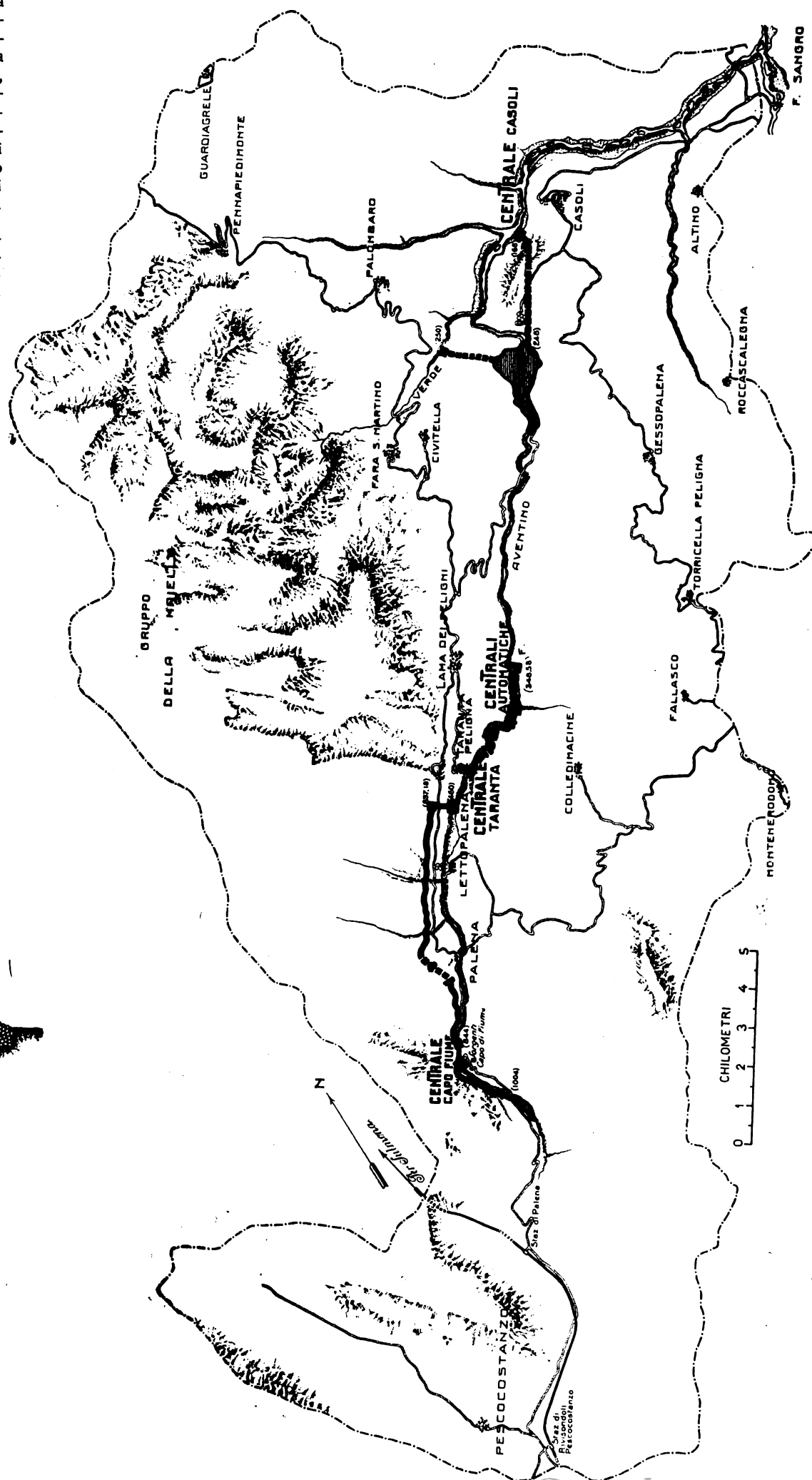


Fig. 44. — Planimetria generale.

cedere 1 volt per ogni chilometro di distanza, ove si tratti di correnti continue e 2 volt per correnti alternate.

«Negli impianti di trazione elettrica sopra specificati, i giunti delle rotaie dovranno in ogni caso essere eseguiti in modo che la loro resistenza non ecceda il 20% di quella relativa a un pezzo normale di rotaia compreso fra due giunti. Le rotaie, qualora non sieno fornite di giunti metallicamente saldati, dovranno essere a brevi intervalli collegate trasversalmente fra di loro, in modo che la resistenza interposta non ecceda quella di un filo di rame di 80 mmq di sezione. Analoga connessione dovrà essere praticata agli incroci, e agli scambi, e dove per qualsiasi ragione la continuità metallica delle rotaie debba essere interrotta. Si eviterà di collegare colle rotaie, e colle condutture elettriche comunicanti con esse, le tubazioni metalliche e le altre masse conduttrici esistenti nel suolo».

Le norme furono comunicate a tutte le Prefetture del Regno verso la fine del 1911, ma non credo che abbiano in verità avuto qualche benefico risultato di applicazione.

Già precedentemente, nel marzo dello stesso anno, la Direzione Generale dei Telefoni dello Stato aveva sentito la necessità di diramare alle proprie Direzioni Compartimentali la circolare di cui unisco copia, appunto per tentare di disciplinare un po' e rendere possibile la pacifica coesistenza degli impianti telefonici sotterranei e di quelli elettrici tramviari. Purtroppo senza alcun successo.

Difatti le noie e le spese derivanti dalle corrosioni elettrolitiche ai nostri cavi sottopiombo continuarono sempre intensificandosi, e nel 1917 ricordo che dovetti recarmi di urgenza a Milano per l'accertamento di gravissimi guasti prodotti appunto dall'elettrolisi e per escogitare provvedimenti immediati ed efficaci allo scopo di evitare la sospensione del servizio telefonico nelle più importanti zone della città.

In quella occasione volli scrivere al Presidente della A. E. I. la seguente lettera:

«Come Ella avrà certamente appreso dai giornali cittadini, l'Amministrazione dei Telefoni dello Stato si trova attualmente costretta a provvedere d'urgenza, affrontando spese ingenti, alla sostituzione di parecchi cavi della rete telefonica urbana guastatisi per diffuse e profonde corrosioni elettrolitiche.

«Questa circostanza mi porge l'occasione di richiamare l'attenzione e l'interessamento della S. V. e dell'A. E. I. sulla questione della elettrolisi, che così gravi danni produce nei cavi telefonici e nelle altre condutture metalliche del sottosuolo.

«Nessuna legge, nessun regolamento municipale prescrivono in Italia norme specifiche per la protezione di tali condutture contro le azioni deterioranti delle correnti elettriche che in particolar modo si sviano dall'armamento a rotaie delle tramvie urbane. Vigge soltanto un articolo molto generico al riguardo nel Regolamento per l'esecuzione della legge 7 giugno 1894, n. 232, sulla trasmissione a distanza dell'energia elettrica, ed è precisamente l'articolo 11 seguente:

«Nelle condutture elettriche è ammesso di far comunicare col suolo una parte del circuito, ma questo deve sempre essere interamente metallico e, nella parte in contatto con la terra, avere i giunti perfetti e le sezioni non meno grandi di quelle che occorrerebbero in un impianto ben proporzionato ove non vi fosse alcuna comunicazione con la terra.

«Dovranno inoltre osservarsi quelle cautele che la scienza e la pratica potranno suggerire per evitare i danni eventualmente dovuti alle derivazioni a terra».

«Ma questo articolo non viene troppo scrupolosamente osservato, e di fatti non si può affermare che gli impianti tramviari delle nostre maggiori città rispondano rigorosamente a concetti tecnici di costruzione e di esercizio tali da permettere e garantire la tranquilla coesistenza degli impianti telefonici nonché di distribuzione d'acqua e di gas.

«L'Amministrazione dei Telefoni dello Stato deve sentirsi grandemente preoccupata di questo frequente ripetersi ed aggravarsi di uno stato di cose che la obbliga ad una ininterrotta sorveglianza e ad una onerosa manutenzione, la quale grava già sul suo bilancio per parecchie centinaia di migliaia di lire. Siffatto onere tende poi sempre più ad aumentare con lo svilupparsi delle reti. Così dicasi per altre Amministrazioni di servizi pubblici, ché la questione non tocca soltanto i telefoni, tocca altresì le aziende tramviarie e quelle idrauliche e del gas.

«Ora, nelle altre Nazioni la questione dei danni cagionati dalla elettrolisi è stata sottoposta ad accurato esame e a serie discussioni, e misure precauzionali e norme peculiari sono state fissate per la protezione delle strutture metalliche sotterranee. Qualche cosa di simile dovrebbe farsi anche da noi.

«Trattando dell'argomento nei numeri 1548-49-50 della Rivista Tecnica di Elettricità del 1911, io scrivevo:

«In Italia l'Associazione Elettrotecnica Italiana potrebbe assumersi l'incarico di trattare a fondo il problema, facendo parte di essa tecnici di capacità, abilità ed esperienza indiscusse. Io ritengo perciò che una Commissione scelta nell'A. E. I. sarebbe veramente indicata per l'esame dell'importante questione, e per determinare quali dei sistemi protettivi finora adottati o proposti sarebbero da accettarsi e da scartare. I consigli di una tale Commissione discussi in speciali riunioni nelle singole Sezioni italiane potrebbero poi anche venire modificati in modo da fissare infine un complesso di norme di indiscutibile pratica ed utilità, che servirebbe, oltre che ad aumentare il credito di cui gode l'A. E. I., a migliorare effettivamente le sorti delle strutture sotterranee».

«Come socio dell'A. E. I. (Sezione di Roma), mi permetto oggi di proporre direttamente alla S. V. Ill.ma che la nostra benemerita Associazione dia anche alla soluzione di questo problema di interesse collettivo il suo valido ed autorevole contributo».

A questa mia lettera, fu risposto, il 7 ottobre, dal Segretario Generale Ing. Bianchi, così:

«Il Sig. Presidente Generale ha ricevuto la sua pregiatissima del 2 ottobre e, essendosi dovuto assentare, mi incarica di ringraziarla anzitutto per la sua proposta di sottoporre all'esame dell'A.E.I. la questione della protezione dei cavi dai danni dell'elettrolisi, e di comunicarle inoltre come il Comitato elettrotecnico Italiano nella sua ultima seduta ha stabilito di trattare appunto questo argomento. Per cui passiamo la sua lettera al Comitato stesso, sicuri che essa verrà presa nella più seria considerazione».

Certamente che le questioni allo studio presso il Comitato elettrotecnico saranno molte e tutte importanti, e che, come ha giustamente osservato il sopracitato Giornale dell'A.E.I. del 25 Gennaio, i membri che lo compongono sono tutti professionisti le cui occupazioni non consentono loro di dedicare all'esame delle questioni stesse tutto il tempo che esse richiederebbero per essere sollecitamente risolte: ciò nonpertanto, per quello almeno che interessa la questione dell'elettrolisi, più di cinque anni sono trascorsi da che sembrerebbe ne fosse stato iniziato lo studio, ma ancora nulla si conosce di ciò che è stato fatto, e, per quanto a me può risultare, la nostra Amministrazione non pare sia stata mai interpellata dal predetto Comitato, neanche per raccogliere almeno quelle notizie, che solo essa è in grado di fornire, sulla portata dei fenomeni elettrolitici che si verificano in varie città d'Italia a danno dei propri impianti telefonici.

Sono grato, per mio conto, all'Ing. Peri per avermi fornito col suo articolo l'occasione di dire anch'io qualche cosa sull'argomento, che riveste indubbiamente una grande importanza, più per i servizi telefonici, io penso, che per altri servizi. Peccato che tutto quanto ha, dirò così, sapore telefonico, sia in Italia tanto poco apprezzato, anche dal Governo, intendiamoci. La stessa A.E.I. si è sempre occupata un po' tiepidamente delle questioni telefoniche e per quanto essa abbia da queste tratto argomento quasi esclusivo delle sue discussioni nel XXIV° suo Congresso tenutosi a Trieste dal 30 Ottobre al 4 Novembre del 1919, non sembra che la sua attività al riguardo abbia avuto un seguito; anzi pare che essa si sia spenta del tutto con la nomina di un Comitato telefonico permanente, cospicuo per nomi e membri, presieduto dal Senatore Mengarini; Comitato che, se non erro in tre anni si è riunito una sol volta, e precisamente il 4 Luglio del 1920!

E dire che se c'era un periodo in cui l'attività e la competenza del detto Comitato avrebbero potuto portare i loro benefici frutti, questo era, nel quale lo Stato si accinge a cedere all'Industria privata la gestione di una parte dei servizi telefonici ora affidati alle sue cure.

Invece può dirsi che il Comitato telefonico permanente della A.E.I. brilli per la sua assenza, proprio quando dovrebbe agire.

Ciò è mortificante per noi telefonici.

Gradisca, Sig. Redattore-Capo, i miei cordiali saluti.

Ing. GIACOMO MAGAGNINI.

A ciò che scrive l'Ing. Magagnini, dobbiamo osservare che per quanto riguarda il Comitato Elettrotecnico Italiano — nel quale il Ministero PP. TT. ha sempre avuto il suo rappresentante — il problema è apparso fin dal principio in tutta la sua importanza; ma anche si è visto che esso non poteva essere risolto in qualche modo, ma richiedeva uno studio ponderato. Lo studio è stato da qualche tempo ripreso da uno dei membri della speciale sottocommissione ed è probabile che se ne debba trattare nella prossima riunione del C. E. I.

Quanto al Comitato Telefonico permanente dell'A. E. I. esso fu costituito per tutt'altri scopi e non crediamo che si sia mai pensato dai suoi promotori ch'esso dovesse occuparsi delle correnti vaganti.

(N. d. R.).

* *

Su una nuova sorgente d'energia.

Riceviamo:

Spett. Redazione dell'«Elettrotecnica».

Milano.

Nell'Elettrotecnica del 15 febbraio 1923 è stata pubblicata una lettera dell'ing. Righi, riguardante «Una nuova sorgente di energia» di cui hanno parlato e vanno parlando i giornali tecnici. L'ing. Righi cita documenti dai quali risulta che pure l'americano Campbell ebbe dieci anni fa la medesima idea.

L'ing. Righi me lo fece pure presente a Bologna quando fui a quella sezione a tenere una conferenza sull'argomento. Io affermai, come è vero, che non conoscevo affatto l'idea del Campbell. Ho potuto avere il numero dell'Engineering News dell'agosto 1913. Infatti fondamentalmente l'idea è la medesima, se non si tiene conto dello svolgimento tecnico a cui noi lo andiamo portando e che nelle sue linee più importanti non è ancora noto al pubblico.

Fortunatamente io pure ho documenti da cui risulta che la mia idea è nata indipendentemente da quella del Campbell, per cui

sento pure di propugnare una idea esclusivamente mia, e ciò faccio con fede ed entusiasmo.

Nel numero del 15 luglio 1922 di L'Industria, io pubblicavo un articolo ancora molto vago in cui cercavo di dimostrare che era possibile ottenere energia sfruttando la differenza di temperatura tra l'acqua esposta al sole in bacini artificiali e l'acqua fredda del fondo dei laghi.

In un altro articolo apparso sul *Monitore Tecnico*, numeri 30 agosto e 10 settembre 1922, sotto il nome di Dornig, ho fatto un passo più avanti, in seguito a considerazioni inevitabili di legame con la prima idea, in cui propugnavo di sfruttare le differenze di temperatura tra la superficie ed il fondo dei laghi. Inevitabilmente l'idea dei laghi mi spinse a conoscere le condizioni termiche dei mari, per cui l'idea passò ad applicazioni al mare. Lo studio delle coste, la maggior parte basse, mi dimostrò che si sarebbe dovuto ricorrere a tubature troppo lunghe per avere l'acqua fredda. E l'idea sboccò nelle centrali galleggianti. Questa, per la verità, la storia della mia-idea. Prego pubblicare. Ringraziando

CARLO BOGGIA.

* *

Sulla legislazione per le condutture elettriche.

Riceviamo la seguente lettera che segnala un inconveniente della nuova procedura per la concessione delle linee elettriche. Abbiamo anche avuto occasione di udire da varie parti lagnanze sulle nuove disposizioni relative agli attraversamenti ferroviari. Ci rivolgiamo perciò ai Soci più competenti in materia perchè vogliano esporre ai nostri lettori lo stato attuale delle due importanti questioni.

Firenze, febbraio 1923.

Spett. Redazione del giornale «L'Elettrotecnica».

Il Ministero delle Poste e dei Telegrafi ha emanato in data 25 gennaio u. s., la circolare N. 413176-3200 della «Direzione Generale dei Servizi Elettrici» con la quale informa le Autorità dipendenti che tutti i progetti per trasmissione a distanza delle correnti elettriche debbono prima dell'inizio dei lavori, essere approvati dal Ministero stesso.

A me pare che si sia così fatto un passo indietro e che la fisionomia di questa nuova disposizione appaia assolutamente antagonista a quella emanante, con sì fresca gioventù, dall'insieme degli atti del nuovo Governo.

Decentrare non vuol dire aumentare il numero delle deliberazioni che debbono partire da Roma. La Direzione Generale dei Servizi Elettrici, dispone ovunque di organi eccellenti completamente preparati a decidere rapidamente e rettamente caso per caso; perchè dunque obbligare l'industria a rallentare ancora il passo già troppo costretto, con nuovi intoppi e scambi di documenti che non possono evidentemente avere alcun valore tecnico?

Se esistono imperfezioni e lacune nella legge 7 Giugno 1894 e relativo regolamento sulla trasmissione a distanza delle correnti elettriche, non mi sembra difficile il rimediare, come dovrebbe essere assai facile cosa il dare istruzioni uniformi per l'applicazione generica delle norme di sicurezza.

Concludendo, dovrebbe bastare un sopralluogo fatto in contraddittorio dalle parti e la firma di un brevissimo e chiaro disciplinare, per risolvere in una sola giornata quello che attualmente richiede varie settimane di tempo e che, con le nuove norme, richiederà parecchi mesi.

Con ossequio

A. INCONTRI.

* *

Sulle trasformatrici polimorfiche.

Riceviamo:

Palermo, gennaio 1923.

Spettabile Redazione.

Nell'esposizione degli ingegnosi dispositivi recentemente studiati dall'ing. Pestarini, si parla anche (pag. 797) di una trasformatrice polimorfa da corrente polifase in corr. polifase di diversa frequenza.

Se ho bene inteso di che si tratta, questo dispositivo non è nuovo, giacchè mi sembra che coincida con la trasformatrice di frequenza detta dai Tedeschi «*Frequenzwandler*» e inventata da W. Meissner nel 1898. Essa ha già trovato impiego in diversi casi, favorendo la soluzione di un problema interessante quale è quello della regolazione economica del motore asincrono, come ebbi occasione di ricordare in un articolo sugli aggregati regolatori (Vol. VII di questa Rivista, fasc. 24-25).

Ciò, peraltro, non toglie merito allo studio dell'ing. Pestarini, il quale messosi da un punto di vista generale ha spinto la ricerca in varie direzioni, ed è da augurarsi che come il «*Frequenzwandler*» ha trovato sanzione nella pratica, così anche gli altri dispositivi studiati riescano altrettanto pratici e vitali.

Con ossequio.

A. SELLERIO.

L'ing. Pestarini ci scrive in proposito ringraziando il Prof. Sellerio dell'attenzione e dell'augurio e ricordando di aver detto esplicitamente all'inizio del suo studio che non tutte le macchine descritte erano nuove. La novità essenziale sta nei doppi poli per la commutazione; dispositivo che l'A. si riserva di analizzare in un prossimo lavoro.

(N. d. R.).

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPLICAZIONI DIVERSE.

E. CAHEN — L'otofono (Discovery, maggio 1921, pag. 122).

Gli inventori hanno dato questo nome ad un nuovo apparecchio destinato alla lettura per i ciechi.

Fino a, il sistema più diffuso affidava la percezione delle lettere al tatto coll'impiego dell'alfabeto Braille il quale richiede una composizione speciale e, malgrado i suoi pregi, riesce tuttavia incomodo, costoso ed obbliga ad una lettura molto lenta.

L'otofono consente invece la lettura di qualunque stampato a mezzo dell'udito. Le singole lettere vengono percepite attraverso un ricevitore telefonico nel quale ciascuna di esse determina un suono caratteristico. E siccome nei ciechi il senso dell'udito è, in generale, molto più sviluppato e sensibile che negli individui normali, così riesce abbastanza facile ad essi imparare a distinguere i diversi suoni, non solo, ma anche i motivi musicali corrispondenti alle sillabe ed alle parole per modo che, dopo un po' di pratica, la lettura con questo sistema riesce facile e spedita. Cogli apparecchi moderni più perfezionati si è arrivati ad una velocità di lettura di 25 parole al minuto.

Il principio informatore dell'apparecchio si basa sulla proprietà del selenio di variare la propria conduttività elettrica in relazione colla quantità di luce dalla quale è investito; ed il fenomeno elettrico segue, quasi istantaneamente, le variazioni luminose.

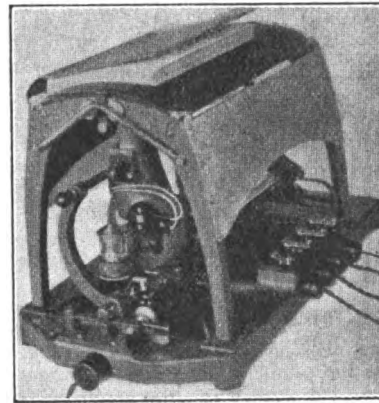


Fig. 1.

L'organo essenziale dell'apparecchio è costituito da una piastrina di porcellana porosa di circa 6,5 mmq sulle due facce della quale viene steso un leggero strato di grafite finemente inciso a zig-zag lungo il bordo. La piastrina viene quindi ricoperta con uno strato di selenio fuso, avendo cura di lasciare sgombra una piccola zona su ciascuna faccia perchè possa servire da elettrodo. Inserendo questo ele-

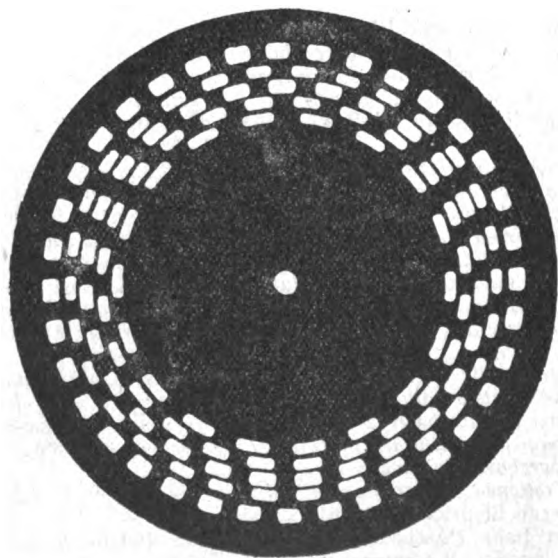


Fig. 2.

mento in serie nel circuito di un ordinario ricevitore telefonico connesso con una batteria, e variando la quantità di luce che lo investe, la corrente subirà analoghe oscillazioni; ad una data frequenza dei lampi luminosi, corrisponderà una analoga pulsazione della corrente e si percepirà attraverso il ricevitore la nota musicale corrispondente al numero delle vibrazioni. Raddoppiando o dimezzando la frequenza si percepirà la stessa nota nell'ottava più alta o nell'ottava inferiore.

La rimanente parte del canale, per molte tratte in galleria in terreni vari (argille, gessi, conglomerati) ma in massima parte calcari, non presenta nulla di particolare.

Vasca di carico e condotta forzata. — Nessuna particolarità presentano pure la vasca di carico scavata totalmente in roccia calcarea, e la condotta forzata, svolgentesi su di una tale falda calcarea a forte pendenza pressochè uniforme. La condotta forzata sottopassa la strada Nazionale a circa un terzo del suo percorso (figg. 49 e 53).

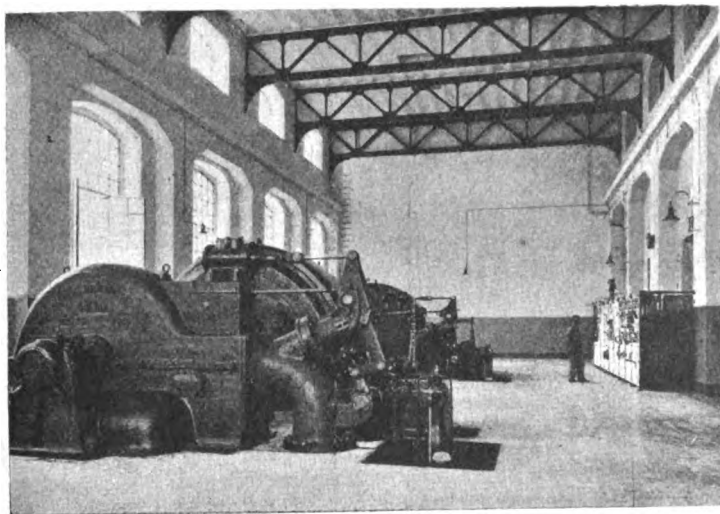


Fig. 51. — Centrale di Taranta - Sala macchine.

Centrale. — Un breve cenno merita invece la disposizione data alla centrale.

La centrale di Taranta produce energia elettrica alla tensione di 5.500 V che viene sopraelevata a 88.000 V, tensione che si dovette adottare per collegarsi con la linea del Pescara.

A quest'ultima tensione l'installazione dell'apparecchiatura elettrica e delle sbarre richiede spazio rilevantissimo. Scartata per varie ragioni, tra cui le condizioni speciali della località, l'idea di un quadro all'aperto, si progettò ed eseguì il quadro sopra alla sala macchine.

Le figure 50 e 52 danno una chiara idea della Centrale: dalla

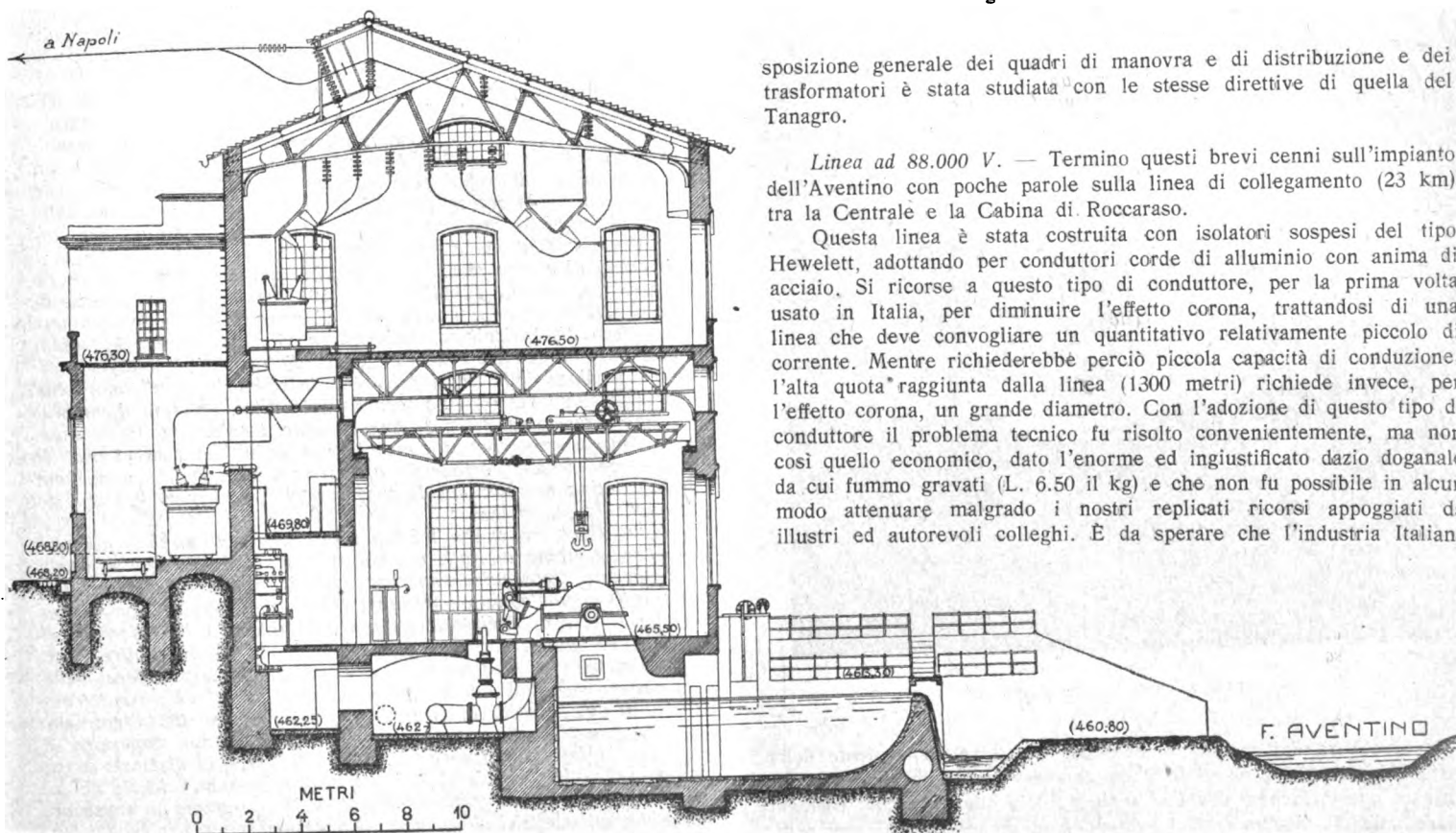


Fig. 52. — Sezione trasversale della Centrale.

sezione risulta che la sala del quadro ad 88.000 V è anche più ampia di quella delle macchine. Il quadro a 88.000 V fu progettato con larghezza per modo da permettere una maggiore tensione (110-115 mila V) senza sostanziali modifiche e ciò in relazione alla possibile modificazione della tensione della linea Pescara. La di-

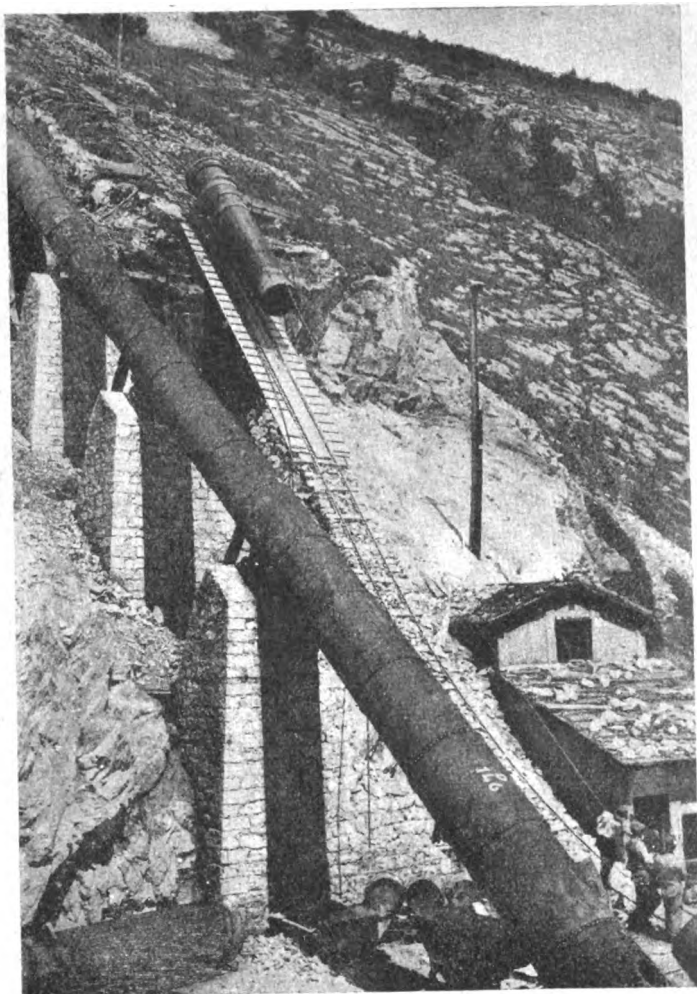


Fig. 53. — Condotta forzata.

sposizione generale dei quadri di manovra e di distribuzione e dei trasformatori è stata studiata con le stesse direttive di quella del Tanagro.

Linea ad 88.000 V. — Termino questi brevi cenni sull'impianto dell'Aventino con poche parole sulla linea di collegamento (23 km) tra la Centrale e la Cabina di Roccaraso.

Questa linea è stata costruita con isolatori sospesi del tipo Hewelett, adottando per conduttori corde di alluminio con anima di acciaio. Si ricorse a questo tipo di conduttore, per la prima volta usato in Italia, per diminuire l'effetto corona, trattandosi di una linea che deve convogliare un quantitativo relativamente piccolo di corrente. Mentre richiederebbe perciò piccola capacità di conduzione, l'alta quota raggiunta dalla linea (1300 metri) richiede invece, per l'effetto corona, un grande diametro. Con l'adozione di questo tipo di conduttore il problema tecnico fu risolto convenientemente, ma non così quello economico, dato l'enorme ed ingiustificato dazio doganale da cui fummo gravati (L. 6.50 il kg) e che non fu possibile in alcun modo attenuare malgrado i nostri replicati ricorsi appoggiati da illustri ed autorevoli colleghi. È da sperare che l'industria Italiana

possa fornire questo tipo di conduttore, con le necessarie garanzie ed a costi equivalenti a quelli del rame (una delle ragioni che ci ha indotti ad adottare questo tipo di conduttori, usato largamente fuori d'Italia per le altissime tensioni, è stato appunto quello di spronare l'industria Italiana ad occuparsene seriamente), ma ove

tatti tra conduttori, benchè la distanza tra essi sia assai notevole (metri 3,10). Questi contatti sono stati probabilmente provocati da movimenti turbolenti dell'aria, e per ovviarvi si misero (conforme

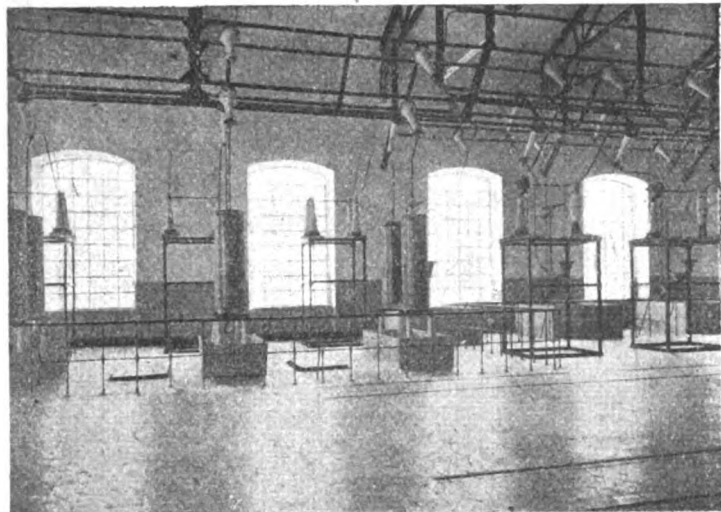


Fig. 54. — Centrale di Taranta - Scaricatori a 80.000 V.

questa non risponda, il dazio doganale vigente ne renderà assolutamente proibitiva la adozione.

Dopo poco tempo che la linea era in servizio, un periodo eccezionalmente burrascoso con venti violentissimi, mise in evidenza alcuni difetti, cui ponemmo prontamente riparo, dovuti al poco peso del conduttore in rapporto alla superficie esposta al vento.

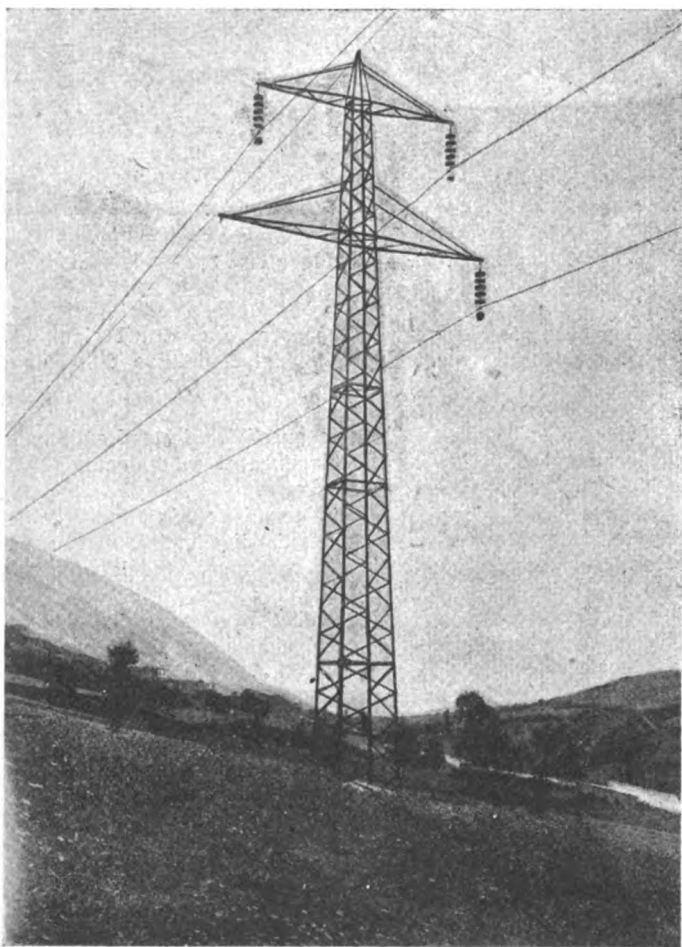


Fig. 56. — Linea a 80.000 V.

Si ebbero dei contatti a terra per eccessivo spostamento delle catene in alcuni pali posti in punti depressi del tracciato, e per eliminare questo inconveniente si aggiunsero in questi speciali sostegni delle palle di piombo sotto le catene (vedi figura 56). In una campata attraversante una valle secondaria si ebbero anche replicati con-

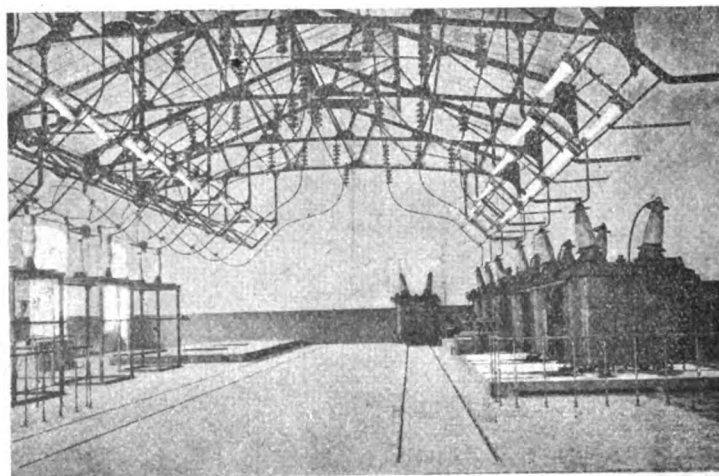


Fig. 55. — Quadro a 80.000 V.

a quanto già fatto in casi simili) dei nastri di piombo sui conduttori a metà della campata onde renderla più stabile.

Dopo queste modifiche non si sono più verificati i suesposti inconvenienti e neppure sino ad ora vi è stato alcun guasto di isolatori.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Per le norme contro le correnti vaganti.

Riceviamo :

Roma, 15 febbraio 1923.

Sig. Redattore Capo del Giornale « L'Elettrotecnica »

Leggo nel fascicolo del 25 gennaio u. s., di codesto giornale, l'articolo dell'Ing. Peri, sulle Correnti vaganti tramviarie e sulla necessità di una legislazione in materia. È una questione che interessa grandemente anche noi ingegneri telefonici e non solamente i gasisti e acquedottisti, ma che a tutt'oggi non è mai stata affrontata in Italia così da darle una soluzione adeguata, nonostante tutti gli sforzi e gli appelli che qualcuno di noi si è sentito in dovere di fare per ottenere dalle Autorità almeno quel minimo di tutela che i pubblici servizi come quelli dei telefoni, telegrafi, gas e acqua, hanno il diritto di pretendere.

Perchè non è esatto ciò che dice l'Ing. Peri che in Italia non si sono verificati quei grandiosi e frequenti casi di distruzione elettrolitica avutisi altrove. Nelle nostre reti telefoniche e cavi sotterranei, specialmente in Milano e in Genova, si sono verificati fenomeni imponentissimi di elettrolisi con danni assai gravi di corrosione che hanno minacciato la interruzione del servizio in larghe zone della città. E l'Amministrazione ha dovuto spendere forti somme per correre ai ripari e continua a spenderne.

Io credo di essere stato uno dei primi a gettare un grido di allarme con un articolo pubblicato nel 1911 sulla Rivista tecnica di Elettricità. Nello stesso anno, in seno ad una Commissione nominata dal Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio per lo studio e la preparazione di un progetto di legge sui trasporti di energia a distanza, a modifica della legge del 1894, io sollevai la questione della elettrolisi. Della Commissione faceva parte l'illustre Prof. Lombardi che, come Presidente della Sottocommissione tecnica, molto si interessò dell'argomento con la consueta sua attività e competenza. E fra le norme tecniche dettate in quella occasione per la protezione degli impianti a correnti deboli contro quelli a correnti forti fu inclusa anche la seguente :

« Nelle linee tramviarie urbane e in quelle extraurbane e ferroviarie, limitatamente ai tratti che attraversano l'abitato, se le rotaie sono impiegate a costituire una porzione del circuito e in genere negli impianti entro l'abitato ove punti diversi del circuito sieno collegati a terra, le cadute di tensione lungo le rotaie, e le differenze di potenziale fra punti diversi del conduttore di terra o delle altre canalizzazioni metalliche esistenti nel suolo non dovranno eccedere, nelle condizioni normali dell'esercizio, 4 volt, ove si tratti di correnti continue, e 10 ove si tratti di correnti alternate. Questi limiti potranno essere eccezionalmente aumentati in una misura non superiore al 100 % ove la intermittenza del servizio elettrico e la distanza considerevole delle altre canalizzazioni, od altre circostanze locali ne lascino presumere la innocuità. Nelle ferrovie e tramvie extraurbane, e negli impianti elettrici che hanno connessioni a terra in luoghi lontani dall'abitato, le cadute di tensione lungo le rotaie e differenze di potenziale fra i punti in comunicazione col suolo non dovranno ec-

posto al caso generale dei liquidi diamagnetici. In qualche caso particolare però si arriva a conclusioni diverse. Se ad esempio si ha una soluzione satura di cloruro ferrico in alcool, lasciandola raffreddare essa diverrà sovrassatura e quindi potremo avere una precipitazione di sale dalla soluzione più fredda; in conseguenza, a parità di volume, la soluzione più calda sarà più paramagnetica. Così avremo un risultato del tutto analogo a quello dei liquidi diamagnetici, benché un poco più complicato per il fatto che la soluzione può restare per un certo tempo sovrassatura prima che precipiti il soluto.

Possiamo concludere in tutti i casi che le considerazioni suesposte portano a prevedere nei liquidi una apprezzabile modificazione alle correnti convettive per parte del campo magnetico.

Nel caso della fusione le cose prendono una forma assai suggestiva e a prima giunta paradossale.

Si abbia ad esempio una provetta piena di acqua distillata; congeliamola e portiamola qualche grado sotto lo zero; lasciamo poi riscaldare in presenza dell'ambiente il ghiaccio così formato. Il ghiaccio da prima si riscalderà finché ad un certo punto comincerà a fondere nelle parti più estreme della provetta; ma non appena comincerà ad aversi dell'acqua, se non si agita e se siamo in presenza di un forte campo magnetico, basterà un piccolo eccesso di temperatura sopra lo zero in alcune particelle, perché queste siano sospinte nelle regioni periferiche della provetta; di modo che il ghiaccio situato nella regione centrale si troverà in presenza di acqua a 0° C e quindi non fonderà. Mentre dunque nella massima parte della provetta si avrà dell'acqua e del ghiaccio fondente, nella regione interna potrà aversi del ghiaccio a temperatura anche inferiore allo zero; e se il termometro si trova nella parte centrale della provetta si avrà qualche cosa che simula un abbassamento della temperatura di fusione.

Perfettamente l'opposto avverrà per tutti gli altri corpi diamagnetici che non hanno la singolarità dell'acqua. Per produrre il campo l'A. si serve di un grande elettromagnete vecchio tipo Weiss, le cui espansioni polari terminano con estremità piane rettangolari.

Una circolazione ad acqua assai complicata protegge la parte centrale del campo, dove va posto il liquido in esame, dalle radiazioni termiche dei rocchetti.

Fra le estremità polari è posto un recipiente di zinco della capacità di circa quattro litri, ripieno di acqua, mantenuta a temperatura costante e facilmente rinnovabile, ed è munito di due agitatori e di un termometro diviso in decimi di grado. Dentro a questo recipiente (che si restringe nella parte centrale per dar modo di adoperare campi intensi) si trova una provetta cilindrica pure di zinco, che porta nel suo fondo un dischetto di ebanite munito nel suo centro di un piccolo incavo, e nell'estremità superiore un sostegno di ebanite con quattro punte. La provetta di ottone in cui va posto il liquido in esame, poggia con la sua estremità inferiore (terminante a punta) sull'incavo del dischetto di ebanite e si appoggia superiormente alle quattro punte. Così le due provette sono separate da una intercapedine costante di aria, in modo che le condizioni non cambiano sensibilmente nel corso delle esperienze (ciò che potrebbe influenzare i risultati e falsarli).

§ 2). — PROCEDIMENTO E RISULTATI SPERIMENTALI. - Fusione. —

Le prime esperienze furono quelle di fusione del ghiaccio. L'A. poneva nell'acqua distillata della provetta un termometro di Beckmann diviso in centesimi di grado. Il bulbo del termometro era protetto da un piccolo e sottile recipiente in vetro ripieno di mercurio. Questo recipiente, adattato al termometro con un anello di gomma, proteggeva il bulbo da pressioni che esercitate dal ghiaccio potevano alterare le indicazioni del termometro e forse anche romperlo.

Le letture erano fatte con un piccolo cannocchiale.

L'acqua veniva raffreddata con una miscela frigorifera di ghiaccio e cloruro di sodio. Quando il termometro segnava vari gradi sotto lo zero (9-10) si levava la provetta dalla miscela frigorifera, si asciugava accuratamente all'esterno e si poneva entro la provetta di zinco.

Mentre lasciando scaldare il ghiaccio liberamente notava che a 0° C l'aumento di temperatura indicato dal termometro si arrestava, ponendo il campo magnetico quando il termometro segnava ancora qualche grado sotto zero si osservava invece un fatto a prima giunta paradossale. Il termometro cioè, pur non arrestandosi del tutto, segnava un rallentamento fortissimo a qualche centesimo di grado sotto zero. La curva di riscaldamento tracciata nel diagramma temperatura-tempo, presentava, cioè, non più un tratto parallelo all'asse dei tempi, ma in sua vece un flesso ben visibile e spostato alquanto sotto lo zero. Si aveva insomma un apparente abbassamento della temperatura di fusione, che, con campo intenso, (circa 20 000 gauss) poteva raggiungere i sette centesimi di grado.

Che tale abbassamento del punto di fusione non possa essere che apparente viene suggerito dai noti calcoli termodinamici del Du Bois. In ogni modo, per assicurarsi di ciò, l'A. pose ghiaccio pesto fondente nel campo magnetico. Non si osservò alcun effetto sulle indicazioni del termometro (mentre si sarebbe sicuramente apprezzata una variazione di 2 millesimi di grado).

Non resta dunque altro a concludere che il ragionamento fatto innanzi corrisponda alla realtà, almeno in questo caso.

Tra i liquidi diamagnetici diversi dall'acqua si presta particolarmente bene il benzolo, che fonde ad una temperatura vicina all'ordinaria (circa 5° 1/2 C). Una cura piuttosto lunga richiese all'A. la purificazione di questo liquido; purificazione che ottenne per successive cristallizzazioni e distillazioni in corrente di aria secca.

Il risultato sperimentale concorda ancora con le previsioni teoriche, cioè, questa volta col campo si ha un flesso, naturalmente più rapido che per l'acqua, situato ad una temperatura di qualche centesimo di grado superiore a quella di fusione.

Curve di raffreddamento. — Il tempo, tanto nelle esperienze di fusione come nelle precedenti era dato da un cronometro di precisione Hewit e Son; mentre però nelle esperienze di fusione, a causa della maggior lentezza del fenomeno, le letture erano fatte ogni minuto primo, qui lo erano ogni 30 secondi.

Il termometro si trovava sempre nella parte centrale del campo magnetico.

Anche in queste esperienze l'A. cominciò dal caso dell'acqua. Egli scaldava il liquido fino ad una certa temperatura determinata e lo faceva poi raffreddare, una volta liberamente e un'altra volta in presenza del campo, ponendo la provetta nel recipiente termostatico sopra citato, mantenuto sempre alla stessa temperatura.

Le temperature da cui si cominciano ad osservare i raffreddamenti non possono essere, naturalmente, del tutto uguali; in ogni modo si partiva sempre, in ogni serie di esperienze, da temperature estremamente vicine tra di loro.

I risultati concordano con le considerazioni teoriche. Si ottiene cioè una diminuzione assai meno rapida di temperatura quando vi è il campo che non quando il raffreddamento avviene liberamente; ciò almeno da principio, mentre poi col tempo la differenza delle due velocità di raffreddamento va a diminuire. Nella seguente tabella è riportata una serie di risultati ottenuti sperimentando sul raffreddamento dell'acqua, portata inizialmente alla temperatura di 52° 6 C, mentre il recipiente termostatico in cui avveniva il raffreddamento era mantenuto alla temperatura costante di 22° 4 C. L'intensità del campo nella parte centrale, era dell'ordine di grandezza di 20 000 gauss.

Senza campo		Col campo	
Temperatura	Variazioni della temperatura in 30" (esprese in centesimi) di grado	Temperatura	Variazioni della temperatura in 30" (esprese in centesimi) di grado
47° 95		48° 37	
45° 40	255	46° 70	167
43° 04	236	45° 08	162
40° 90	214	43° 57	151
39° 04	186	42° 13	144
37° 37	167	40° 82	131
35° 89	148	39° 62	120
34° 56	133	38° 48	114
33° 39	117	37° 41	107
32° 37	102	36° 40	101

Riportando in ascisse le medie successive di due valori contigui della prima colonna e in ordinate i valori della seconda colonna, cioè in ascisse la temperatura e in ordinate quantità proporzionali alla derivata della temperatura rispetto al tempo, si ottiene la curva della figura 1. È noto che la legge di raffreddamento di un solido lasciato liberamente raffreddare nell'ambiente è una legge esponenziale, cioè la temperatura è una funzione esponenziale del tempo; ma siccome la derivata di un esponenziale è ancora un esponenziale, ne viene che (se T è la temperatura e t il tempo) nel diagramma $\frac{dT}{dt}$, T , la linea rappresentativa del fenomeno deve essere una retta.

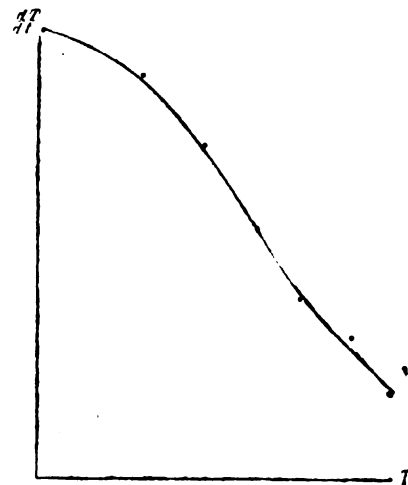


Fig. 1.

Dalla figura 1 si vede l'influenza della convezione per la quale la legge di raffreddamento del liquido non è più esponenziale. La figura 2 ottenuta analogamente alla 1, coi valori delle colonne 3 e 4, mostra come il campo magnetico ostacoli la convezione fino al punto di renderne insensibile l'effetto.

Come l'acqua sopra i 4° C si comportano gli altri liquidi diamagnetici; ponendo nella parte centrale un termometro, si dovrà os-

servare perciò, anche qui, un raffreddamento più rapido (almeno dapprima) col campo che senza.

E infatti risultati analoghi si hanno per il benzolo e per l'etere solforico, su cui l'A. ha ripetuto le esperienze.

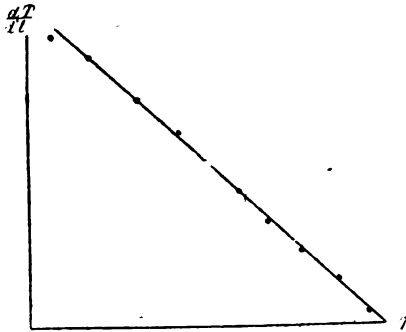


Fig. 2.

L'A. ha sperimentato successivamente con un liquido paramagnetico e precisamente con una soluzione di cloruro ferrico in alcool. Il termometro era tenuto al solito nella parte centrale del campo. La soluzione non era satura. Si otteneva un risultato del tutto conforme a quello previsto al paragrafo 2, vale a dire contrario al caso generale dei liquidi diamagnetici; si aveva cioè un raffreddamento più rapido col campo che senza. Riportiamo una serie ottenuta con l'intensità di circa 20 000 gauss nella parte centrale del campo. La soluzione era scaldata inizialmente a 52° C e il recipiente termostatico in cui avveniva il raffreddamento era mantenuto a 25° C.

Senza campo		Col campo	
Temperatura	Variazioni della temperatura in 30" (esprese in centesimi) di grado	Temperatura	Variazioni della temperatura in 30" (esprese in centesimi) di grado
44°,07	177	44°,82	229
42°,30	172	42°,53	197
40°,58	161	40°,56	173
38°,97	139	38°,83	153
37°,58	122	37°,30	135
36°,36	109	35°,95	113
35°,27	100	34°,82	105
34°,27	91	33°,77	94
33°,36	80	32°,83	85
32°,56	74	31°,98	76
31°,82		31°,22	

Il Pierucci osserva che si può anche operare sperimentalmente nel caso particolare di una soluzione di cloruro ferrico che sia satura da principio e che per raffreddamento divenga sovrasatura. Nella tabella seguente sono riferiti i risultati di una serie di esperienze fatte con una soluzione satura a 56° C, temperatura alla quale si portava inizialmente il liquido. Il termostato di raffreddamento era mantenuto a 29°,5 C. Come ben si vede, invece di aversi col campo un raffreddamento più rapido, si ha un raffreddamento assai più lento (almeno da principio) proprio come nel caso dei liquidi diamagnetici.

Senza campo		Col campo	
Temperatura	Variazioni della temperatura in 30" (esprese in centesimi) di grado	Temperatura	Variazioni della temperatura in 30" (esprese in centesimi) di grado
48°,35	215	48°,85	153
46°,20	180	47°,32	144
44°,40	172	45°,88	136
42°,68	146	44°,52	138
41°,22	120	43°,14	150
40°,02	105	41°,64	146
38°,97	84	40°,18	121
38°,13	78	38°,97	100
37°,35	72	37°,97	88
36°,63	67	37°,09	76
35°,96	61	36°,33	69
35°,35		35°,64	

Evidentemente qui il fenomeno è abbastanza complicato per il fatto che, almeno per un certo tempo, la soluzione può restare sovrasatura prima che il soluto in eccesso precipiti; in ogni modo si vede però come dapprima siano inferiori i raffreddamenti col campo a quelli senza campo; mentre poi questi divengono e si mantengono superiori. Del resto, in questo caso di eccezione, complicato di per sé stesso, non si può pretendere di avere dei risultati ben netti.

È notevole però come la discussione teorica dia conto esaurientemente anche di questo comportamento particolare.

*

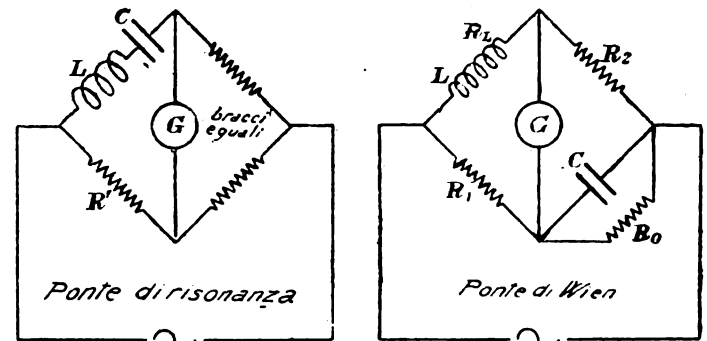
Concludendo, vari risultati sperimentali, apparentemente poco connessi fra di loro e dei quali a prima giunta sembra difficile la spiegazione, si possono collegare e prevedere nelle loro più minute particolarità con un semplice ragionamento teorico. In ultima analisi un campo magnetico intenso e non del tutto uniforme ha per effetto di modificare profondamente la convezione del calore nei liquidi; e in certi casi può praticamente annullarla, in modo che questi liquidi vengono a comportarsi allora, per la propagazione termica, presso a poco come solidi.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

H. V. HIGGITT — Impiego del ponte per la determinazione della resistenza effettiva di una bobina di induttanza o di un condensatore. (Electrician, 2 febbraio 1923, pag. 114).

Il metodo del ponte di Wien per la misura della resistenza effettiva di una bobina con induttanza richiede, per dare buoni risultati, la conoscenza delle perdite nel condensatore le quali devono essere determinate con metodi comparativi molto laboriosi.



Schema dei ponti di risonanza e di Wien.

Gli schemi qui descritti permettono di determinare le perdite della bobina di induttanza e del condensatore separatamente facendo uso di due differenti forme di ponte.

Dettagli del metodo.

L'induttanza e la capacità vengono prima riunite in serie in un braccio del ponte; degli altri tre bracci in cui non vi sono resistenze reattive, uno è costituito di resistenze regolabili, gli altri due si fanno di solito eguali. Questo ponte viene chiamato « Ponte di risonanza ».

L'induttanza e la capacità o la frequenza devono essere regolabili. Ottenuto l'equilibrio nel « ponte di risonanza », vien formato un altro ponte in cui la bobina di induttanza e il condensatore, coi loro valori invariati, occupano due bracci opposti. Degli altri due bracci, formati con resistenze non reattive, una deve essere regolabile. Sul condensatore vien derivato uno shunt e si cerca l'equilibrio per la stessa frequenza di prima regolando questo shunt e il braccio regolabile.

Questo ponte vien chiamato « Ponte di Wien ». Posto: L = induttanza in henry, C = capacità in farad, $\omega = 2\pi \times$ frequenza, R_L = resistenza effettiva dell'induttanza, g = conduttanza in mho, R_C = resistenza effettiva del condensatore, R_1, R_2 = resistenza dei bracci del ponte di Wien, R_0 = resistenza della shunt del condensatore nel ponte di Wien, R' = resistenza apparente della bobina di induttanza assumendo una capacità perfetta, R'' = resistenza apparente della bobina di induttanza, col ponte di Wien, supponendo la capacità perfetta.

Tutte le resistenze sono espresse in ohm.

Col ponte di risonanza si ha:

$$\begin{aligned} R' &= R_L + R_C \\ R_L &= R' - R_C \end{aligned} \quad (1)$$

Col ponte di Wien:

$$R_L = R_1 R_2 \left(\frac{1}{R_0} + g \right)$$

ma:

$$R'' = \frac{R_1 R_2}{R_0}$$

quindi:

$$\begin{aligned} R_L &= R'' + R_1 R_2 g \\ R_L &= R'' + R_1 R_2 \frac{R_C}{R_0^2 + \left(\frac{1}{\omega C} \right)^2} \end{aligned}$$

Per condensatori in cui lo sfasamento fra tensione e corrente differisce dall'angolo retto di meno di un grado (cioè per condensatori praticamente perfetti), R_C^2 è trascurabile di fronte a $\left(\frac{1}{\omega C} \right)^2$, quindi:

$$R_L = R'' + R_1 R_2 R_C (\omega C)^2 \quad (2)$$

In questo modo l'ascoltatore, variando la velocità, può adattare l'apparecchio al proprio udito.

L'otofono (fig. 1), ha, a un dipresso, le dimensioni e l'aspetto di una comune macchina da scrivere; nella parte superiore è disposta una lastra di vetro sulla quale va appoggiato il foglio da leggere. La luce di una apposita sorgente luminosa, costituita da un piccolo filamento incandescente collocato nella parte inferiore di un braccio mobile, viene diretta sotto il vetro d'appoggio ed il braccio viene fatto scorrere lungo le linee di stampa in modo da illuminare successivamente le singole lettere. Nel braccio mobile è inserito uno speciale disco forato (fig. 2), mantenuto in rapida rotazione da un motorino magneto elettrico, ed esso, intercettando a tratti il fascio luminoso, determina le pulsazioni della luce. La piastrina di selenio è collocata all'estremità superiore del braccio, immediatamente al di sotto della lastra di vetro e dà passaggio al fascio luminoso attraverso un piccolo foro in guisa che la luce va a colpire direttamente il foglio, mentre la piastrina viene investita dalla luce riflessa.

Le cinque serie di fori praticate alla periferia del disco, sono predisposte in modo che ciascuna determini una pulsazione luminosa corrispondente ad una data nota musicale; l'insieme delle cinque note costituisce la scala dell'apparecchio e, quando sulla lastra di vetro sia collocato un foglio bianco, l'ascoltatore percepirà il motivo musicale determinato dalla sovrapposizione delle cinque note. Se invece sul piano d'appoggio si disporrà un foglio a stampa, i segni neri delle lettere impedendo la riflessione della luce, intercetteranno per il tratto ad essi corrispondente, l'emissione delle note, per cui a ciascuna lettera viene a corrispondere una combinazione di pause che determina il motivo caratteristico della lettera stessa percepito attraverso al ricevitore telefonico.

Con questo sistema, adottato nei primi apparecchi, l'ascoltatore percepiva i motivi musicali che si potrebbero chiamare complementari di quelli delle lettere. Negli apparecchi ultimi, più perfezionati, è stato introdotto un secondo elemento, compensatore, mediante il quale agli spazi bianchi corrisponde il silenzio ed ai segni neri delle lettere, il suono. In questo modo le lettere vengono percepite direttamente mediante il loro motivo caratteristico e la lettura riesce così più facile.

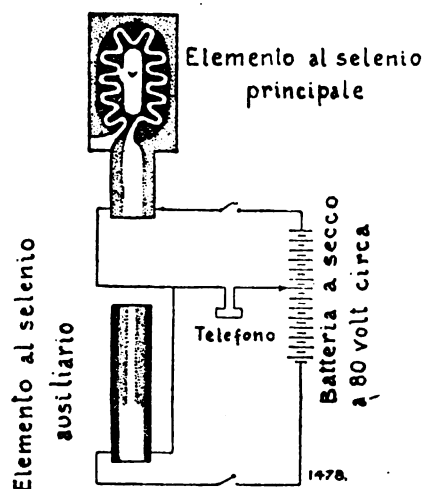


Fig. 3.

La fig. 3 riproduce lo schema delle connessioni dell'apparecchio. Una serie di lenti permette di adattare la larghezza del fascio luminoso che attraversa la zona forata del disco all'altezza della stampa in modo che la scala fondamentale resti invariata per i diversi tipi di caratteri.

L'invenzione è dovuta al Dr. E. E. Fournier d'Albe di Londra e l'apparecchio è stato, successivamente, perfezionato dai signori Barr & Stroud di Glasgow.

g. a. r.

* *

CONDUTTURE.

L. ROSENBAUM — La determinazione del sovraccarico nelle linee aeree. (E. T. Z., N. 36 del 7 settembre 1922, pag. 1134).

L'A. si propone di determinare una regola empirica, la quale sia in sufficiente accordo con le norme recenti (1919) del V. D. E. e che permetta di calcolare in modo semplice il sovraccarico (dovuto a neve o ghiaccio) di cui debbesi tener conto nella calcolazione delle linee aeree.

La formula data nelle prescrizioni del V. D. E. è la seguente:

$$(1) \quad G = 180 \sqrt{d}$$

in cui G rappresenta il sovraccarico in gr-m, e d il diametro del conduttore in mm.

Ora, se si assimila il sovraccarico stesso ad un manicotto di ghiaccio a sezione anulare, con diametro interno d e di spessore s , detto γ_g il peso specifico del ghiaccio, si può evidentemente scrivere:

$$\pi s(d + s) \gamma_g = 180 \sqrt{d}$$

da cui si ottiene, posto $\frac{180}{\pi \gamma_g} = k$:

$$(2) \quad s = -\frac{d}{2} + \sqrt{\frac{d^2}{4} + k \sqrt{d}}$$

Si verifica allora facilmente che, posto per k il proprio valore ($\gamma_g = 0,9$), i risultati che fornisce la (2) in un intervallo abbastanza vasto e precisamente per diametri da circa 6,5 mm a circa 16 mm, differiscono assai poco da 10 mm.

Ne segue che, per calcolare il sovraccarico, nell'intervallo di validità sopra indicato, si può far ricorso alla regola empirica che immediatamente scaturisce dal risultato ottenuto: assimilare cioè il sovraccarico stesso ad un manicotto di ghiaccio, con peso specifico 0,9 e con spessore di 10 mm, circondante il conduttore o la fune. (Un tal modo di procedere è del resto già seguito, salvo i valori numerici che naturalmente variano a seconda delle condizioni climatiche delle varie regioni, nelle prescrizioni Svizzere (1908) ed in quelle Americane).

Il valore del sovraccarico G cui si perviene in tal modo, non differisce che di pochissimo dal valore che si otterrebbe applicando la (1): nei limiti di validità già dichiarati, l'errore si mantiene inferiore all'1,5% (vedi fig. 1).

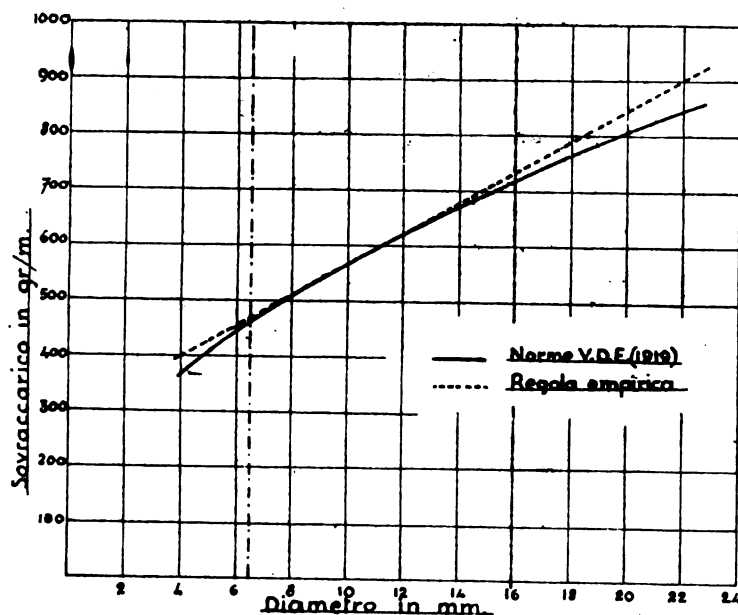


Fig. 1.

Meno interessanti sono i risultati cui giunge l'A. sostituendo nelle considerazioni che precedono, al ghiaccio la neve, supposto per essa un peso specifico $\gamma_n = 0,16$; si giunge allora, come è facile verificare, al risultato seguente: per diametri da circa 5 a circa 9 mm, il sovraccarico può considerarsi come dovuto ad un manicotto di neve con spessore di 27 mm; e per diametri da circa 9 a circa 16 mm, lo spessore da introdurre nel calcolo può ritenersi di 30 mm. Con tali valori però, è bene avvertire che gli errori in cui si incorre in confronto della (1), sono più notevoli che non quelli che si commettono seguendo la regola empirica precedente.

Chiudono l'articolo alcune brevissime considerazioni sull'influenza che hanno sul calcolo delle linee aeree il sovraccarico dovuto al vento (di cui occorre tener presenti i valori massimi istantanei) ed i limiti di temperatura ammissibili.

f. n.

*

M. FOERSTER — L'impiego di sostegni in cemento armato centrifugato nella linea Trollhättan-Västerås. (E. T. Z., N. 35 del 31 agosto 1922, pag. 1109). (1)

Nella linea ad alta tensione (130 000 volt) Trollhättan-Västerås (Svezia) messa in servizio nel dicembre del 1921 sono stati usati su larga scala supporti in cemento armato centrifugato.

Il tipo di supporto scelto è costituito da due pali verticali di altezza variabile tra m 18,45 e 19,45, messi in opera con interasse di m 12 e riuniti nella loro parte superiore da una traversa orizzontale lunga 18 m. A quest'ultima vengono ammassati, con isolatori a sospensione, i quattro conduttori di linea, distanziati tra loro di 6 m.

L'adozione del cemento armato centrifugato si limitò dapprima ai soli pali di sostegno, mentre la traversa portante superiore, veniva costituita da un traliccio di ferro, fortemente zincato, allo scopo di mettersi al sicuro contro i pericoli della ruggine.

Senonché l'ottima prova che avevano dato i pali, già in opera, anche nelle peggiori condizioni climatiche, spinse in seguito i te-

(1) A completamento di quanto già pubblicammo nel N. 30 del 1922, a pag. 724.

cnici a costruire in cemento armato centrifugato anche la traversa portante: si è così giunti al tipo di sostegno rappresentato in fig. 1.

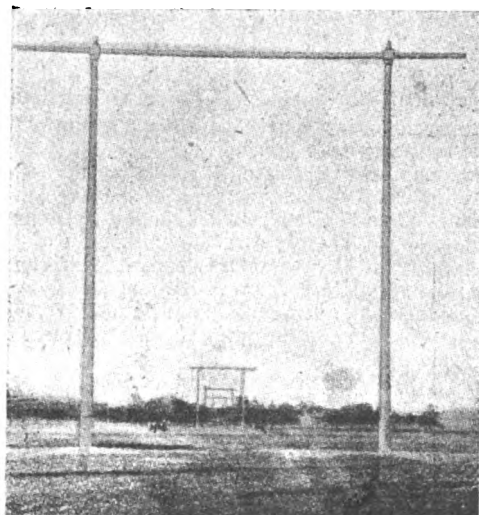


Fig. 1.

La fig. 2a dà il dettaglio della unione tra pali e portante superiore: la messa in posto di quest'ultimo procede in modo del tutto analogo

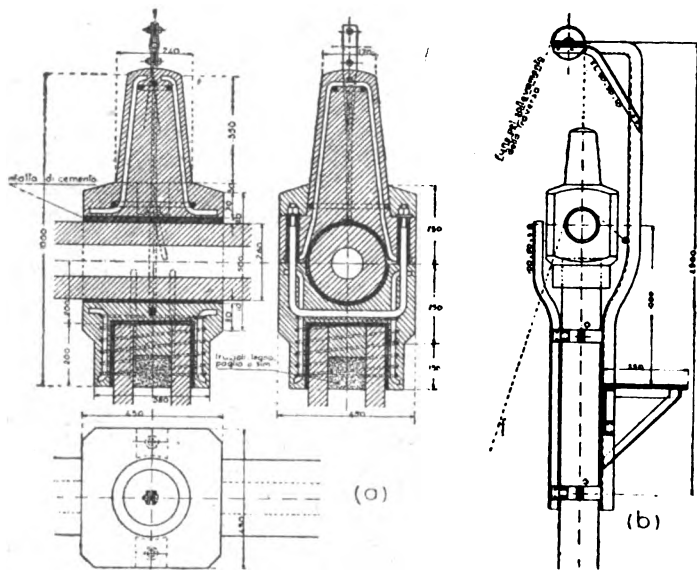


Fig. 2.

al montaggio di un albero sui propri supporti e segue la messa in opera dei pali. Nella fig. 2b è rappresentata l'armatura usata per il

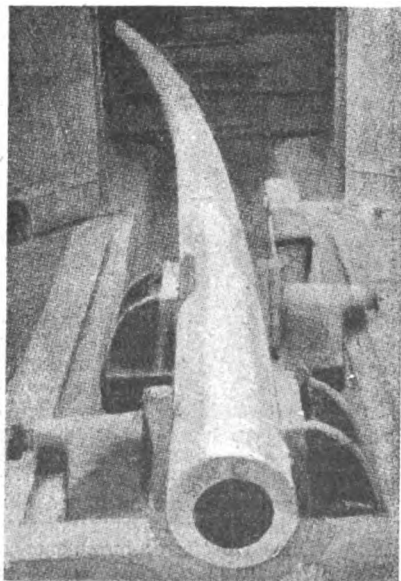


Fig. 3.

sollevamento e per il montaggio della traversa: una volta questa in posto, coll'allentamento dei bulloni di serraggio delle staffe s, si pro-

voca la discesa dell'intera armatura fino alla base del palo: dell'armatura, il cui abbassamento viene regolato dalla fune *f*, si usufruisce poi naturalmente per ulteriori operazioni di montaggio.

Lo stato Svedese, per conto del quale la linea è stata costruita, esigea tanto per i pali quanto per le traverse portanti dei coefficienti di sicurezza 2 e 4 nei riguardi della deformazione permanente e della rottura, rispettivamente: a tal uopo opportune prove venivano condotte su circa il 5 per cento del materiale fornito. Assai interessante in proposito è la fig. 3, la quale mostra fino a qual grado di deformazione si possa giungere coi beton centrifugati prima di provocarne la rottura: (2) quest'ultima si manifesta di solito contemporaneamente nelle fibre tese e in quelle compresse; e spesso anzi prima in queste che in quelle. Il fatto poi che tanto i pali che le traverse, costruiti a Cossebaude presso Dresda, hanno subito, prima della messa in opera, un lungo viaggio per terra e per mare senza che essi ne risentissero danno alcuno, dimostra le loro buone proprietà anche nei riguardi delle sollecitazioni dinamiche. *f. n.*

* *

ELETTROFISICA.

M. PIERUCCI — Alcuni effetti del campo magnetico sui liquidi. (Il Nuovo Cimento, luglio 1922, serie 6^a, vol. 24, pag. 45).

§ 1). — Osservato come sino ad oggi non sia stata osservata né preveduta una influenza qualsiasi del campo magnetico sulle proprietà termiche dei liquidi, l'A. si propone il seguente problema: ricercare se un qualche effetto, sia pure per via indiretta, possa prodursi sulle proprietà termiche dei liquidi quando questi siano sottoposti a campi magnetici di intensità abbastanza elevata. Evidentemente non è da ricercarsi un effetto sopra i calori specifici dei liquidi, quando si pensi che il ferro stesso non modifica che poco il suo calore specifico anche sottoposto a campi molto intensi.

Inoltre una variazione notevole del punto di ebullizione di corpi che a temperatura ordinaria sono liquidi è pure da escludersi (l'effetto è forse osservabile sperimentalmente nel caso dell'ebullizione dell'ossigeno liquido).

Nei liquidi rimangono dunque da considerare:

1) un eventuale effetto Weiss.

2) un possibile cambiamento nella propagazione del calore.

Il primo, data la grande differenza di permeabilità che passa fra il bismuto e i corpi ferromagnetici da una parte e tutti i liquidi dall'altra, non può essere che molto piccolo nel nostro caso; non è forse impossibile tuttavia, con accurate esperienze, trovarlo anche nei corpi ordinariamente liquidi; ma l'A. non se ne cura che indirettamente, per assicurarsi cioè che il suo ordine di grandezza è moltissimo al di sotto di quello delle grandezze da lui misurate e quindi non può perturbare i risultati.

Resta dunque da considerare, infine, soltanto il secondo effetto, cioè: un possibile cambiamento della propagazione del calore nei liquidi.

A questo punto la ricerca potrebbe scindersi in due parti: una riguardante la *conduzione*, l'altra la *convezione*. Ma, come tutti sanno, i liquidi non metallici possiedono una piccola *conduttività* termica; in essi la propagazione del calore avviene in modo prevalentemente meccanico, per convezione. Inoltre, come si è visto, la *conduttività* varia notevolmente (sotto l'influenza del campo magnetico) solo per i corpi ferromagnetici e per il bismuto. Dimodochè, in conclusione, ci resta solo da studiare un eventuale effetto sulla *convezione*.

L'A. dice subito che con campi uniformi non si prevede alcun cambiamento; è da notarsi però che in pratica un campo magnetico molto intenso non può essere perfettamente uniforme, a meno di operare in una regione molto ristretta, il che è difficile a realizzarsi, specialmente in esperienze sul calore.

Egli comincia col trattare dei liquidi *diamagnetici*, escludendo dapprima l'acqua fra 0° e 4° C.

Tolto il caso del bismuto (che qui non si considera) la *suscettività massica* ha un valore costante (negativo), indipendente dalla temperatura. Ma il liquido coll'aumentare della temperatura diminuisce anche (in valore assoluto) la sua *suscettività volumica*. Se quindi la parte centrale del recipiente in cui si trova il liquido è posta nella zona più intensa del campo, ivi avremo del liquido più caldo perchè quello più freddo tenderà ad essere sospinto (contrastando in parte la gravità) nelle parti periferiche del campo e vi rimarrà se la distribuzione del campo non varia; come effetto finale si avrà una tendenza ad ostacolare i moti convettivi, sempre maggiore col crescere dell'intensità del campo.

Se si tratta quindi di un liquido che si raffreddi, *coeteris paribus*, una volta nell'ambiente libero e un'altra volta in un forte campo magnetico, nel centro dovremo osservare che, almeno da principio, la diminuzione di temperatura è meno rapida col campo che senza.

Per l'acqua a pochi gradi sopra zero accadrà precisamente l'opposto.

Passando ai liquidi *paramagnetici*, l'A. osserva che la *suscettività massica* diminuisce col crescere della temperatura; a maggior ragione diminuirà quindi quella *volumica*; sarà trattenuto o richiamato perciò nella parte più intensa del campo il liquido più freddo. Generalmente il risultato finale nel caso dei liquidi *paramagnetici* sarà dunque del tutto analogo a quello dell'acqua 0° e 4° C, cioè op-

(2) Vedi anche *L'Elettrotecnica*, N. 29 del 15 ottobre 1922, pag. 686.

valore positivo, ciò significa che anche la resistenza negativa del circuito è al suo massimo di ampiezza; il valore medio del potenziale di griglia è positivo e va aumentando e quindi anche la corrente di placca aumenta. Ne deriva che, finché la resistenza del circuito è negativa, l'oscillazione in esso continua ad amplificarsi e il massimo

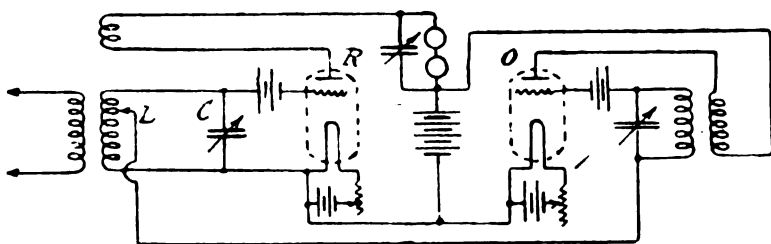


Fig. 6.

di ampiezza si avrà con un certo ritardo rispetto al massimo di tensione positiva di placca. Ne deriva che la componente di corrente, che corrisponde alla frequenza di variazione e che entra in gioco nel circuito di placca per il raddrizzamento della frequenza r. t., è in ritardo di fase rispetto alla f. e. m. ausiliaria, che agisce nel circuito

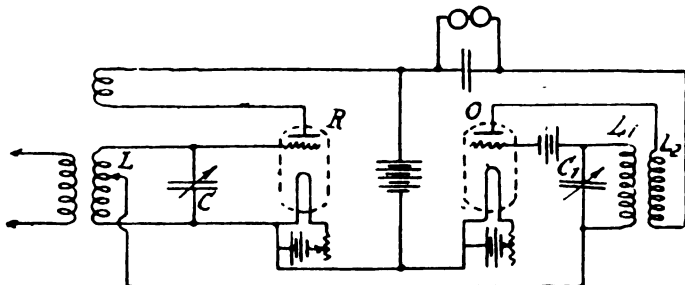


Fig. 7.

di placca. Tale circuito manifesta così una reazione induttiva rispetto a tale f. e. m.; questa reazione può essere compensata mediante l'aggiunta del condensatore C_1 con forte miglioramento nella stabilità di funzionamento e un aumento nella intensità dei segnali.

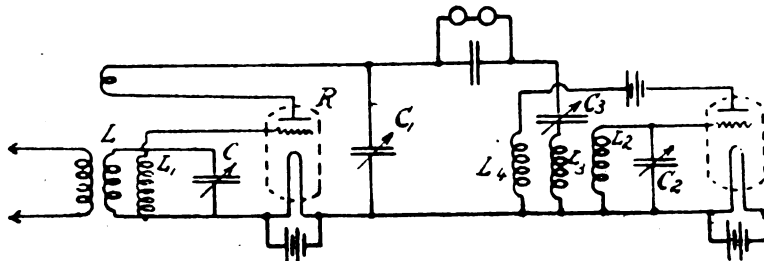


Fig. 8.

Il problema di più amplificazioni successive col sistema a super-rigenerazione è molto complicato a causa delle reazioni induttive fra i diversi circuiti, che provocano effetti molto più sentiti di quelli che si hanno negli ordinari sistemi di amplificazione. La difficoltà è sormontata sintonizzando i circuiti della seconda amplificazione per la

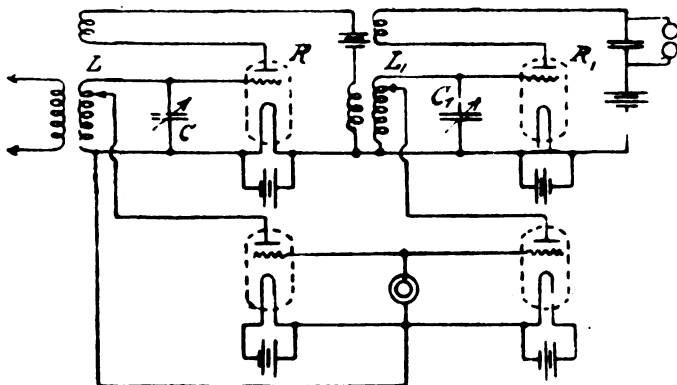


Fig. 9.

seconda armonica della frequenza in arrivo; tale armonica, a causa delle grandi quantità di energia messa in gioco, è molto accentuata nel circuito di placca del primo amplificatore e può raggiungere lo stesso ordine di grandezza della fondamentale, quando si provveda a mantenere la griglia fortemente negativa. Si fa così lavorare il secondo stadio di amplificazione per una frequenza doppia di quella dell'onda ricevuta. Una sistemazione di circuito adatta a tale scopo è

rappresentata in fig. 9., in cui le resistenze positive, nei due successivi stadi di amplificazione, sono fatte variare con un unico oscillatore, che agisce sincronicamente con l'intermediario dei due triodi inferiori.

I principali risultati ottenuti col nuovo metodo di amplificazione sono i seguenti: A pari distanza e a pari numero di triodi usati, l'amplificazione raggiunta è molto più forte che con qualunque altro sistema; un segnale appena percettibile coi metodi ordinari, diventa col nuovo metodo perfettamente udibile; un segnale udibile con media intensità diventa così forte da poter essere udito in qualunque punto di una grande sala.

Il sistema a super-rigenerazione è tanto più efficace quanto più corta è la lunghezza d'onda ricevuta; non è praticamente vantaggioso che per onde al di sotto di 1000 metri. Esso da ultimo ha la preziosa proprietà di proteggere gli apparati riceventi dai fruscii dovuti a onde smorzate; tale proprietà selettiva trova spiegazione nella soppressione periodica di qualunque oscillazione libera: nei metodi di reazione ordinaria, ogni impulso dà luogo a una oscillazione libera, che dura relativamente a lungo (1 millesimo di secondo e anche più) per effetto del piccolo smorzamento dei circuiti oscillanti; col sistema a super-rigenerazione e quando si usi una frequenza di variazione super-udibile, la durata di tali oscillazioni libere è ridotta a $\frac{1}{20000}$ di secondo.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

WALCKENAER — L'utilizzazione del combustibile nelle ferrovie francesi. (R. G. E., 10 giugno 1922, N. 23, pag. 868-871).

Le statistiche compilate in Francia del traffico della fine del 1920, confrontate con quelle ante-guerra, hanno portato a constatare una diminuzione notevole del servizio, non ostante l'aumento del numero di locomotive e quindi della potenza totale impiegata.

Questo minor servizio ha richiesto il 10 per cento in più di combustibile. Infatti il consumo, che nel 1913 era stato di 8.100.000 tonnellate di carbone, torba e coke per le sei reti, si è elevato nel 1920 a 8.900.000 tonnellate.

Nel 1913 il consumo medio delle locomotive per tonnellata-chilometro rimorchiato (compresa la tara dei vagoni) non oltrepassava i 65 g; nel 1919 era arrivato a 80 g circa, vale a dire aveva subito un aumento del 25 per cento.

Le principali cause di questo aumento possono riassumersi così:

- 1) Qualità inferiore dei carboni, di cui è raddoppiato il tenore in ceneri e la cui natura e pezzatura non rispondeva ai requisiti dei diversi focolari;
- 2) Peggior stato delle macchine, per ragioni di guerra e per essere state affidate a personale meno pratico;
- 3) Minor cura e abilità dei meccanici e macchinisti, dovute a nuovo personale assunto per l'introduzione delle otto ore, per la messa in prova del sistema di un minimo di premi, ecc.
- 4) L'importanza presa, nei nuovi orari, dalle soste delle macchine in pressione nei depositi.

Per quanto alcune di queste cause siano ormai scomparse ed eliminate, la Commissione d'utilizzazione del combustibile, che ha compilato le statistiche sopra accennate e ne ha tratto le relative constatazioni, asserisce che è necessario riportare con ogni sforzo il consumo per tonnellata-chilometro alla cifra di ante-guerra.

La questione della produzione e dell'utilizzazione del vapore delle locomotive forma oggetto dell'articolo 5 del questionario del IX Congresso dell'Associazione Internazionale delle Ferrovie. Due memoriali sono stati presentati dal Lacom e dal G. T. Churchward, rispettivamente per tutti i paesi non di lingua inglese e per quelli di lingua inglese, e pubblicati nel «Bulletin de l'Association» dell'ottobre e del dicembre 1921. Nelle loro linee generali detti memoriali corrispondono allo studio fatto dal Loiret in seguito a una inchiesta sulle reti francesi.

Come si rileva da questo studio, le principali caratteristiche del progresso della locomotiva si possono così riassumere:

- 1) Il surriscaldamento è ormai completamente accettato, alla temperatura di 350°. Esso produce un'economia dal 10 al 15 %;
- 2) La doppia espansione è ora più discussa di quello che non lo fosse qualche anno fa, per le complicazioni dei meccanismi e di servizio e l'aumento di resistenze interne. Si è avuta una certa tendenza negli ultimi tempi verso la macchina con surriscaldatore e a due cilindri. Molti ingegneri sono però del parere, che, particolarmente quando si tratti di locomotive potenti e veloci, il tipo preferibile per l'economia del carbone e per l'equilibrio delle forze d'inerzia è la compound a quattro cilindri e a surriscaldamento;
- 3) La locomotiva conserva la disposizione dello scappamento libero, utilizzato per il tiraggio, corredata da nuovi dispositivi; inoltre si tende a prelevare una parte del vapore uscente dai cilindri per riscaldare l'acqua d'alimentazione.

È però da notare in generale che i cambiamenti e i perfezionamenti in questo campo urtano contro difficoltà dovute sia alla natura delle acque d'utilizzazione, sia per l'attrezzatura e le tradizioni delle officine di costruzione.

Per ciò che riguarda l'alimentazione del focolare, le prove fatte col carbone polverizzato non hanno dato alcun risultato positivo.

Quanto all'uso di combustibili liquidi, quali mazout e altri olii

pesanti, non è il caso di parlarne per la Francia, data la difficoltà di approvvigionamento a prezzo conveniente.

Nell'ordine d'applicazione dei combustibili liquidi è però da segnalare lo studio di una locomotiva con motore a combustione interna e precisamente al benzolo, per quanto la sua messa al punto comporti serie difficoltà.

Per quanto riguarda l'equivalenza fra la trazione elettrica e quella a vapore per quanto riguarda il consumo di combustibile, la Commissione conclude in modo affatto generico rimandando ogni concreta decisione allo studio del caso particolare.

a. r.

*

M. GUTIERRES — Sul deterioramento delle condotte metalliche sotterranee. (R. G. E., 6 maggio 1922, pag. 663).

Da parecchi anni le diverse società che possiedono condutture metalliche sotterranee (condotte di gas, d'acqua o cavi elettrici) constatano che in certe zone particolari, le loro condutture si deteriorano rapidamente.

Questi deterioramenti possono prodursi in tre modi:

- 1) Per azione diretta di reattivi contenuti nel suolo;
- 2) Per azione elettrolitica;
- 3) Per sovrapposizione di dette due azioni.

Nel primo e nel terzo caso l'analisi chimica della terra circostante può indicare quali siano gli agenti deterioratori, in generale costituiti da acidi organici, cloruri, solfati o carbonati alcalini o alcalino-terrosi.

Nel secondo e nel terzo caso le correnti provocanti l'elettrolisi possono essere dovute alle cause seguenti:

- Forza elettromotrice di contatto;
- Forza elettromotrice di origine tellurica;
- Impianti elettrici male isolati;
- Impianti elettrici che impiegano la terra come conduttore di ritorno;
- Impianti di trazione equipaggiati tanto per corrente alternata che per corrente continua.

Il punto delicato della questione, di cui l'Autore si preoccupa e di cui asserisce la difficoltà di soluzione, consiste nello stabilire quali siano i guasti cosiddetti naturali e quali i guasti prodotti dall'influenza di impianti o installazioni elettriche circostanti, e nell'attribuire, in tal caso nella giusta proporzione, le diverse responsabilità a coloro che sono colpevoli del guasto prodottosi. L'autore asserisce che non esiste alcun metodo che permetta di fare completamente o in parte queste determinazioni. Infatti le conclusioni che in generale si fanno, si basano sul falso preconcetto che le reti di trazione siano colpevoli dei guasti, venendo questi prodotti dalla differenza di potenziale fra le rotaie e la condotta. L'esistenza di una differenza di potenziale fra rotaie e condotta non implica invece il verificarsi di un passaggio di corrente fra di esse, perchè la resistenza della terra e dei contatti è generalmente molto grande.

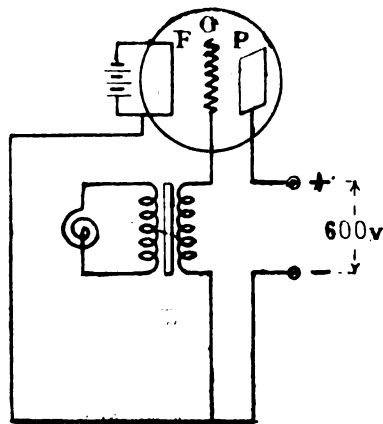


Fig. 1. — Oscillatore per individuare la presenza di correnti vagabonde.

I signori James Chappuis e Hubert Desprez avevano proposto un nuovo metodo apparso nella « R. G. E. » del 7 gennaio 1922 per la determinazione della responsabilità dei guasti che si suppongono prodotti dall'influenza di impianti elettrici circostanti: ma in pratica, come l'A. ci dimostra, questo metodo si è dimostrato insufficiente. Esso consiste essenzialmente nell'inviare delle vibrazioni caratteristiche nel circuito presunto colpevole del guasto, e nell'ascoltare se si producono vibrazioni in un circuito telefonico, comprendente un amplificatore a bassa frequenza inserito sulla condotta. Se non si ode nulla, l'impianto sospettato colpevole non lascia disperdere alcuna corrente; nel caso contrario si constata invece la presenza di correnti vagabonde nocive.

L'A. obietta che il fatto di percepire delle vibrazioni nel telefono non può attestare in via assoluta la presenza di correnti nocive, perchè può darsi, particolarmente quando uno dei conduttori è parallelo alla condotta guasta, che la corrente dell'oscillatore attraversante il circuito sospetto, dia luogo nella condotta ad una corrente

indotta dalla stessa forma. In tal caso si udirebbe l'oscillatore senza che vi fosse alcuna derivazione di corrente.

Per provare l'insufficienza del metodo Chappuis-Desprez l'A. ricorda l'esperienza fatta in occasione di un guasto nella condotta del gas della « Société du Gaz » di Parigi, del quale si supponevano colpevoli tre diverse Società, le cui linee correvano in vicinanza della condotta deteriorata.

L'oscillatore dell'apparecchio Chappuis e Desprez usato in tale circostanza si componeva di un tubo a vuoto a tre elettrodi, il cui circuito di placca era alimentato su uno dei circuiti di trazione delle società colpevoli. Si agiva sul circuito di griglia attraverso un trasformatore, sia a mezzo di un vibratore Boucherot, sia di un microfono (fig. 1).

Il ricevitore era costituito da un amplificatore comprendente 4 lampade realizzanti tre gradi d'amplificazione, le due ultime lampade essendo montate in parallelo.

Per evitare che il ricevitore venisse percorso da una corrente troppo intensa, essendo inserito in serie sulle condotte di gas M N, esso venne shuntato con un filo di rame F avente una sezione di circa $10/10$ mm. La fig. 2 rappresenta uno schema di disposizione dell'apparecchio.

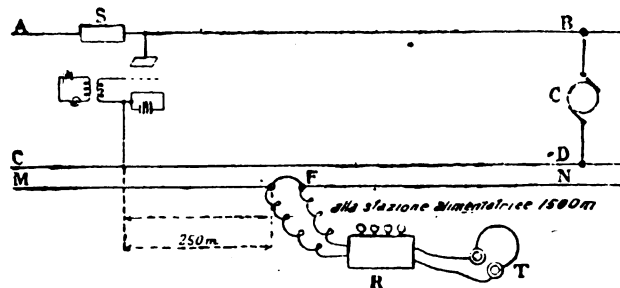


Fig. 2. — Schema d'installazione dell'apparecchio per una prova.

Le prove fatte su ciascuna delle linee sospette hanno dato risultati diversi, e precisamente nel primo caso si percepì nettamente al telefono il suono del vibratore e perfino la voce dell'operatore, derivando il microfono; nella seconda prova non si udì più affatto la voce dell'operatore e assai vagamente il suono del vibratore; nella terza, in cui l'apparecchio era inserito sulle rotaie della metropolitana, non si udì più nulla. Da queste prove si sarebbe dovuto attribuire la colpa del guasto alla società di cui si fece la prova per prima. Gli ingegneri di detta società sostennero invece che il risultato delle prove fatte non aveva alcun valore, perchè le correnti percepite all'apparecchio durante la prima prova potevano non essere correnti di derivazione, ma correnti d'induzione, dovute al fatto che la condotta del gas e la linea corrono parallele per circa un chilometro e mezzo. La seconda e la terza prova infatti non solo non infirmarono per nulla questa ipotesi, ma anzi la avvalorarono, come pure riuscirono in suo favore altre prove complementari eseguite in seguito.

Si può perciò concludere che tutti i risultati ottenuti col metodo Chappuis e Desprez sono assolutamente normali, e analoghi risultati si troverebbero in qualsiasi punto, sia che esistano o no correnti vagabonde. Esso non può perciò essere di alcun aiuto per la determinazione delle responsabilità nei casi di deterioramento prodotti da elettrolisi.

a. r.

:: :: CRONACA :: ::

La nuova costituzione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Con Decreti Reali del 18 febbraio e successivi è stato ricostituito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con decorrenza 16 febbraio.

Come è stato reso noto dalla stampa quotidiana, su proposta del Ministro Carnazza, il Governo ha soppresso il Consiglio Superiore delle Acque ed ha riformato quello dei Lavori Pubblici, prendendo però come base per la costituzione di questo il tipo sul quale era formato il primo, il quale comprendeva, oltre ai funzionari dello Stato rappresentanti i diversi Dicasteri interessati alle varie questioni, un certo numero di esperti i quali portavano nelle discussioni la voce degli industriali, dei costruttori degli impianti e degli utenti di questi.

Il nuovo Consiglio Superiore è presieduto dal Senatore On. Prof. Orso Mario Corbino, nostro illustre consocio, ed è costituito su quattro Sezioni e una Assemblea generale.

Le quattro Sezioni hanno la seguente competenza:

- I. Sezione: Viabilità ed edilizia.
- II. Sezione: Opere idrauliche, bonifiche, irrigazioni, opere marittime.
- III. Sezione: Acque pubbliche ed elettricità.
- IV. Sezione: Ferrovie, tramvie, automobili.

Ciascuna sezione si compone di un Presidente; di otto Ispettori superiori o ingegneri capi del Genio civile, ad eccezione della IV. Se-

ma :

$$R_1 R_2 C = L \quad e \quad \omega L = \frac{1}{\omega C}$$

quindi :

$$R_1 R_2 (\omega C)^2 = 1 \quad (3)$$

Dalle (1), (2) e (3) si ha :

$$R_L = \frac{R' + R''}{2}$$

che dice che la resistenza effettiva della bobina di induttanza è la media aritmetica dei due risultati ottenuti con le due forme di ponte supponendo la capacità perfetta in ogni caso.

In modo simile si dimostra che :

$$R_c = \frac{R' - R''}{2}$$

la quale ci permette di valutare in modo semplice l'angolo differenza fra l'angolo retto e lo sfasamento fra tensione e corrente nel condensatore.

La frequenza deve rimanere costante.

È indispensabile che la frequenza rimanga costante durante le misure. Il mezzo più conveniente per ottenerla tale è di usare valvole termoioniche. Se l'induttanza contiene del ferro, il suo valore e le sue perdite saranno una funzione della corrente, cosicché in questo caso è necessario che la intensità di corrente sia la stessa nei due ponti.

* *

MOTORI ELETTRICI.

La temperatura interna dei motori da trazione come misura della loro prestazione. (E. T. Z., N. 37 del 14 settembre 1922, pag. 1166).

È tuttora in discussione la questione se, a caratterizzare un motore da trazione da adibirsi ad un determinato servizio, sia preferibile darne la prestazione oraria ovvero la prestazione in servizio continuativo: nelle norme Tedesche ed in quelle Americane, le prove che si riferiscono alla determinazione della prima, vanno intese come atte a determinare la capacità calorifica del motore; mentre quelle che si riferiscono alla determinazione della seconda individuano la capacità del motore stesso a disperdere il calore all'esterno.

Con l'introduzione, che si va facendo sempre più generale, dei motori autoventilati e con ventilazione dall'esterno, la prestazione in kW per kg di motore, è andata in questi ultimi tempi crescendo rapidamente. Corrispondentemente è andata diminuendo, a pari potenza, la capacità calorifica, talché l'esame sperimentale o la razionale predeterminazione delle temperature raggiunte nelle diverse parti in corrispondenza delle punte di carico deve assumere, per la scelta e per il calcolo dei motori, una importanza preponderante.

Sono interessanti i dati, riassunti nella tabella che segue, relativi alla ripartizione delle perdite in quattro tipi di motore sperimentati sia al carico orario che a quello continuativo:

	Tipo del motore:							
	chiuso				autoventilato			
	1 ora	cont.	1 ora	cont.	1 ora	cont.	1 ora	cont.
Durata del carico. . . .	1 ora	cont.	1 ora	cont.	1 ora	cont.	1 ora	cont.
Tensione (V)	600	450	600	450	600	450	600	450
Prestazione (kW)	44	—	48	—	18,5	—	146,5	—
Corrente (A)	88	36	95	60	37	35	280	220
N.º di giri al 1'	700	827	700	638	1225	950	670	550
Peso del motore (kg.) . .	1075	—	1075	—	306	—	2380	—
Peso dell'armatura (kg.) .	281	—	281	—	106	—	780	—
Perdite in Watt:								
Rame armatura	1800	301	2100	840	820	773	3980	2450
Ferro armatura	1170	560	1170	620	780	500	3250	2500
1/2 attrito e ventilaz. . .	300	400	325	280	220	155	900	700
Spazzole	264	108	285	180	111	105	840	660
Totale perd. armatura . .	3534	1369	3880	1920	1931	1493	8970	5310
Rame di eccitazione . . .	1825	306	2360	950	650	580	4690	2900
1/2 attrito e ventilaz. . .	300	400	325	280	220	155	900	700
Totale perdite	5659	2075	6565	3150	2801	2228	14560	8910
Perdite nel rame 0/100 .	64,0	29,2	67,9	56,8	52,5	59,0	59,5	60,0
Perdite d'armatura 0/100 .	62,3	66,0	59,1	61,0	69,0	67,0	61,6	59,5
Perdite per kg. di motore	5,36	1,93	6,10	2,93	7,05	5,60	6,11	3,73
Perdite d'arm. per kg. d'arm.	12,57	4,85	13,80	2,93	19,0	14,50	11,54	5,85
Perdite nel rame d'arm. per kg di rame d'arm. .	58,0	9,65	67,5	26,9	79,5	71,2	32,1	19,9
Perdite nel rame d'eccit. p. kg. di rame d'eccit. .	15,5	4,16	19,9	8,10	19,9	17,7	19,03	11,8
Ripartizione perdite:								
Accumulate nel motore .	81,4	0	81,9	0	57,5	0	69,0	0
Disperse dalla carcassa .	10,8	100	4,6	62,0	12,5	45,0	4,9	14,3
Asportate dall'aria . . .	7,8	0	13,5	32,0	30,0	55,0	26,1	85,7

I dati surriferiti acquisteranno maggior valore se si avvertirà che, ove non vi fosse alcuna dispersione verso l'esterno, se cioè

tutto il calore generato nelle singole parti vi rimanesse immagazzinato, 9,85 w/kg e 8,16 w/kg sarebbero sufficienti a portare rispettivamente l'armatura e il rame d'armatura alla temperatura di 75°. Se si confrontano questi dati con quelli rilevati sperimentalmente sui tipi di motore considerati, si vede che, specialmente per quel che riguarda il rame di armatura, le dispersioni verso l'esterno influiscono in modo notevole sul risultato della prova oraria; talché non si può asserire che questa fornisca in tutti i casi una misura accettabile della capacità termica del motore.

Quanto alla trasmissione della superficie esterna della carcassa verso l'ambiente, essa può ritenersi in media di 0,084 w/cm², ma varia con la velocità della vettura, con lo stato della superficie (che conviene sia grezza, quale risulta dalla fusione) ed in modo particolare con lo spessore isolante che circonda i conduttori (e quindi con la tensione del motore).

f. n.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

E. H. ARMSTRONG — Alcuni recenti progressi sull'uso dei circuiti a rigenerazione. (Proceedings of the Institute of Radio Engineers, agosto 1922, vol. 10, N. 4, pag. 244).

L'A. si propone di descrivere un sistema di amplificazione basato sostanzialmente sull'uso di circuiti a rigenerazione, con l'applicazione di un concetto nuovo, mediante il quale l'amplificazione stessa viene spinta a un grado elevatissimo, finora non mai raggiunto. Tale nuovo sistema viene chiamato a super-rigenerazione. È noto come la rigenerazione equivalga all'introduzione di una resistenza negativa, che viene a compensare, in parte più o meno grande, la resistenza positiva di un circuito oscillante. I casi teorici che si possono verificare (rispetto a un circuito oscillatorio, cui viene impressa dall'esterno una f. e. m. periodica non smorzata), sono tre: la resistenza negativa artificialmente prodotta può essere minore, uguale o maggiore della resistenza positiva.

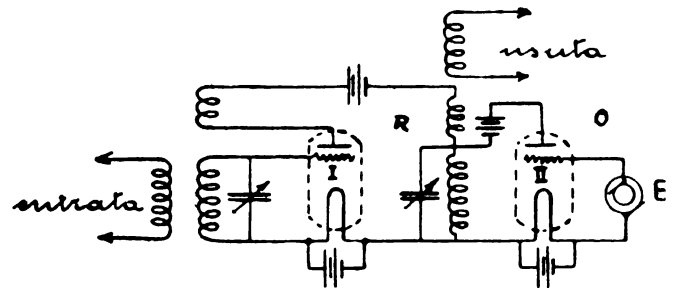


Fig. 1.

Nel primo caso le oscillazioni libere e quelle forzate hanno un massimo di ampiezza, che dipende dal valore della f. e. m. impressa e da quello della effettiva resistenza del circuito. Per un dato valore costante della f. e. m. impressa, si ha da prima un periodo transitorio, in cui nasce e si smorza l'oscillazione libera; si stabilisce quindi il periodo di regime, il quale continua finché continua la f. e. m. e cessa poi con un'altra oscillazione smorzata quando la f. e. m. viene rimossa. L'ampiezza massima della corrente ha un valore finito e si stabilisce dopo un intervallo di tempo finito.

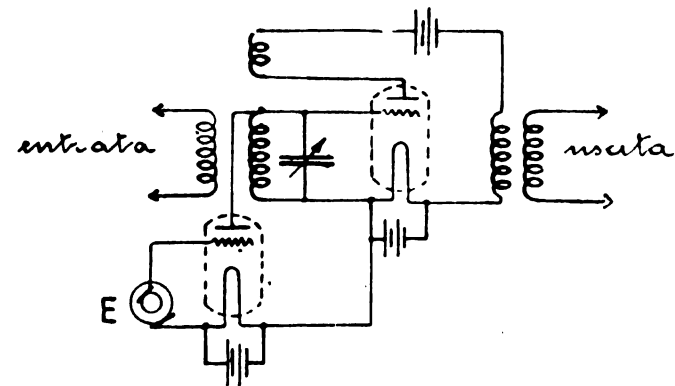


Fig. 2.

Nel secondo caso l'effettiva resistenza del circuito è ridotta a zero. Per una data f. e. m., che improvvisamente agisca in circuito, la corrente aumenta in ampiezza con una rapidità che è direttamente proporzionale al valore della f. e. m. e, per una data frequenza, alla radice quadrata del rapporto fra la capacità e l'induttanza del circuito. Se la f. e. m. agisce per un tempo infinito o finito, la corrente raggiunge anch'essa un valore infinito, o finito. Quando cessa la f. e. m. la corrente continua indefinitamente con ampiezza costante. Questo è il caso limite teorico per la rigenerazione; praticamente occorre tenersi al di sotto, in modo che la effettiva resistenza del circuito abbia un valore positivo non nullo. È importante notare che,

anche nel caso teorico di resistenza nulla, le oscillazioni non si innescano, se non per l'intervento di una f. e. m. impressa.

Nel terzo caso la effettiva resistenza del circuito è negativa. L'ampiezza di una oscillazione forzata è determinata dal valore della f. e. m. impressa diviso per la resistenza risultante del circuito. L'oscillazione libera comincia con un'ampiezza uguale a quella forzata e si amplifica indefinitamente, comunque la f. e. m. continui ad agire o venga rimossa. Anche in quest'ultimo caso l'oscillazione non si in-

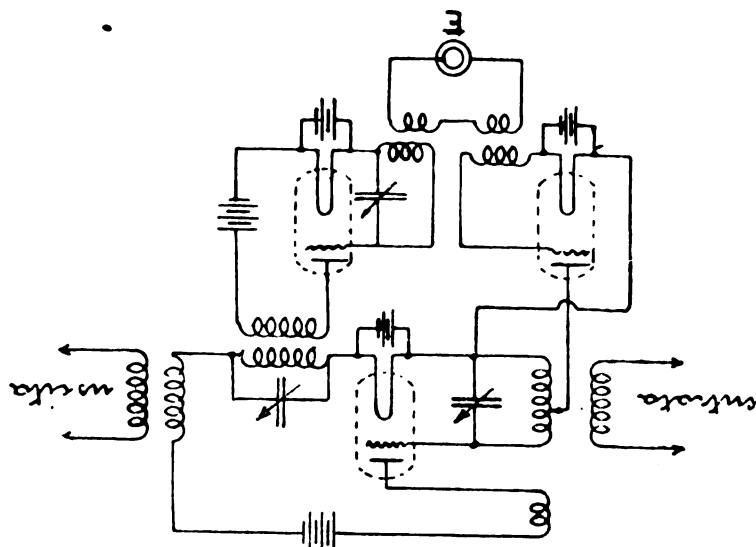


Fig. 3.

nesca, se non viene ad agire una f. e. m. impressa; quando questa venga ad agire, qualunque ne sia il valore, anche piccolissimo, la corrente si amplifica indefinitamente. La differenza sostanziale fra un circuito di resistenza positiva e uno di resistenza negativa sta in questo: per primo, è nelle oscillazioni forzate che risiede la massima parte dell'energia, mentre è trascurabile quella dovuta alle oscillazioni libere; viceversa per il secondo.

E' evidente come, coi sistemi attuali, non si possono raggiungere valori negativi di resistenza in un circuito oscillante, senza che in esso si inneschino e si mantengano poi indefinitamente delle oscillazioni persistenti, che rendono impossibile la ricezione di un segnale. E' possibile però, con vari espedienti, evitare il persistere di tali oscillazioni, pur realizzando le condizioni teoriche in cui si sfruttano, per l'amplificazione, le oscillazioni libere. Il nuovo metodo dell'Armstrong è basato sulla scoperta che, se si introduce una variazione periodica nel valore della resistenza di un circuito conte-

temporaneamente. Questi tre metodi, con cui si ottiene la super-rigenerazione, sono rappresentati rispettivamente nelle figure 1, 2, 3, in cui con *E* è indicata una sorgente di f. e. m. alternativa.

Una idea generale dei fenomeni che avvengono in tali sistemi, quando una f. e. m. impressa agisce nel circuito di entrata, è data dalla fig. 4, che si riferisce in special modo alla sistemazione di circuito della fig. 1. L'A. riporta due interessanti serie di curve, ricavate all'oscillografo mediante le installazioni di circuito delle figure 1 e 2, prendendo per *E* la frequenza di 30 p. s. e facendo agire nel circuito di entrata una oscillazione persistente di frequenza 2000.

In tali sistemi a super-rigenerazione la frequenza, con cui viene fatta variare la resistenza positiva rispetto alla negativa o viceversa, dipende anzitutto dal tipo di trasmissione che si vuole ricevere. Se trattasi di radiotelegrafia tale frequenza deve essere udibile, così pure se trattasi di radiotelegrafia con onde continue modulate o a scintilla, quando debbasi mantenere il tono caratteristico della nota musicale trasmessa; se trattasi di onde continue non modulate, occorre invece una frequenza udibile, qualora la ricezione venga fatta al telefono; se invece la ricezione vien fatta con apparato registratore, conviene una frequenza sub-udibile, allo scopo di raggiungere il massimo di amplificazione. E' evidente come la scelta della frequenza di variazione della resistenza positiva o negativa rappresenti un compromesso; tanto più essa è alta, tanto migliore sarà la nota ricevuta; viceversa, tanto più essa è bassa, tanto maggiore sarà l'amplificazione che si potrà raggiungere.

Le figure 5 e 6 rappresentano due installazioni pratiche di circuiti a super-rigenerazione. La fig. 5 si riferisce al caso in cui si fa variare la tensione di placca e quindi anche la resistenza negativa, per un dato accoppiamento, del circuito oscillante del triodo amplificatore *R*, per mezzo del triodo oscillatore *O*. Il triodo *D* funziona da raddrizzatore. La fig. 6 invece, si riferisce al caso in cui si fa variare la resistenza positiva del circuito di sintonia. Ciò è ottenuto per mezzo del triodo oscillatore *O*, il cui circuito di griglia è connesso al filamento attraverso lo stesso circuito di sintonia *LC* del triodo amplificatore. La variazione di resistenza è ottenuta con la variazione del potenziale di griglia del triodo oscillatore. Durante il mezzo periodo in

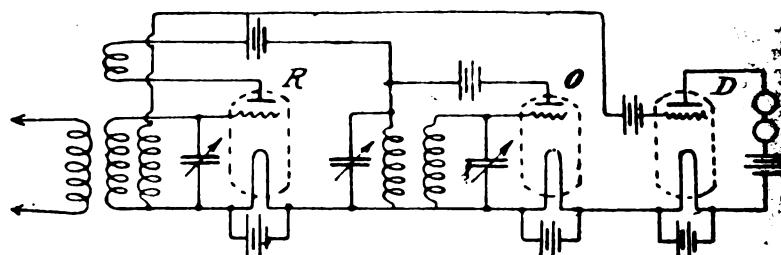


Fig. 5.

cui questa griglia è positiva si ha una corrente di conduzione fra griglia e filamento del triodo oscillatore; viene così sottratta energia dal circuito di sintonia e quindi aumentata la effettiva resistenza di esso. Durante il mezzo periodo invece in cui la griglia del triodo oscillatore è negativa, la corrente di conduzione cessa e non viene sottratta energia dal circuito *LC*, cioè non è introdotta in esso la resistenza positiva.

Quando la frequenza di variazione è super-udibile, è alle volte conveniente affidare la funzione di detector al triodo oscillatore, con un dispositivo come quello rappresentato in fig. 7, il cui funzionamento si spiega nel seguente modo: i segnali in arrivo sono amplificati dall'azione rigeneratrice del triodo amplificatore *R* e le variazioni di potenziale nel circuito *LC* riportate sulla griglia del triodo oscillatore *O*. Tali oscillazioni sono quindi rettificata e ne derivano due frequenze nei circuiti del triodo amplificatore. Una di esse corrisponde alla frequenza di modulazione dell'onda che dà il segnale, l'altra alla frequenza di variazione che contiene una modulazione in ampiezza corrispondente alla modulazione dell'onda trasmessa. Questa seconda frequenza è quindi impressa ai citati circuiti del triodo oscillatore con cui è in sintonia, amplificata dall'azione rigenerativa del sistema *L*, *C*, *L*, *O*, e quindi rettificata. L'amplificazione che si può raggiungere con tale sistema è considerevolmente maggiore di quella ottenibile coi circuiti a semplice amplificazione, ma naturalmente si ha anche una maggiore complicazione di funzionamento.

Quando è usata una frequenza di variazione super-udibile con la installazione di circuito della fig. 1, è generalmente necessario introdurre una certa resistenza nel circuito di sintonia, per assicurare lo spegnersi delle oscillazioni durante gli intervalli in cui la resistenza del circuito è positiva. Tale condizione è più efficacemente raggiunta mediante la sistemazione della fig. 8, in cui un circuito secondario *L*, di grande induttanza e grande resistenza, è accoppiato col circuito *LC* e l'energia così sottratta viene mandata alla griglia del triodo amplificatore. Nel funzionamento di un tale sistema si vede apparire un fenomeno interessante che consiste nel manifestarsi di una reazione induttiva nel circuito di placca del triodo amplificatore, rispetto alla f. e. m. ausiliaria fornita dal circuito di placca del triodo oscillatore. Tale fenomeno è spiegato dall'A. nel seguente modo: Quando la f. e. m. ausiliaria viene ad agire sulla placca del triodo amplificatore si ha, attraverso il triodo stesso, una corrente in fase con tale f. e. m. Se supponiamo la tensione di placca al suo massimo

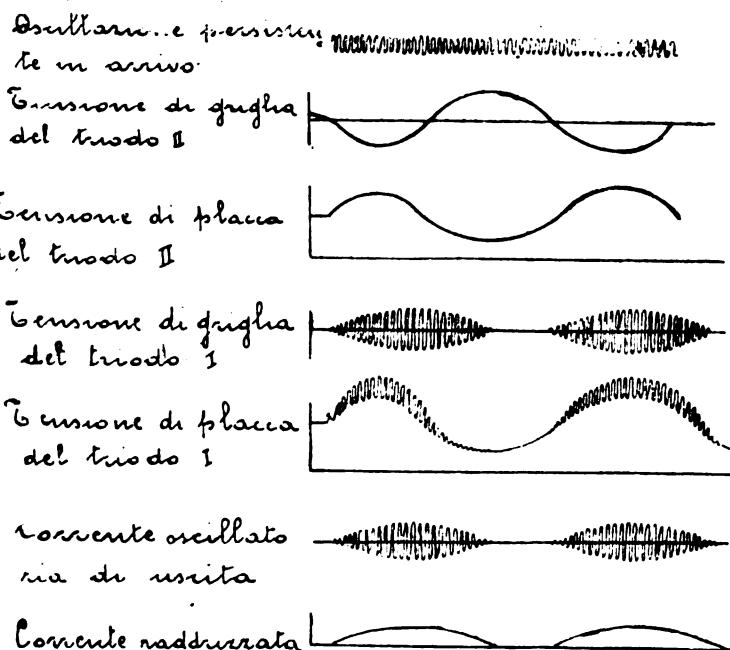


Fig. 4.

nente capacità e autoinduzione, in modo che la resistenza risultante sia alternativamente positiva e negativa, pur conservando un valore medio positivo, tale circuito non potrà, per conto suo, produrre oscillazioni persistenti, mentre sarà atto ad amplificare fortemente una f. e. m. impressa, durante gli intervalli in cui la sua resistenza è negativa. Tale variazione di resistenza può essere ottenuta in tre modi diversi: variando la resistenza negativa rispetto alla positiva, oppure la positiva rispetto alla negativa, oppure variandole entrambe

zione per cui il numero è ridotto a tre, e di quattro esperti di speciale competenza scelti dal Ministro dei Lavori pubblici; di due Consiglieri di Stato designati dal Presidente del Consiglio di Stato; di due funzionari dell'Avvocatura erariale, designati dall'avvocato erariale generale; dei Direttori generali del Ministero dei Lavori pubblici, dell'Ispettore generale per le ferrovie, tramvie ed automobili; di un rappresentante del Ministero del Tesoro.

Inoltre fanno parte:

Della I. Sezione, un rappresentante del Ministero dell'Interno (Direzione generale dell'Amministrazione civile), un rappresentante del Ministero della Guerra, il Direttore generale dell'Unione edilizia nazionale, il Direttore generale della Cassa depositi e prestiti;

della II. Sezione, un rappresentante del Ministero dell'Interno (Direzione generale della Sanità), due rappresentanti del Ministero della Marina, due rappresentanti del Ministero di Agricoltura, fra cui il Capo dell'Ufficio speciale delle miniere;

della III. Sezione, un rappresentante del Ministero delle Finanze (Direzione generale del demanio), un rappresentante del Ministero dell'Agricoltura, cioè l'Ispettore Capo dell'Ufficio delle miniere; uno del Ministero dell'Industria e Commercio, uno del Ministero dell'Interno, tre funzionari delle ferrovie dello Stato scelti dal Ministro dei Lavori pubblici, un rappresentante del Ministero delle Poste e Telegrafi;

della IV. Sezione, cinque Ispettori superiori o Ispettori capi del ruolo di vigilanza del Ministero dei lavori pubblici e quattro Ispettori superiori delle ferrovie dello Stato, scelti dal Ministro dei Lavori pubblici, un rappresentante del Ministero della Guerra.

Gli affari di carattere generale sono sottoposti all'Assemblea generale del Consiglio superiore dei lavori pubblici costituita:

1) del Presidente del Consiglio superiore; dei Presidenti di Sezione; dei Direttori generali del Ministero dei Lavori Pubblici; dell'Ispettore generale per le ferrovie, tramvie, automobili; del rappresentante del Ministero del Tesoro;

2) di quattro Consiglieri di Stato, di quattro avvocati erariali, di quindici Ispettori superiori o ingegneri Capi del Genio civile, di tre Ispettori superiori o Ispettori capi del ruolo di vigilanza, di due Ispettori superiori delle ferrovie dello Stato, scelti per ciascuna categoria dal Ministro dei Lavori pubblici fra gli appartenenti alle diverse Sezioni, di sei esperti in opere pubbliche, di cui quattro scelti pure fra gli appartenenti alle Sezioni;

3) di un rappresentante per ciascuna delle Associazioni seguenti:

- a) Touring Club Italiano;
- b) Federazione Nazionale dei Consorzi di bonifica;
- c) Associazione fra Esercenti imprese elettriche;
- d) Associazione Elettro-tecnica italiana;
- e) Federazione dei Trasporti;
- f) Associazione fra Impresari di Opere pubbliche;

4) di due rappresentanti dei Consorzi e Società cooperative di produzione e lavoro.

Il Presidente ha facoltà d'invitare, volta per volta, all'assemblea i rappresentanti dei Ministeri nelle Sezioni, specialmente interessati alla questione in esame.

Il Consiglio superiore in assemblea generale dà parere su tutti gli schemi di legge e di regolamento che riguardano i lavori pubblici, e su tutte le questioni di massima ad esso sottoposte dal Ministro dei Lavori pubblici, previo ove del caso, l'esame delle singole Sezioni.

Il Consiglio inoltre predispone ogni anno il programma generale delle opere pubbliche, con speciale riguardo agli interessi delle singole regioni.

A mezzo di un Comitato permanente costituito dal Presidente del Consiglio, e dei quattro Presidenti di Sezione, il Consiglio provvede infine alle ricerche sperimentali e alla coordinazione e metodizzazione degli studi afferenti ai vari rami della tecnica concernente i lavori pubblici e in specie:

- a) allo studio riguardante i materiali da costruzione;
- b) allo studio di speciali tipi costruttivi che possano normalizzarsi;
- c) alla coordinazione delle osservazioni idrografiche e meteorologiche riguardanti i corsi d'acqua e i bacini imbriferi;
- d) allo studio dei piani regolatori dei singoli bacini imbriferi ai fini della loro sistemazione e valorizzazione economica;
- e) alle norme per i collegamenti degli esistenti impianti di energia elettrica e per gli opportuni accordi tra i diversi concessionari;
- f) alla raccolta e pubblicazione delle statistiche relative ai progetti studiati, ai lavori eseguiti, alle concessioni accordate.

La Sezione che più particolarmente interessa alla A. E. I. è la terza Sezione la quale ha, in sostanza, assorbito tutte le funzioni del soppresso Consiglio Superiore delle Acque salvo per quanto riguarda la elettrificazione delle ferrovie e tramvie concesse all'industria privata di cui, a quanto consta, dovrà occuparsi la quarta Sezione.

Richiamiamo in modo particolare l'attenzione sulle funzioni del Comitato dei Presidenti e quindi su quelle della relativa speciale segreteria, in merito specialmente agli studi idrografici, idro e termoelettrici ed alla produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia

elettrica. Il criterio adottato per la costituzione del Consiglio superiore chiamando a farne parte esperti estranei all'Amministrazione tra cui parecchi nostri consoci ci fa sperare che anche nel lavoro esecutivo degli studi e delle pubblicazioni sarà sempre meglio apprezzata e valorizzata la cooperazione dell'A. E. I.

Crediamo intanto interessante riportare qui la parte dei R. Decreti 12 febbraio 1923 colla nomina dei membri del nuovo Consiglio Superiore.

. . . . omissis

A decorrere dal 16 febbraio 1923 l'Assemblea generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici è costituita come segue:

Corbino On. Prof. Orso Mario, Senatore del Regno, Presidente del Consiglio Superiore;

De Cornè, Gr. Cord. Ing. Raffaele, Vice Presidente del Consiglio Superiore e Presidente della IV. Sezione del Consiglio stesso;

Rocco Gr. Uff. Ing. Alberto, Presidente della I. Sezione del Consiglio Superiore;

Torri Gr. Uff. Ing. Alberto, Presidente della II. Sezione del Consiglio Superiore;

Cozza Gr. Uff. Ing. Luigi, Presidente della III. Sezione del Consiglio Superiore;

Marzollo Gr. Uff. Avv. Carlo, Direttore generale del Segretariato generale;

Guglielminetti Gr. Uff. Avv. Alessandro, Direttore generale delle Opere pubbliche per l'Italia settentrionale;

Isacco Gr. Uff. Avv. Carlo, Direttore generale delle Opere Pubbliche per l'Italia Centrale;

De Gregorio Gr. Uff. Avv. Francesco, Direttore generale a disposizione del Ministero dei Lavori pubblici pel servizio di ispezione amministrativa;

Suarez Gr. Uff. Avv. Armando, Direttore generale a disposizione del Ministro dei Lavori pubblici pel servizio di ispezione amministrativa;

Petrocchi Gr. Uff. Avv. Carlo, Direttore generale delle Opere pubbliche per l'Italia Meridionale e Insulare;

Allemand Gr. Uff. Avv. Filippo, Ispettore generale per le ferrovie, tramvie e automobili;

Gatti Gr. Uff. Avv. Salvatore, Consigliere di Stato;

Fucini Gr. Uff. Chino, Consigliere di Stato;

Panunzio Gr. Uff. Dott. Giuseppe, Consigliere di Stato;

Barone Gr. Uff. Avv. Domenico, Consigliere di Stato;

Tambroni Comm. Avv. Ugo, Sostituto Avvocato generale erariale;

Salis Comm. Avv. Pietro, Sostituto Avvocato generale erariale;

Falconi Comm. Avv. Adelchi, Sostituto Avvocato generale erariale;

Giannini Cav. Avv. Achille, Sostituto Avvocato erariale;

Sanjust Di Teulada Nob. Ing. Edmondo, Ispettore Superiore del Genio civile;

Lo Gatto Comm. Ing. Domenico, Ispettore Superiore del Genio civile;

Giordano Comm. Ing. Eugenio, Ispettore Superiore del Genio civile;

Maglietta Comm. Ing. Michele, Ispettore Superiore del Genio civile;

Sertour Comm. Ing. Adolfo, Ispettore Superiore del Genio civile;

De Benedetti Comm. Ing. Vittorio, Ispettore superiore del ruolo di vigilanza;

Maioli Comm. Ing. Luigi, Ispettore superiore del ruolo di vigilanza;

Fiori Comm. Ing. Felice, Ispettore sup. delle Ferrovie dello Stato;

Grillo Comm. Ing. Gaspare, Ispettore sup. delle Ferrovie dello Stato;

Marconi On. Gr. Uff. Ing. Guglielmo, Senatore del Regno, Esperto;

Omodeo Comm. Ing. Angelo, Esperto;

Bazzani Comm. Arch. Cesare, Esperto;

Mauro On. Comm. Ing. Francesco, Dep. al Parlamento, Esperto;

Fantoli Comm. Prof. Ing. Gaudenzio, Esperto;

Tajani Comm. Prof. Ing. Filippo, Esperto;

Vandone Comm. Ing. Italo, Rappresentante del Touring C. Italiano;

Valle Conte Comm. Camillo, Rappresentante della Federazione Nazionale dei Consorzi di Bonifica;

Allievi Comm. Ing. Lorenzo, Rappresentante dell'Associazione fra Esercenti Imprese elettriche;

Del Buono Comm. Ing. Ulisse, Rappresentante dell'Associaz. Elettrotecnica Italiana;

Luzzati Ing. Comm. Riccardo, Rappresentante della Federazione dei Trasporti;

Penna Comm. Giovanni, Rappresentante dell'Associazione tra Impresari di Opere pubbliche;

Longinotti Dott. Giovanni Maria, e Postiglione Ing. Gaetano, Rappresentanti i Consorzi e Società Cooperative di produzione e lavoro.

Il Nostro Ministro proponente è incaricato della esecuzione del presente decreto.

Con altro Decreto si stabilisce:

A decorrere dal 16 febbraio 1923 e fino al 31 dicembre 1924 sono chiamati a far parte del Consiglio Superiore dei Lavori pubblici:

Per la I. Sezione.

Simoncini Ing. Comm. Enrico, Ispettore Superiore;

Maglietta Ing. Comm. Michele Ispettore Superiore;

Diliberto Ing. Comm. Silvestro, Ispettore Superiore;

Bazzani Arch. Comm. Cesare;

Cagnoli Alessandro;

Puricelli Comm. Ing. Pietro;

Vitari Gr. Uff. Ernesto;
 De Vito Cav. Gr. Cr. Avv. Roberto, Consigliere di Stato;
 Gatti Gr. Uff. Avv. Salvatore, Consigliere di Stato;
 Messa Comm. Avv. Giancarlo, Sostituto Avv. generale erariale;
 Falconi Comm. Avv. Adelchi, Sostituto Avv. generale erariale;
 Melis Gr. Uff. Ernesto, Direttore generale al Ministero delle Finanze;
 Pironti Cav. Gr. Cr. Alberto, Senatore del Regno, Direttore generale dell'Amministrazione civile nel Ministero dell'Interno;
 Scarelli Comm. Ing. Cesare, Colonnello del Genio, Capo dell'Ufficio Trasporti al Ministero della Guerra;
 Cagli Comm. Avv. Cesare, Direttore gener. Unione Milizia nazionale;
 Galli Gr. Uff. Lino, Direttore generale della Cassa dei Depositi e Prestiti.

Per la II. Sezione.

Sanjust Di Teulada Nob. Ing. Gr. Uff. Edmondo, Ispettore Superiore;
 Lo Gatto Ing. Comm. Domenico, Ispettore Superiore;
 Pizzi Ing. Comm. Paolo, Ispettore Superiore;
 Coen Cagli Comm. Ing. Enrico;
 Fantoli Prof. Ing. Comm. Gaudenzio;
 Gregoretti Comm. Ing. Ugo;
 Prampolini Comm. Ing. Natale;
 Barcati Gr. Uff. Avv. Giuseppe, Consigliere di Stato;
 Fucini Gr. Uff. Chino, Consigliere di Stato;
 Tambroni Comm. Avv. Ugo, Sostituto Avv. generale erariale;
 Pugliese Comm. Avv. Carlo, Sostituto Avv. generale erariale;
 Conti Rossini Dott. Gr. Uff. Carlo, Direttore generale al Ministero delle Finanze;
 Lutrario Cav. Gr. Croce Alberto, Direttore generale della Sanità;
 Alessio Alberto, Capitano di vascello;
 Bonaldi Silvio, Capitano di fregata;
 Dompè Gr. Uff. Ing. Luigi, Ispettore Superiore Capo del Corpo Reale delle Miniere.

Per la III. Sezione.

Verdinois Ing. Comm. Cesare, Ispettore Superiore;
 Averone Ing. Comm. Antonio, Ispettore Superiore;
 Mauro Comm. Ing. Francesco, Deputato al Parlamento;
 Piazzoli Comm. Ing. Emilio;
 Soleri Gr. Uff. Prof. Ing. Elvio;
 Mazza Comm. Leandro;
 Barile Gr. Uff. Dott. Luigi, Consigliere di Stato;
 Barone Gr. Uff. Domenico, Consigliere di Stato;
 Paoletti Comm. Avv. Angelo, Sostituto Avv. generale erariale;
 Giannini Comm. Avv. Achille Donato, Avvocato erariale;
 Viti Avv. Gr. Uff. Alfredo, Direttore Capo Divisione del Ministero delle Finanze;
 Giammarino Gr. Uff. Dott. Francesco, Direttore gen. del Demanio;
 Dompè Gr. Uff. Luigi, Ispettore Superiore Capo del Corpo Reale delle Miniere;
 Belloc Gr. Uff. Ing. Luigi, Ispettore Generale dell'Industria;
 Ragnisco Comm. Dott. Leonida, Vice Prefetto addetto alla Direzione generale dell'Amministrazione civile;
 Frattola Comm. Ing. Enrico, Capo Div. delle Ferrovie dello Stato;
 Soccorsi Comm. Ing. Ludovico, Capo Div. delle Ferrovie dello Stato;
 Virgili Comm. Ing. Enea, Ingegnere principale Ferrovie dello Stato;
 Di Pirro Gr. Uff. Giovanni, Direttore Gen. dell'Istituto Postale, Telegrafico e Telefonico;

Per la IV. Sezione.

Giordano Ing. Comm. Eugenio, Ispettore Superiore;
 Sertour Ing. Comm. Adolfo, Ispettore Superiore;
 Biraghi Ing. Cav. Pietro;
 Forges Davanzati Ing. Comm. Arturo;
 Ottone Ing. Comm. Giuseppe;
 Tajani Ing. Prof. Comm. Filippo;
 Di Donato Gr. Uff. Dott. Massimo, Consigliere di Stato;
 Pannunzio Gr. Uff. Dott. Giuseppe, Consigliere di Stato;
 Salis Comm. Avv. Pietro, Sostituto Avv. generale erariale;
 Scurcio Comm. Avv. Pasquale, Sostituto Avv. generale erariale;
 Enrici Comm. Bartolomeo, Ispettore gen. al Ministero delle Finanze;
 De Benedetti Ing. Comm. Vittorio, Ispettore superiore di vigilanza;
 Majoli Ing. Comm. Luigi, Ispettore Superiore di vigilanza;
 Fiori Comm. Ing. Felice, Ispettore Super. delle Ferrovie dello Stato;
 Grillo Comm. Ing. Cesare, Ispettore Sup. delle Ferrovie dello Stato;
 Pedrazzi Comm. Ing. Guido, Ispettore Sup. delle Ferrovie dello Stato;
 Lolini Comm. Ing. Riccardo, Ispett. Sup. delle Ferrovie dello Stato;
 Scarelli Comm. Ing. Cesare, Colonnello del Genio, Capo dell'Ufficio Trasporti al Ministero della Guerra.

Per l'Assemblea Generale.

Marconi Gr. Uff. Ing. Guglielmo, Senatore del Regno;
 Omodeo Comm. Ing. Angelo, Esperto;
 Vandone Ing. Comm. Italo, Rappresentante del Touring C. Italiano;
 Valle Conte Comm. Camillo, Rappresentante la Federazione Nazionale dei Consorzi di Bonifica;
 Allievi Ing. Comm. Lorenzo, Rappresentante dell'Associazione fra Esercenti Imprese elettriche;
 Del Buono Comm. Ing. Ulisse, Rappresentante l'Associazione Elettrotecnica Italiana;
 Luzzati Comm. Riccardo, Rappresentante la Federazione dei Trasporti;

Penna Comm. Giovanni, Rappresentante fra Impresari di Opere pubbliche;

Longinotti Dott. Giovanni Maria, Deputato al Parlamento;
 Postiglione Ing. Gaetano, Rappresentanti i Consorzi e Società Cooperative di Produzione e Lavoro.

Art. 2. — Alle sedute di ciascuna Sezione in cui si trattano affari riguardanti le Opere pubbliche nelle Colonie intervengono secondo la rispettiva competenza.

Niccoli Gr. Uff. Dott. Ugo, Direttore generale delle Colonie per l'Africa Settentrionale;

De Camillis Gr. Uff. Dott. Camillo, Direttore generale per le Colonie dell'Africa Orientale.

Ufficio di Segreteria.

Nobile Ing. Comm. Giovanni Battista, Ingegnere Capo del Genio civile con le funzioni di Capo della Segreteria;
 Battistini Avv. Comm. Arnaldo, Direttore Capo Divisione ai LL. PP.;
 Peretti Ing. Comm. Ettore, Ingegnere Capo Ferrovie dello Stato;
 Russi Cav. Uff. Giuseppe, Ingegnere Capo del Genio civile;
 D'Angelo Avv. Comm. Pietro, Capo Sezione Ammin. LL. PP.;
 Fornari Ing. Cav. Giulio, Ispettore Principale ruolo vigilanza;
 Barducci Cav. Uff. Federigo, Ingegnere Principale Genio Civile;
 Bonomi Cav. Uff. Carlo, Ingegnere Principale Genio civile;
 Buongiorno Cav. Uff. Antonio, Ingegnere Principale Genio civile;
 De Marchi Cav. Giulio, Ingegnere Principale Genio civile;
 Eredia Prof. Dott. Cav. Uff. Filippo, Capo Reparto Ufficio Centrale Meteorologia e Geodinamica.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Lo sviluppo dei triodi trasmettenti della telefunken. — In una recente comunicazione all'«Institute of radio Engineers» (vol. 10, pagina 3) A. MEISSNER passa in rassegna lo sviluppo della costruzione e dell'utilizzazione dei triodi negli impianti r. t. della Telefunken. Dopo d'aver ricordato le successive fasi per cui tale sviluppo dei triodi è passato fino all'apparizione delle pompe ad alto vuoto, descrive il tipo costruito in Germania in principio del 1915 che in seguito fu solo leggermente modificato fino ad ottenere tipi capaci di dare una potenza sull'antenna di 10, 75, 200, 500, 1000, 2000 W. Essi sono anche suscettibili di esser messi in parallelo: fino a 20 triodi sono stati connessi in tal modo. In seguito l'A. passa ad accennare brevemente ai diversi apparati che utilizzano i triodi descritti, a seconda del servizio da essi richiesto, e della potenza messa in giuoco; e cioè apparati da trincea (20 W), per aviazione e per sommergibili. Fra essi è interessante, sebbene ormai non più nuovo, quello per sommergibili della potenza di 1 kW, costituito da due triodi in parallelo e da un alternatore a 500 periodi, di potenza 1,5 kW munito di apposito raddrizzatore. Infine l'Autore accenna alla applicazione fatta in Germania dopo la guerra, di tal genere di apparati specialmente alla telegrafia e telefonia multiplex lungo i fili e alla telefonia ad alta frequenza su fili (per comunicazioni fra centrali elettriche e sottostazioni).

C. C.

STATISTICA.

Il consumo mondiale di energia elettrica. — Crediamo interessante far conoscere sommariamente i risultati di un importante lavoro statistico intrapreso dall'«Electrical World».

L'energia elettrica quale sorgente di luce, calore e potenza, si è introdotta in tutte le aziende domestiche e commerciali del mondo come poche altre forze in tutti i tempi hanno potuto. Dalle regioni fredde all'equatore, dall'occidente all'oriente, le nazioni hanno gareggiato nell'elettrificare le loro miniere, aziende industriali, ferrovie e nell'illuminare elettricamente le loro case. Popoli restii nell'adottare usanze di altri paesi, hanno accettato con entusiasmo l'energia elettrica, cosicchè si può affermare che le centrali elettriche sono le grandi egualizzatrici del mondo.

Allo scopo di accertare lo stato attuale delle elettrificazioni in tutte le nazioni del globo, l'«Electrical World» richiede a tutti i diplomatici americani residenti all'estero, i dati del consumo di energia elettrica per luce e forza in ogni paese durante il 1920. I governi esteri cooperarono a questa iniziativa e i dati raccolti sono riuniti nella tabella allegata.

Nel 1920 vennero consumati in tutto il mondo 99.456.300.000 kWh di energia elettrica, in ragione di 57,8 kWh per abitante. Di questo consumo totale, circa 15.183.300.000 di kWh, cioè il 15,3 per cento, vennero usati per illuminazione e 84.273.000.000 di kWh, cioè l'84,7 per cento, vennero consumati nelle altre varie attività industriali. E' probabile che l'energia prodotta nel 1920 in tutto il mondo complessivamente negli impianti idroelettrici e termici raggiunga i 115.000.000.000 di kWh.

Si crede che del 1.720.000.000 di abitanti del globo, solo 111.822.000 beneficino di servizi elettrici e che gli utenti delle centrali elettriche ammontino a 25.349.000. Va ricordato però che questo numero non può rappresentare il totale dei consumatori di energia elettrica in quanto esistono migliaia e migliaia di impianti che funzionano esclusivamente per uso privato.

Il calcolo del complesso di energia elettrica prodotta venne fatto stimando che esistano installazioni per 46.427.000 kW di cui

CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA NELLE VARIE NAZIONI DEL MONDO - 1920.

PAESI	POPOLAZIONE	Abitanti beneficianti di servizi elettrici 1920			Numero totale utenti di centrali elettriche	CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA				POTENZA IDRICA			GENERATORI ELETTRICI INSTALLATI				
		Numero	Per cento della popolazione totale			Luce kWh 1920	Forza e Luce kWh 1920	Totale energia elettrica consumata kWh - 1920	kWh consumati per abitante	Potenza disponibile HP - (in milioni)	Utilizzata HP	Per cento del totale	Impianti termici		Impianti idro-elettrici		Potenza totale dei generatori installati (in migliaia)
			(in milioni)	(in milioni)									(in migliaia)	(in migliaia)	kW installati	Per cento del totale	
Totale per il mondo . . .	1270	111,822	6,5	25349	15,183	84,273	99,156	57,8	430	23095,08	5,1	30192,48	65,4	16235,21	31,6	46127,69	
» per l'Africa . . .	110	0,380	0,3	77	18,000	1210,000	1261,000	9,0	190	12,05	0,0	308,40	97,3	8,00	2,7	317	
» per l'America del Nord . . .	115	13,065	20,7	10608	7536,100	17776,700	55312,800	382,2	62	12890,38	20,8	18911,00	70,1	7969,00	29,6	269910	
Totale per l'America del Sud . . .	61	2,911	1,8	688	200,000	705,000	905,000	16,3	51	426,20	0,8	608,08	61,1	341,92	35,9	950	
Totale per l'Asia . . .	890	21,300	2,7	4268	2185,000	5815,000	8030,000	9,0	76,68	1358,25	1,8	1090,00	70,0	723,99	30,0	2113,99	
» per l'Europa . . .	475	39,587	8,3	9335	1977,200	28553,300	33530,500	70,5	15	8877,20	19,7	8210,00	53,7	7071,70	46,3	15281,70	
» per l'Oceania . . .	9	1,575	17,5	378	117,000	117,000	321,000	36,0	13,32	155,00	0,1	135,00	78,3	120,00	21,7	555,00	
AFRICA																	
Unione del Sud Africa . .	6	0,315	5,8	70	31,000	1194,000	199,0	1,6	6,00	0,1	295,00	98,1	5,00	1,6	300		
AMERICA DEL NORD																	
Canada . . .	8,370	3,200	38,3	800	581,000	1511,000	5125,000	612,0	20	2755,98	13,8	250,00	11,9	1850,00	88,1	2100	
Messico . . .	16,707	0,320	1,9	80	32,000	237,000	269,000	16,0	6	150,00	7,5	100,00	25,0	300,00	75,0	400	
Stati Uniti . . .	105,766	39,000	36,8	9598	6820,000	12932,000	19892,000	172,0	30,5	9510,00	31,3	18106,00	76,3	5721,00	23,7	21130	
AMERICA DEL SUD																	
Argentina, Paraguay e Uruguay . . .	9,919	1,250	12,6	350	125,000	715,000	240,000	24,0	7,3	25,20	0,3	391,08	95,4	18,92	4,6	410	
Brasile . . .	30,491	1,000	3,3	200	99,000	17,000	116,000	1,8	25,1	250,00	1,0	50,00	20,0	200,00	80,0	250	
Chile . . .	1,000	0,250	6,3	50	25,000	175,000	500,000	125,0	2,5	60,00	2,1	100,00	66,7	50,00	33,3	150	
Perù . . .	3,530	0,120	3,1	21	12,000	31,000	16,000	13,0	1,5	36,50	0,8	5,00	14,3	50,00	85,7	35	
ASIA																	
China . . .	100,000	1,000	0,3	200	125,000	610,000	735,000	1,8	20	1,65	0,0	280,00	99,7	0,99	0,3	280,99	
Giappone . . .	77,000	23,000	29,9	1000	2010,000	4915,000	6925,000	90,0	6	1100,00	18,3	1300,00	72,3	500,00	27,7	1800,00	
India . . .	319,000	0,150	0,0	38	30,000	220,000	250,000	0,8	27	180,00	0,7	50,00	21,2	186,00	78,8	236,00	
EUROPA																	
Belgio . . .	7,6	1,500	19,7	325	210,000	500,000	740,000	97,0	esigua	0,70	...	600,00	99,9	0,50	0,1	600,5	
Cecoslovacchia . . .	11,0	1,100	50,0	350	190,000	105,000	295,000	21,0	2,6	125,00	1,8	105,00	58,3	75,00	11,7	180	
Da Impero e Irlanda . . .	3,362	1,000	29,8	205	67,000	123,000	190,000	57,0	0,5	1,50	0,3	100,00	98,9	1,20	1,1	101,2	
Finlandia . . .	3,330	0,277	8,3	80	50,000	51,000	104,000	31,0	1,5	185,00	12,3	10,00	8,3	010,00	91,7	120	
Francia . . .	39,700	5,000	13,6	1250	652,000	4758,000	5110,000	117,0	4,7	1400,00	29,8	750,00	37,5	1250,00	62,5	2000	
Germania . . .	60,600	8,810	14,5	2035	1100,000	7500,000	8600,000	111,0	1,35	1000,00	71,2	2600,00	81,3	800,00	18,7	3400	
Inghilterra e Irlanda . . .	46,080	7,800	16,9	1750	830,000	5570,000	6400,000	139,0	0,585	210,00	36,0	2800,00	93,3	200,00	6,7	3000	
Italia . . .	40,000	4,500	11,3	1000	612,000	2788,000	3400,000	85,0	3,8	1150,00	30,3	100,00	28,6	1000,00	71,4	1100	
Norvegia . . .	2,700	0,575	21,3	125	100,800	1230,800	1330,800	493,0	5,5	1350,00	21,6	100,00	9,1	1000,00	90,9	1100	
Olanda . . .	6,600	0,925	14,0	190	78,000	265,000	313,000	52,0	0	0	...	200,00	100,0	0	0,0	200	
Portogallo . . .	6,000	0,300	5,0	75	10,000	9,000	19,000	3,1	0,3	12,00	1,0	50,00	83,3	10,00	16,7	60	
Spagna . . .	20,500	2,000	9,1	500	200,000	800,000	1000,000	49,0	1	600,00	15,0	125,00	20,8	475,00	79,2	600	
Svezia . . .	5,885	1,000	17,0	225	167,400	1976,000	2143,700	364,0	1,5	1200,00	26,7	100,00	10,8	900,00	90,0	1000	
Svizzera . . .	3,860	1,000	25,9	225	200,000	2500,000	2700,000	700,0	1,4	1070,00	76,5	100,00	10,0	900,00	90,0	1000	
Altri paesi . . .	217,483	3,500	1,6	1000	480,000	375,000	855,000	3,9	11,265	573,00	1,0	170,00	32,7	350,00	67,3	520	
OCEANIA																	
Australia . . .	5,120	1,000	18,0	250	100,000	160,000	260,000	48,0	0,62	60,00	9,7	100,00	89,0	50,00	11,1	150,00	
Nuova Zelanda . . .	1,218	0,375	30,9	80	38,000	6,000	11,000	36,0	3,80	60,00	1,6	25,00	33,3	50,00	66,7	75,00	

30.192.000, cioè il 65,4 per cento, termici e 16.235.000, cioè il 34,6 per cento, idroelettrici.

La Geological Survey degli Stati Uniti stima che la potenza idrica del mondo intero ascenda a 439.000.000 di HP, mentre le statistiche più recenti dicono che solo 23.695.000 HP, cioè il 5,4 per cento di questa grande fonte di potenza, sono stati utilizzati. E' chiaro che lo sfruttamento dell'energia idroelettrica è ancora nella sua infanzia.

Il consumo di energia elettrica negli Stati Uniti nel 1920, fu quasi uguale a quello di tutte le rimanenti nazioni del mondo riunite. Contando anche l'energia prodotta negli impianti privati, gli Stati Uniti consumarono in quell'anno 49.802.000.000 di kWh, di cui 6.870.000.000 di kWh, cioè il 13,8 per cento, per l'illuminazione e 42.932.000.000 di kWh, cioè l'86,2 per cento, nelle miniere, nelle fattorie, nelle industrie e per le ferrovie. Nel 1922 è probabile che il consumo negli Stati Uniti sia salito a 55.000.000.000 di kWh. La Germania tiene il secondo posto nel consumo di energia elettrica con 8.600.000.000 di kWh, se i vari componenti dell'impero britannico si considerano separatamente.

Quantunque gli Stati Uniti sorpassino di gran lunga tutte le altre nazioni nel consumo totale di energia, la piccola Svizzera è in testa a tutti nel consumo per abitante con 700 kWh. La seguono in ordine il Canada con 612 kWh, la Norvegia con 493 kWh e gli Stati Uniti con 472 kWh.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Le sottostazioni automatiche nel servizio tramviario. — In una comunicazione presentata al Congresso annuale dell'A. I. E. E. viene esaminato il problema economico del servizio tramviario con speciale riguardo alle sottostazioni automatiche. L'entrata in servizio di queste ultime è ancora troppo recente per poter disporre di dati completi e sicuri sul loro comportamento, tuttavia l'Autore si studia di stabilire dei confronti per dedurre i limiti di applicabilità e di convenienza in relazione alla maggiore economia d'esercizio.

Dopo aver esaminato il problema dell'alimentazione di una rete di distribuzione e stabilite le norme che devono guidare alla razionale determinazione dell'ubicazione, della potenza e del tipo delle sotto-

stazioni, si conferma che l'adozione delle sottostazioni automatiche è giustificata dalla riduzione delle spese di esercizio.

Talvolta però può riuscire più conveniente di regolare il funzionamento automatico a mezzo di comando a distanza. Ciò si verifica per esempio, nei centri maggiori dove il carico sulla sottostazione può presentare notevoli variazioni le quali provocano arresti ed avviamenti frequenti dei gruppi e quindi un abbassamento del rendimento complessivo della sottostazione. Circa la potenza delle sottostazioni si è d'avviso che nelle grandi città non convenga scendere al di sotto di un dato limite e si accenna in proposito ai 3000 kW; ad ogni modo il limite di convenienza risulterà da un confronto dei costi di impianto, delle perdite e delle spese di esercizio e di manutenzione. Queste ultime hanno una influenza notevole sul piano finanziario ed una riduzione anche piccola di esse può decidere della scelta di un tipo in confronto di un altro. A questo riguardo la standardizzazione degli equipaggiamenti come fonte di economia ha un'importanza capitale.

Nella discussione seguita alla comunicazione, i vari oratori si trovarono d'accordo nel riconoscere il pregio della sottostazione automatica di consentire a parità di spesa un maggior numero di centri di alimentazione ciò che, oltre favorire la regolarità del servizio, riduce l'inconveniente delle correnti vaganti e dei conseguenti fenomeni di elettrolisi nel sottosuolo.

Per quanto si riferisce ai tipi ed ai criteri d'impiego, non sembra possibile stabilire norme fisse perchè gli impianti dovranno adattarsi alle condizioni locali che sono variabilissime da città a città.

Uno dei fattori più importanti delle spese di esercizio è rappresentato dal costo di quella parte dell'impianto che è destinata a coprire esclusivamente le punte di carico: in questo campo le sottostazioni automatiche possono dare economie notevoli. Le tramvie di St. Louis hanno installato cinque nuove sottostazioni automatiche capaci di sopportare un sovraccarico del 125% per mezz'ora, per cui il carico medio si aggira sui $\frac{2}{3}$ del carico normale. I relais di comando sono regolati in modo che le convertitrici funzioneranno praticamente per un periodo di 16 ÷ 18 ore al giorno e la piccola perdita del rendimento che si verifica ai carichi minori è compensata largamente dalle minori perdite nella rete di distribuzione. La distribu-

zione delle sottostazioni e delle linee di alimentazione è stata studiata in modo che, in caso di mancanza di una sottostazione, il carico corrispondente si ripartisca sulle sottostazioni adiacenti in guisa da non disturbare il funzionamento. L'osservazione che in caso di frequenti abbassamenti del carico il rendimento della sottostazione riesca sensibilmente ridotto, può valere per le sottostazioni a 50 periodi, che rappresentano però casi eccezionali mentre le curve di rendimento delle convertitrici a 25 periodi, che rappresentano la condizione normale, non giustificano tale timore.

Circa i limiti di potenza e la standardizzazione dei tipi non sembra opportuna una eccessiva rigidità: stabilito il tipo normale di sottostazione per un dato esercizio converrà probabilmente adottare unità più potenti per la zona centrale a denso traffico, ed unità più leggere per la zona extra-urbana e le linee interurbane. Con questo non si aumenteranno sensibilmente le spese per le dotazioni di scorta perchè molte parti degli equipaggiamenti di comando sono le stesse per le varie potenze. D'altra parte, volendo seguire i progressi ed i perfezionamenti della tecnica occorre rinnovare di tempo in tempo il proprio materiale sacrificando in parte i vantaggi della standardizzazione.

g. a. r.

*

Nuovi locomotori elettrici. — È pronto per il collaudo il primo locomotore destinato alla ferrovia dell'Arlberg. Esso sarà capace di rimorchiare da solo dei treni diretti o accelerati del peso di 380 tonnellate sul tronco Landeck-St. Anton della pendenza media del 25‰ e treni da 300 tonnellate sul tronco Bludenz-Engadina della pendenza media del 31‰. Il locomotore costruito per corrente monofase a 15000 volt, 16 2/3 per., del tipo articolato, è equipaggiato di motori di una potenza continua complessiva di 2000 HP ed è previsto per una velocità massima di 65 km/ora e normale di 45-50 km/ora. Lo sforzo di trazione corrispondente alla potenza continua è di 10000 kg, quello orario di 11400 kg e quello di avviamento di 16500 kg. Il peso della parte meccanica è di 69 tonnellate e di 45 tonnellate quello della parte elettrica, mentre la lunghezza complessiva misurata fra i respingenti è di 20,3 m.

Oltre a questo locomotore la fabbrica di locomotive di Flörsdorf ne ha attualmente in costruzione altri sette, che potranno essere pronti in circa un anno e mezzo.

e. e. s.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

- Ing. ENZO CARLEVARO. — *Le lunghe linee elettriche di trasmissione.* — Volume di 160 pagine con 31 figure. Formato 16,5×24 cm. - Stabilimento Tipografico F. Lubrano - Napoli, S. Pietro a Maiella, 31 - 1922 — Prezzo L. 10.
- A. OCCHIALINI. — *Ragione e spirito della relatività.* — Volume di 84 pagine. Formato 15,5×23,5 - Editore Felice Lemonnier - Firenze, 1922. — Prezzo L. 7,50.
- Prof. Ing. OD. HARLEY di SAN GIORGIO. — *L'organizzazione e la direzione dell'Officina Meccanica.* — Volume di 440 pagine con 60 figure, 13 tabelle e 6 tavole. Formato 16,5×25,5 cm. - Editori, Torino-Genova. — Prezzo L. 30.
- G. GAMBARDILLA. — *Caratteristiche costruttive delle turbine idrauliche negli impianti attuali.* — 1 volume di pagine 136, figure 18. Formato 18×26 cm. — Editore Antonio Vallardi, Milano. — Prezzo L. 10.
- A. SELLERIO. — *Elementi di fisica pratica per gli studenti universitari.* La buona propaganda. — Palermo, Piazza Bologna 13. — Prezzo L. 18.
- Prof. Ing. L. FERRARIS. — *Corso di misure elettriche,* professato nella Scuola Superiore di Elettrotecnica «Galileo Ferraris» presso il R. Politecnico di Torino - Seconda edizione, corretta ed aumentata, con 436 figure, 683 pagine. Formato 16×25 cm. - Editore S. Lattes e C., Torino-Genova.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI. — SERVIZIO IDROGRAFICO. — *L'opera del servizio idrografico nel Biennio 1921-1922.* — Memorie e studi idrografici - 1 volume di pagine 218 più 5 tavole fuori testo e 3 carte - Formato 17×25 cm. - Editore Tipografia del Senato del Dr. Giovanni Bardi, Roma.

Abbonamenti per Laureandi Ingegneri

È aperto un abbonamento speciale all'*Elettrotecnica* per il corrente 1923 (annata completa) al prezzo ridotto di L. 40,— per gli studenti regolarmente iscritti all'ultimo anno della Scuola di Ingegneria del Regno.

Gli studenti che desiderano abbonarsi devono inviare cartolina vaglia all'Ufficio Centrale con una dichiarazione della Direzione o di un Professore della Scuola da cui risulti la loro qualità di Laureandi Ingegneri.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

Discussione sulla continuità e regolarità dell'esercizio. — Collo stesso successo delle sere precedenti — folla di intervenuti ed interesse vivo fino a tarda ora — si è continuata la sera dell'8 corrente la conversazione sull'importante argomento. Notiamo con piacere che va aumentando il numero dei colleghi che partecipano alla discussione. Si parla soprattutto della messa a terra del neutro e delle protezioni contro le sovratensioni, con una lunga parentesi sulla prova degli isolatori. Ricordiamo fra i partecipanti alla discussione, col Presidente Semenza i colleghi Broggi, Barbagelata, Carcano, Dalla Verde, Giorgi, Kerbacher, Manfredi, Modigliani, Pedrini, Perotto, Putato, Polacco, Rebora, ecc.

La discussione sarà ripresa la sera del 16 corrente.

Necrologio

Ing. VITTORIO LOCARNI.

Fra i lutti recenti che hanno colpito la classe degli Ingegneri elettrotecnici italiani, veramente grave e sentito è stato quello per la morte dell'Ing. Vittorio Locarni, già Consigliere della Sezione di Genova.

Laureato al Politecnico di Milano nel 1895, fu per parecchi anni addetto alle Officine di Savigliano, donde passò alla Società Ansaldo in qualità di ingegnere specialista per le applicazioni elettriche a bordo delle navi.

Si devono a lui importanti sistemazioni elettriche di bordo apprezzatissime dagli alti competenti della Marina di guerra. La sua massima attività, per altro, si svolse durante la recente guerra, traducendo in atto geniali dispositivi per il comando elettrico delle torri sulle grandi navi, sui monitori, sui pontoni galleggianti che ebbero coi loro enormi cannoni 381, parte così importante nella difesa costiera.

Su questi pontoni galleggianti, tutta la manovra di rotazione delle torri di puntamento, di carico, di sparo, venivano eseguite elettricamente con una precisione ed una facilità che ha permesso la massima efficienza ed ha formato l'ammirazione dei competenti.

Finita la guerra, il Locarni venne messo a capo del grande Stabilimento Elettrotecnico Ansaldo della Vittoria (a Cornigliano Ligure). Egli allora, attraverso a difficoltà d'ogni sorta e nel periodo turbolento e grave di avvenimenti che tutti ricordiamo, seppe organizzare la produzione di grandi macchine in concorrenza con le più potenti case del mondo, e curò la costruzione di grandi alternatori (Molare 12.000 kW; Cellina 20.000 kW; Edison 12.000 kW, ecc.).

E l'opera sua venne troncata dalla morte prima che avesse raggiunto i cinquant'anni.

Egli ha lasciato vivo e profondo rimpianto in quanti lo conobbero specialmente fra gli alti tecnici della Marina, e fra i colleghi elettrotecnici d'Italia e fra i numerosi amici che non dimenticheranno la serena giocondità di carattere ed il modo cordiale di trattare anche in affari.

G. T.

Personale

A far parte della Commissione amministrativa dell'Azienda Elettrica municipale di Milano, in seguito alle nuove elezioni, furono chiamati i consoci Prof. G. Belluzzo, come Presidente e Ingegneri F. E. Fumero, D. Salmoiraghi e C. Vanzetti, come membri.

I nostri più vivi rallegramenti. Come è detto in altra parte del Giornale, a far parte del nuovo Consiglio Superiore dei lavori pubblici, sono stati chiamati insieme col nostro Presidente Generale in rappresentanza dell'A. E. I., i Consoci Sen. Corbino, Ingg. Omodeo, Piazzoli, Soleri.

Mentre ci compiacciamo del nuovo riconoscimento dell'autorità del nostro Sodalizio, inviamo ai colleghi eletti le più vive congratulazioni.

*

Il Consocio Comm. Gr. Uff. Ing. Guido Semenza è stato eletto Presidente della Società Anonima Istrumenti elettrici C. G. S. L'antica Ditta riacquista così l'antica autonomia.

Vivi rallegramenti all'Ing. Semenza ed alla C. G. S.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Il dimensionamento dei grandi interruttori e la continuità dell'esercizio.

Continuano, presso la Sezione di Milano, le conversazioni sulla regolarità e continuità del servizio negli impianti elettrici, sempre con grande concorso di soci e con vivo interesse dell'uditorio; nè è da stupire che sia così, non solo per la grande importanza dell'argomento, ma perchè esso consente di divagare e di toccare quasi tutti i più importanti problemi dell'elettrotecnica. Così dopo cinque serate, nelle quali si è parlato un po' di tutto, non solo si è ancora molto lontani da una conclusione qualsiasi, ma non si sono ancora trattati taluni argomenti di grande importanza per il problema in discussione: citiamo fra questi la costruzione degli interruttori a cui solo si è finora fuggevolmente accennato. Sappiamo che in una delle prossime riunioni la questione sarà particolarmente trattata da un Costruttore; ma giunge intanto assai opportuna, per i Colleghi di Milano, la interessante comunicazione, di cui diamo oggi il testo, tenuta dall'Ing. PALESTRINO alla Sezione di Torino tra il più vivo interesse del folto uditorio. Si tratta infatti di una utilissima monografia nella quale sono passati in rassegna gli ultimi progressi e le più moderne vedute in fatto di interruttori per grandi potenze, nonché i criteri che devono servire di guida all'esercente per la scelta del tipo e della potenza degli interruttori da installare in un dato impianto.

Allo stato attuale della tecnica, dato il continuo progresso degli automatismi, non pare oggi difficile, dal punto di vista teorico, risolvere problemi anche assai complessi in fatto di protezione contro le sovracorrenti e di selezione delle parti guaste di una rete; ma, dal punto di vista pratico, il risultato si potrà raggiungere solo se gli interruttori saranno in grado di soddisfare al grave compito loro affidato senza aggiungere essi stessi nuove ragioni di disservizio. Trovati gli adatti automatismi ed i buoni interruttori il problema della regolarità del servizio si riduce essenzialmente ad una questione economica e di coordinamento. E se per la questione economica i più, se non i soli, competenti a giudicare, dovrebbero essere gli esercenti, per le questioni di coordinamento una funzione assai importante potrebbe forse anche essere riservata alla nostra A.E.I. Non sarebbe infatti compito molto dissimile da quello delle Norme, che molti chiedono vengano estese ai più disparati campi della tecnica. Oggi ancora il Dott. SACCHETTO chiude con un suo notevole studio sulle intensità di corrente ammissibili nei cavi, coll'incitare l'A.E.I. a dettare una serie di norme sull'argomento.

La Riunione annuale e la gita in Sardegna.

L'andamento delle discussioni alla Sezione di Milano ed il ricordo della riunione annuale dello scorso ottobre, ci fanno sperare che sia ormai, per l'A.E.I., definitivamente superato il tempo delle sedute a carattere accademico, e che la riunione del prossimo autunno segnerà un nuovo notevolissimo progresso per l'attività tecnica del nostro sodalizio. Ricordiamo però ancora una volta ai Consoci che intendono collaborare alla prossima riunione come i manoscritti dei loro lavori debbano assolutamente essere consegnati entro il prossimo giugno, per poter essere ordinatamente pubblicati prima della riunione. La quale avrà per tema generico le *applicazioni dell'energia elettrica* (meccaniche, termiche, chimiche, agricole, ecc.), ed offrirà quindi vasto campo alla multiforme attività tecnica dei nostri Colleghi.

*

Purtroppo, le adesioni per la gita in Sardegna sono pervenute in numero assai limitato; probabilmente per la stagione che mette la maggior parte di noi nella condizione di poter ben difficilmente abbandonare per una decina di giorni i propri lavori. La Presidenza generale però, prima di rinunciare definitivamente all'effettuazione dell'escursione ha deciso di protrarre il termine per le adesioni fino alla prima settimana di Aprile; coloro che si fossero pentiti di non aver inviato in tempo la loro adesione possono dunque ancora farlo.

LA REDAZIONE.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI INTERRUITORI IN OLIO PER GRANDI POTENZE ED ALTISSIME TENSIONI □ □ □ □

Ing. CARLO PALESTRINO



:: :: :: Comunicazione alla Sezione di Torino :: :: ::

Gli interruttori in olio sono destinati essenzialmente alla rottura dei circuiti sotto carico sia automaticamente che a mano, per la protezione degli alternatori e dei trasformatori.

I contatti mobili che sono naturalmente ben isolati, restano premuti contro i contatti fissi per il regolare buon contatto durante la posizione di chiuso dell'interruttore e vengono liberati in modo vario al momento opportuno e respinti verso il basso, generalmente da congegni a molla, per operare l'apertura del circuito il più rapidamente possibile, giacchè tale apertura viene sempre accompagnata da diversi e assai complessi fenomeni che per grandi intensità ed altissime tensioni possono avere conseguenze di gravità eccezionale.

Al momento in cui i contatti si separano, tra i due conduttori tra i quali avviene il distacco si sprigionano archi più o meno nutriti che permangono tra i contatti fissi e quelli mobili, fino a che non hanno raggiunto una determinata distanza fra di loro. Questi archi si mantengono per brevissime frazioni di secondi cioè per un determinato numero di periodi e poi si spengono quando la distanza dei contatti supera il valore della lunghezza teorico-massima della persistenza dell'arco.

Questa distanza alla quale deve avvenire la rottura dell'arco è di capitale importanza per la costruzione e di conseguenza per il buon funzionamento degli interruttori. Essa dipende da quattro principali considerazioni:

- 1°) Dalla differenza di potenziale fra i contatti.
- 2°) Dall'energia messa in giuoco durante l'apertura.
- 3°) Dalla temperatura dei contatti.
- 4°) Dalla pressione del mezzo ambiente.

L'energia calorifica che si sviluppa nell'istante in cui si forma l'arco provoca nello stesso momento una fusione parziale, benchè minima, dei contatti e nello stesso tempo e per conseguenza si sviluppano delle bolle gazoze formate da vapori metallici, vapori d'olio, vapori o gas provenienti dalla decomposizione dell'olio stesso, cioè idrogeno, ossido di carbonio, idrocarburi, ecc. In certi casi questi fenomeni, diremo così, secondari, possono accentuarsi talmente da essere causa di gravi avarie agli apparecchi stessi e provocare vere e proprie esplosioni.

Un buon interruttore deve dare la sicurezza che ciò non possa avvenire e la costruzione quindi degli interruttori deve essere studiata e predisposta in ogni parte in modo che vengano ridotte il più possibile e la durata dell'arco al contatto ed il volume dei gas generati alla rottura. Stabilita una determinata distanza d'apertura fra contatti fissi e mobili, si può modificare la durata del mantenimento dell'arco sia aumentando il numero dei contatti, sia modificandone opportunamente la forma, come pure aumentando l'altezza dell'olio al di sopra dei contatti, il chè val dire aumentare la pressione ambiente intorno all'arco ed infine crescendo la velocità del distacco. Bisogna notare che alcune di queste caratteristiche che si possono abbastanza facilmente ottenere, influiscono in un modo favorevole da un lato e dannoso dall'altro.

Per esempio: l'aumentare la velocità di distacco oltre un certo limite, se da un lato diminuisce la durata dell'arco, favorisce però la formazione della bolla gasosa, perchè nel rapido distacco, data la viscosità del liquido che coinvolge i contatti, si può formare troppo

facilmente un vuoto che così facilita la formazione dell'arco stesso. A tal uopo è bene che i contatti e le parti mobili in genere siano studiate in modo da presentare nel senso del loro movimento la minima resistenza al moto nel liquido, con chè si ottiene automaticamente di ridurre il più possibile il pericolo della formazione del vuoto nell'atto del distacco della parte mobile. Non sono regole generali quelle che si possono dare per la costruzione dei singoli pezzi di dettaglio, ma sono intuitive le forme che più devono appropriarsi allo scopo che si vuol raggiungere, naturalmente, tenendo conto di tutte le altre circostanze che obbligano i contatti e le parti mobili ad avere dimensioni corrispondenti sia agli sforzi meccanici sia e vieppiù rispetto alla intensità della corrente che deve passare attraverso a queste parti.

Per le rotture dell'arco si adottano generalmente due soli contatti e quindi due sole rotture fino a 30 000 volt, quattro invece per le tensioni maggiori. Inutile si ritiene al giorno d'oggi un maggior numero di contatti e un maggior numero di rotture in serie.

Per la forma dei contatti ormai ben conosciuti per tutti i tipi di interruttori sia in aria che in olio, si sceglie in generale il sistema di fasci di laminette a molla di spessore 0,2 a 2 mm opportunamente premute da molle elastiche in acciaio e dimensionate in modo da non portare più di 10 a 12 Amp. per centimetro quadrato. Un massimo di 25 Amp. per cmq può essere consentito per piccoli interruttori a tensioni modeste.

In generale poi il sistema dei contatti ausiliari o spegni scintille è indispensabile affinché il distacco definitivo avvenga il più velocemente possibile favorito dalla maggiore elasticità degli spegni-scintille ed anche per impedire l'inevitabile logorio alle parti principali dei contatti. Molte case adottano invece il sistema a coltello che ha il grande vantaggio di rendere minima la bolla per le ragioni sopradette. Tali interruttori possono raggiungere velocità notevoli di distacco e rendersi quindi atti ad interrompere fortissime intensità. Hanno l'inconveniente delle molle di contatto che, premendo lateralmente, molte volte si allentano e lasciano diminuire la pressione di contatto e conseguentemente i contatti vengono a scaldare sotto carico. (1)

La necessità di alzare il livello dell'olio sul piano dei contatti cozza coll'inconveniente di dovere dare alle casse dimensioni troppo grandi ma viceversa si rende necessaria per poter offrire alla bolla gasosa che si forma ai contatti un maggiore cammino da attraversare nell'olio stesso e quindi maggiore tempo per trovare nell'olio il raffreddamento sufficiente acciòchè la bolla, arrivando a contatto dell'aria che sottostà al coperchio del cassone, non possa in nessun modo provocare l'esplosione.

Circa la velocità di distacco che è il punto essenziale e il più delicato, non c'è regola che possa determinare dei valori assoluti da assegnarsi e ci si deve attenere unicamente alle numerose esperienze fatte principalmente in Svizzera e Germania dalle migliori Case costruttrici di questi apparecchi della tecnica degli impianti.

Più che delle regole determinate si devono trovare volta a volta secondo la forma dei contatti, quei valori limiti della velocità che, pur rendendo il distacco il più veloce possibile, permetta all'olio di circolare immediatamente sul punto di apertura, per intervenire energicamente a raffreddare il contatto e spegnere l'arco che tende a stabilirsi e a mantenersi tra i contatti che si allontanano.

Le forme di contatto a coltello che potrebbero sembrare le più indicate se con traslazione verticale nel senso del minimo spessore, diventano purtroppo difficili nella loro precisione di costruzione di funzionamento per le grandi intensità e per movimenti di grossi interruttori. Per le altre forme di contatto a semplice laminette o a blocchetti basta arrotondarne il più possibile le parti di movimento per ridurre la formazione dei vuoti nei rapidi movimenti di distacco.

La sovrarelevazione di temperatura ai contatti deve rimanere in limiti di assoluta sicurezza. Detta σ la densità di corrente alla spazzola, la superficie di contatto sarà

$$S = \frac{1}{\sigma} \quad \sigma = \sqrt{\frac{Tc' C_2}{\rho_c}}$$

dove ρ_c è la resistenza specifica superficiale; e $c' C_2$ sono costanti dipendenti dal tipo e dalla forma delle spazzole. Ordinariamente

$$\rho_c = 0,022 \text{ ohm per mmq} \quad c' = 0,80 \div 0,90 \quad C_2 = 0,0012$$

Dal diagramma in fig. 1 relativo ad un interruttore di buona costruzione si può rilevare che il distacco dei parascintille o contatti ausiliari come si sogliono chiamare, avvenendo qualche decimo di secondo in ritardo, l'equipaggio mobile ha già acquistato una velocità di 75 cm

al secondo, mentre così non sarebbe, se il distacco avvenisse semplicemente coi contatti principali che naturalmente partono da una velocità zero. Ammessa l'esattezza del diagramma riportato, ottenuto da accurate esperienze eseguite precisamente su un interruttore per 35 000 volt e 350 Amp., si deve ritenere che se il distacco è avvenuto quattro centesimi di secondo dopo, quando cioè l'equipaggio aveva già raggiunto una velocità di 5 cm. al secondo, l'arco si è spento completamente pochi centesimi di secondo dopo, quando l'equipaggio mobile aveva raggiunto una velocità di circa 1,1 metro al secondo.

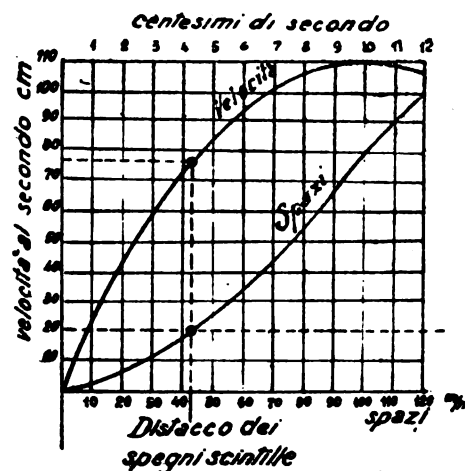


Fig. 1.

Il poter rilevare da interruttori costruiti o da costruirsi le curve di velocità come quella riportata nel diagramma, è di una capitale importanza e si può ritenere che la conoscenza esatta delle condizioni di funzionamento, specialmente nei riguardi della velocità del distacco, sia anche un controllo da eseguirsi di tempo in tempo sugli interruttori in servizio per accertarsi che le condizioni di apertura del circuito avvengano sempre secondo i criteri coi quali l'interruttore fu costruito.

Come pure una pratica mai sufficientemente raccomandata si è quella del controllo del livello dell'olio e quindi dell'altezza dell'olio sui contatti, giacchè, se non è quella stabilita e voluta, tale deficienza può essere la causa principale e più pericolosa per rendere un interruttore anche ben studiato, incapace a compiere la funzione per la quale è stato costruito. Ciò spiega i gravi inconvenienti ed esplosioni che alle volte si verificano in interruttori assolutamente ben costruiti e proporzionati allo scopo, ma che nel momento del loro funzionamento, sotto l'azione per esempio di un corto circuito, non erano in condizioni della loro massima efficienza, perchè o le molle ed i congegni meccanici frenati nei loro movimenti non hanno operato il distacco con la rapidità voluta, oppure perchè l'olio incurantemente lasciato sgocciolare a poco a poco dalla cassa non aveva l'altezza voluta. Quindi le caratteristiche essenziali per potere ridurre la formazione e raffreddare la bolla gasosa prodotta nell'atto del distacco non erano quelle previste nella costruzione.

Le dimensioni occorrenti ad un determinato tipo di interruttore per una certa potenza si ricavano dalla definizione della potenza che l'interruttore è chiamato ad interrompere. Generalmente si esprime potenza da interrompere quella che risulta da un corto circuito di un determinato valore, da stabilirsi coi criteri che vedremo più avanti sotto tensione normale.

In altri termini, se V è la tensione normale di esercizio ed I_{cc} la corrente di corto circuito, la potenza da interrompere sarà per un interruttore tripolare

$$W = \sqrt{3} V I_{cc}$$

e per ogni fase $W = E \cdot I_{cc}$ dove $E = \frac{V}{\sqrt{3}}$

Ma durante l'apertura del circuito il lavoro che si compie tra i due contatti per effetto della formazione dell'arco e del suo spegnimento dipende dalla variazione di e ed i .

In ogni istante l'energia in giuoco per ogni fase sarà data dalla relazione

$$dw = e \cdot i \cdot dt$$

e per il tempo t che dura la rottura sarà

$$w = \int_0^t e \cdot i \cdot dt$$

(1) Molte case americane invece ed in Europa la Brown Boveri adottano il sistema a blocchetti elastici snodati, che hanno il vantaggio di assicurare sempre un buon contatto con superficie piane largamente dimensionate.

La variazione, o meglio la legge di variazione di e ed i non è ben nota per il breve tempo della rottura, ma il diagramma in fig. 2 dà una idea dell'andamento dei valori di e ed i come in parte si sono potuti rilevare da accurate osservazioni ed in parte intuitivamente tracciare. All'istante zero, cioè all'atto del corto circuito, la intensità di corto circuito si suppone sia per esempio di 2000 Amp. sotto tensione normale, nell'istante in cui l'apparecchio automatico di sgancio ha determinato l'apertura. Per un periodo di quattro centesimi di secondo rimangono in azione i contatti ausiliari o spegniscintille, mentre i contatti principali si sono già allontanati senza formare arco. In questo frattempo la tensione fra i contatti è sempre zero e l'intensità per questo intervallo si manterrà, supponiamo, sui 2000 amp. All'atto del distacco dei contatti ausiliari e per effetto dell'aumentata distanza e conseguente maggiore resistenza d'arco il valore di e va gradualmente, ma rapidamente crescendo, fino al valore della tensione di linea a circuito completamente interrotto, mentre il valore di i dal valore di 2000 Amp. diminuisce progressivamente fino a portarsi al valore zero ad arco completamente spento. Si comprende che il valore della potenza in giuoco per la durata dell'arco avrà approssimativamente l'andamento segnato dalla curva in figura, che, partendo da uno zero all'istante in cui i contatti ausiliari sono ancora uniti, raggiunge un massimo al settimo centesimo di secondo per portarsi nuovamente a zero ad arco completamente spento. L'area racchiusa dalla curva W sull'ascissa dà evidentemente il valore del lavoro di apertura, lavoro che è proporzionale al volume dei gas prodotti nella formazione dell'arco. Orbene è intuitivo che il volume dei gas prodotti cresce col crescere del valore di intensità all'atto dell'interruzione, pur dipendendo anche dalla qualità dell'olio e dal suo stato di conservazione. Se la potenza da interrompere è troppo grande o la velocità di interruzione è troppo piccola, da quanto sopradetto risulta chiaramente che il lavoro di apertura può sorpassare di molto il valore limite relativo alla capacità dell'interruttore. In tal caso lo sviluppo di gas alla formazione dell'arco può risultare così grande e di conseguenza la pressione della bolla gasosa può riuscire tanto elevata da sollevare di colpo la massa d'olio sovrastante per raggiungere l'aria compresa fra l'olio ed il coperchio, per dare luogo con essa ad una miscela esplosiva capace di produrre scoppio e incendio dell'interruttore stesso.

L'integrale $\int_0^t e i dt$ che dà appunto il valore del lavoro di apertura è stato sostituito con formole approssimate dedotte dall'esperienza e si è così definita l'efficacia ossia la potenza di un interruttore dalla quantità di calore che in esso interruttore può svilupparsi senza inconvenienti, il che può anche tradursi sotto una formola della forma seguente:

$$W = E i c t$$

dove c è una costante detta coefficiente specifico di calore, il cui valore varia da 0,01 a 0,03 e solo in casi di grandi corti circuiti può salire al valore di 0,07.

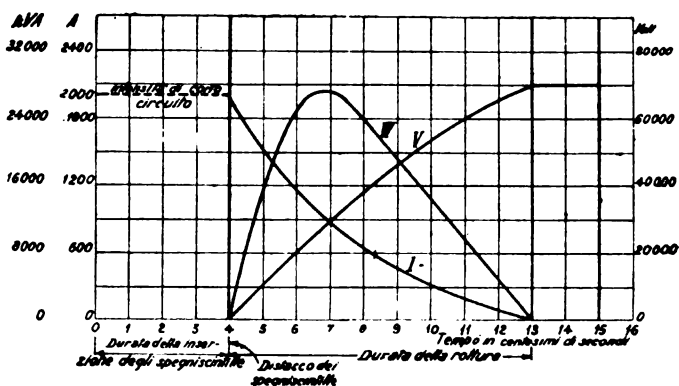


Fig. 2.

Per un determinato valore di E ed I , naturalmente il fattore di maggiore importanza nella formola è senza dubbio il t perchè dal tempo t dipende proporzionalmente il lavoro di apertura. Per conto suo il valore t dipende unicamente dalla velocità di apertura. Di qui si comprende quanta importanza abbia la velocità di distacco e come si cerchi dai costruttori di elevarla il più possibile per diminuire il fattore t e quindi il lavoro di apertura.

Il valore limite della velocità raggiunto negli apparecchi più moderni con rilevanti dimensioni di equipaggi mobili è di circa 160 centimetri al secondo. Bisogna però notare che oltrechè dalla velocità materiale dell'equipaggio mobile il valore di t dipende anche da varie circostanze del circuito e del carico. Precisamente il valore di

t dipende dalla tensione in giuoco nell'istante del distacco ed eziandio dalla forma dell'interruttore e dalla qualità del contatto. Dipende infine dal numero delle rotture per fase e dallo sfasamento fra E ed I per la nota ragione che l'arco si spegne nel momento in cui I passa per lo zero e quindi maggiormente difficile sarà lo spegnimento dell'arco se E ed I non sono in fase per la maggiore quantità di energia in giuoco, quando essendo la I a zero, la tensione ha un determinato valore perchè in anticipo sulla I . Ne nasce subito facile la deduzione che i corti circuiti con E ed I in fase sono certamente meno pericolosi di quelli con E ed I molto sfasati.

Oltre che alla velocità di distacco, bisogna dare somma importanza alla formazione della bolla gasosa. Si è perciò che molti sperimentatori e specialmente molti costruttori hanno tentato di studiare nella forma più semplice ed esatta la formazione della bolla gasosa perchè essenzialmente dalle dimensioni che questa raggiunge, si può dire, derivano tutte le dimensioni che si devono dare all'interruttore nei riguardi della sua massima sicurezza di esercizio. Infatti al lavoro W che si dissipa nel distacco sotto forma di arco, corrisponde un certo volume di gas che costituisce la così detta bolla gasosa a forma sferica in cui il volume è dato da una formola come la seguente:

$$v = \frac{W}{\alpha}$$

che dà il valore di v in centimetri cubi, esprimendo W in kW secondo, ed essendo α un coefficiente sperimentale, uguale circa a 0,02.

Infatti alcuni esperimenti fatti da Case svizzere dimostrarono che ad un dipresso si ha un volume di gas prodotti di circa 50 cm³ per ogni kW-secondo di energia dissipata fra i contatti all'atto della formazione dell'arco stesso.

Evidentemente avendo posto

$$W = E i c t$$

il volume della sfera sarà in cm³

$$v = \frac{E i c t}{0,02}$$

$$v = 50 \times E \times i \times c \times t$$

nella quale formola è bene notare che avendo preso la costante di 50 cm³ per kW-secondo, E deve essere espresso in kilovolt, e t in secondi per avere v in cm³.

Ponendo mente che t è uguale a $\frac{s}{v'}$ dove s è la lunghezza dell'arco ossia la distanza fra i contatti fissi e mobili a circuiti aperti, e v' è la velocità di interruzione in cm-secondo, risulta

$$v = 50 \cdot E \cdot i \cdot c \cdot \frac{s}{v'}$$

Dato che il volume della sfera gasosa è uguale a $\frac{4}{3} \pi r^3$, sarà

$$r^3 = \frac{3 v}{4 \pi} = \frac{3 \times 50 \times i \times c \times s}{4 \pi v'}$$

e ammettendo $c = 0,07$ e sostituendo al rapporto $\frac{s}{v'}$ il rapporto $\frac{E}{v'}$, dato che le proporzioni pratiche sono appunto di 1 kilovolt per cm, risulta

$$r^3 = 0,84 \frac{E^2 i}{v'}$$

Se si hanno m interruzioni per fase, si potrà supporre che E si suddivida in parti uguali nelle varie interruzioni, e quindi nella formola si deve intendere per E il valore della tensione diviso per il numero delle rotture. Dal valore di r così ottenuto si ricaveranno le dimensioni dell'interruttore partendo dalla considerazione che il centro della sfera gasosa sia sull'asse degli spegniscintille tra i quali avviene l'arco e che il raggio r della sfera gazzosa deve risultare sempre minore di qualsiasi distanza fra i punti in tensione e la massa-terra, oppure fra parti fisse e mobili a circuito aperto.

Cosicchè fissato un certo coefficiente di sicurezza $s = 3$ per es., si dovrà far in modo che le dimensioni tutte soddisfino alle condizioni di sicurezza seguenti: fig. 4.

$$A \geq 2 s r$$

$$D \geq s \cdot r$$

$$H \geq s r$$

e così il valore della distanza fra polo e polo dovrà risultare uguale o maggiore di $2 s r$, e la distanza di distacco dell'equipaggio mobile maggiore di $s r$.

Il diagramma in fig. 3 dà il valore del raggio r della sfera gazzosa per le intensità di 1000-3000-6000 amp. di rottura, per le varie ten-

sioni e per le due velocità di $v' = 100$ e $v' = 200$ centimetri al secondo. Per un interruttore per 50 kV con due interruzioni per fase, e quindi per 25 kV, con 1000 amp. si avrebbe una sfera gazzosa di raggio 17 cm se $v' = 100$, e di soli 13 cm se $v' = 200$. Le dimensioni di un interruttore dipendono dunque molto dalla velocità di distacco. Il volume d'aria al di sopra dell'olio dovrà analogamente essere tenuto maggiore del volume di ogni sfera moltiplicato per il numero delle rotture. L'altezza dell'olio per i grandi interruttori viene così a risultare almeno di 50-60 cm sui contatti, tenendo conto che la velocità massima dovrà raggiungere un valore di mt 1,30-1,50 al secondo con potenti molle di scatto e debole inerzie di equipaggi mobili.

Il valore di H si tiene però molto superiore a quello che la semplice formula verrebbe a dare, e difatti molti sperimentatori sono concordi nell'assegnare una determinata altezza dell'olio al di sopra dei contatti in una proporzione che evidentemente è funzione della potenza da interrompere e quindi del lavoro di interruzione.

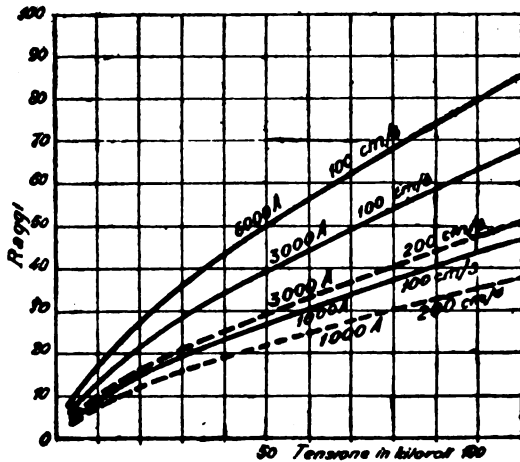


Fig. 3.

I minimi dell'altezza d'olio sui contatti indipendentemente dal valore della tensione, ma in proporzione degli Ampère, da una serie di accurate esperienze sono i seguenti valori, al di sotto dei quali è bene non scendere, in considerazione dei soli effetti dinamici dell'arco ai contatti.

Amp. 200	minima	altezza dell'olio	cm.	15
400	»	»	»	22
600	»	»	»	25
800	»	»	»	26
1000	»	»	»	27
1200	»	»	»	30
1400	»	»	»	35
1600	»	»	»	40
1800	»	»	»	50
2000	»	»	»	60

Va tenuto conto che su questo valore di altezza d'olio influisce di molto la qualità dell'olio, giacchè è chiaro che gli olii troppo densi e vischiosi rendono pericolosa la rottura, perchè favoriscono il fenomeno della violenta sfuggita del gas e debbono quindi tenersi con livelli minori perchè la bolla impiega più tempo ad attraversarli. Di massima sono preferibili gli olii meno densi e punto vischiosi.

Per aumentare i limiti di potenza di interruzione si sono muniti gli interruttori stessi di resistenze d'inserimento le quali funzionano parimenti durante il distacco, rimanendo inserite per alcuni decimi di secondo, moderando in una determinata misura il valore d'intensità in proporzione dell'aumento della resistenza inserita. Sappiamo che questi interruttori hanno anche il pregio di evitare la formazione di sovratensioni pericolose nell'atto dell'inserimento o del disinserimento di un circuito a forte reattanza. Questi interruttori effettuano la manovra di apertura e di chiusura in due tempi e meglio ancora se in tre tempi, distaccando prima i contatti principali e relativi spegniarco e lasciando inserita la resistenza. In un secondo tempo poi distaccano la resistenza con contatti ausiliari in modo che l'apertura del circuito avviene gradualmente. Per interruttori oltre i 200 ampère l'apertura in tre tempi è assolutamente necessaria, per evitare il logorio dei contatti principali. I valori delle resistenze da inserirsi in questi interruttori sono volta a volta determinati a seconda delle caratteristiche del circuito da proteggere. Come cifre di massima possono valere le seguenti che corrispondono a quelle date dalla Casa Magrini di Bergamo per gli interruttori di serie. (Resistenze in ohm).

Tensioni

Ampère normali

	100	200	350	600	1000
3000	40	28	14	14	14
6000	80	40	28	28	28
12000	160	160	160	160	160
24000	320	320	320	320	320
35000	470	470	470	470	
50000	650	650	650	650	
70000	1000	1000	1000	1000	

Si comprende che le resistenze di protezione devono essere essenzialmente proporzionate al tempo durante il quale rimangono inserite, dipendono cioè dalla costruzione dell'interruttore.

Non è sufficiente certamente quanto sopra abbiamo detto per la teoria degli interruttori, e per l'esatta predeterminazione delle dimensioni al fine di ottenere un interruttore assolutamente perfetto.

In verità la conoscenza completa dei fenomeni che accompagnano l'interruzione di un circuito in olio non è ancora completa. Si può dire soltanto con gli Americani che il migliore interruttore è quello che spegne l'arco nel tempo più breve e che risente meno i dannosi effetti della pressione, inevitabile conseguenza dell'arco. Oggi però si costruiscono apparecchi capaci di interrompere fino a 600.000 kVA, ma, come si prevedeva, è risultato inefficace l'impiego di interruzioni multiple per fase, ed invece utilissimo l'uso delle camere di estinzione o altrimenti dette camere di compressione. È noto infatti che in queste camere si raccolgono i gas prodotti dall'arco, vi si sviluppa così una forte pressione che contribuisce potentemente all'estinzione dell'arco stesso. Nel medesimo tempo si impedisce che i gas esercitino la loro dannosa azione sulle pareti della cassa dell'interruttore. I gas prodotti vengono fatti sfogare liberamente, ma gradualmente, attraverso la massa dell'olio che li raffredda e li porta in contatto dell'atmosfera impedendone in modo assoluto qualsiasi pericolo di formazione di miscela esplosiva. Alcune Case adottano addirittura speciali tubi sfogatori che portano i gas dalla camera di compressione all'esterno del cassone.

Nei moderni interruttori per altissime tensioni con queste camere di compressione si impedisce così alla bolla gasosa di assumere disordinate direzioni nella cassa. A questo scopo la camera di compressione è formata da un robusto cilindro metallico (vedi fig. 5), fisso all'estremità inferiore del manico isolante (fig. 6). Appositi fori permettono all'olio di circolare liberamente di sotto tutto all'intorno dei contatti che sono racchiusi nella camera di compressione, ma i gas, una volta formati nella camera di compressione, per la pressione stessa dell'olio non trovano alcuna via di sfuggita che per la parte superiore che dà loro mezzo di uscire solo gradualmente in modo che l'olio abbia tempo a raffreddarli senza spostamenti violenti delle masse liquide.

È intuitivo che una camera di compressione deve essere costruita in modo che i contatti non escano da essa; deve essere isolante, incombustibile e capace nello stesso tempo di resistere a pressioni interne considerevoli. D'altra parte nelle camere di compressione l'aumento della pressione dei gas ha per effetto di accrescere considerevolmente le correnti di Foucault sviluppantisi per induzioni nella massa dei gas stessi cosicchè questi ultimi in definitiva analisi producono una riduzione della corrente e di conseguenza una diminuzione della stabilità dell'arco.

Il tempo richiesto per interrompere l'arco viene così considerevolmente ridotto come pure viene ridotto il volume dei gas generati nel cassone. La pressione dei gas nella camera di compressione può anche essere sfruttata per agire sul contatto superiore che deve all'occorrenza avere dispositivi tali che la pressione stessa della bolla gasosa formatasi nella camera di compressione agisca sul contatto fisso sollevandolo ed aumentando così la velocità di distacco fra i due contatti.

Altro punto essenziale per ottenere una pronta e sicura estinzione dell'arco e quindi un sicuro funzionamento dell'interruttore si è quello della qualità dell'olio. Esaurienti prove fatte dall'Associazione Elettrotecnica Svizzera, specialmente dal Dott. Bruno Bauer, fissano le qualità dell'olio più adatto per il servizio degli interruttori. È interessante notare subito che il Dott. Bauer afferma che le qualità dell'olio vengono ben poco modificate dal fenomeno di interruzione, il poco carbonio che alla lunga si separa allo stato amorfo si può eliminare con successive filtrazioni ed il liquido resta solo più scuro e più sensibile all'azione dell'ossigeno, mentre la sua resistenza chimica resta praticamente inalterata. Ciò è bene avvertire subito per ritene-

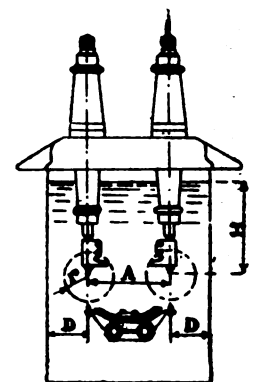


Fig. 4.

STRUMENTI WESTON CHAUVIN & ARNOUX

originali
della Weston Electrical Instrument Co.
Newark U. S.



di
CONTROLLO
da
LABORATORIO
da
QUADRO

TRASFORMATORI
portatili di precisione

SHUNTS
*da quadro fino a 20.000 Amp.
di controllo,
di precisione per laboratori*

Banchi per Taratura Contatori

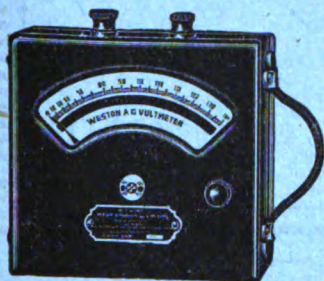
DEPOSITO
e
LABORATORIO

di
*Verifica, Riparazione e
Ritaratura presso gli*

Agenti Esclusivi per l'Italia



Wattmetro elettrodinamico
Weston Mod. 310



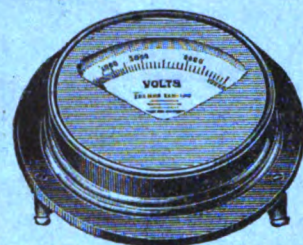
Voltmetro elettromagnetico
Weston Mod. 155



Amperometro a quadro mobile
Weston Mod. 1



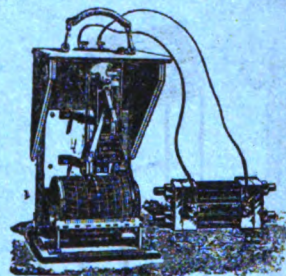
Fasometro
Weston Mod. 356



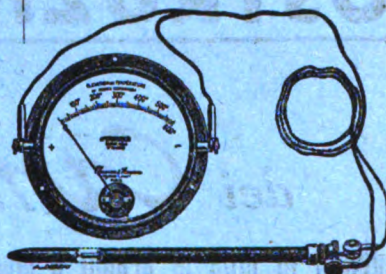
Voltmetro C. A.
elettrostatico



Ohmmetro a magnete
C. A.



Registratore a filo caldo
C. A.



Pirometro C. A.
termoelettrico

ING. S. BELOTTI & C. - MILANO

Telegrammi
INGBELOTTI

Uffici e Laboratorio: Corso P. Romana, 76-78
Officina: Via Guastalla, 9

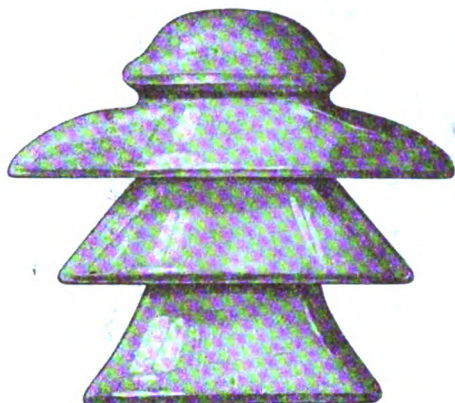
TELEFONI (105)
73-03
63-31

ISOLATORI DI VETRO

PER BASSA - MEDIA - ALTA
TENSIONE

PRODUZIONE ITALIANA

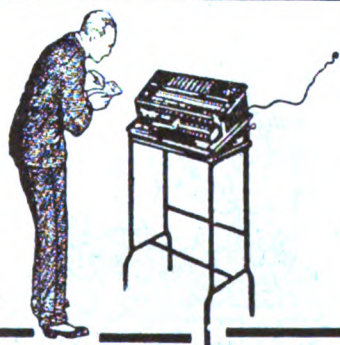
STAZIONE DI PROVA FINO A
400.000 VOLTS



(153)

RIVOLGERSI ALLA:

MANIFATTURA ISOLATORI VETRO - ACQUI



(50)

E. Lagomarsino

Piazza Duomo, 21 - MILANO - Telefono 3-20

Concessionario esclusivo per l'Italia delle MACCHINE CALCOLATRICI:

"MERCEDES EUKLID" *la macchina che calcola da sé ::*

"TRIUMPHATOR" *la migliore calcolatrice del sistema Odhner ::*

"SCRIBOLA" *la più piccola addizionatrice scrivente*

(50)

COSTRUZIONE

dei *Camini*

Adottati in tutte le grandi e moderne

— CENTRALI —

ECONOMIA D'IMPIANTO E D'ESERCIZIO

GRANDI PRODUZIONI DI VAPORE

MILIONI DI KW. SVILUPPATI



CENTINAIA DI IMPIANTI

completamente **ITALIANA**

Prat

(145)

CONCESSIONARIO COSTRUTTORE PER L'ITALIA

Filippo BORRONI

MILANO (3)

N. 36 — VIA MONTE NAPOLEONE — N. 36

Telefono 45-99



Telegr. BORRUGO

FUNZIONANTI IN ITALIA



re con sicurezza che l'olio negli interruttori in funzionamento normale non è soggetto a gravi deterioramenti. Però sotto ripetuti corti circuiti l'olio subisce delle decomposizioni per effetto degli archi ed è bene filtrarlo. I gas prodotti sono poco variabili con la natura del liquido e sono in massima parte costituiti da idrogeno ed in proporzioni molto minori da idrocarburi, metano ed etilene, acido carbonico, ossigeno ed azoto. Il tenore di idrogeno aumenta coll'aumentare dell'energia dell'arco.

Bisogna infine tenere presente che il pericolo dei gas esplosivi che si possono formare con l'aria contenuta sotto il coperchio, conseguenze che sono già gravi di per sé stesse per la possibile accensione spontanea causata dal calore proprio dei gas accendenti, può essere aggravato dai fenomeni concomitanti di cariche elettriche che si manifestino al momento dell'apertura attraverso o lungo gli isolatori porta-contatti e anche a causa della semplice ionizzazione dei gas. L'aumentare i movimenti dell'olio con mezzi meccanici fu oggetto di una serie di esperimenti che diede buoni risultati, per quanto di difficile attuazione in pratica. Invece l'uso dell'olio sotto pressione, che pareva dovesse dare risultati efficacissimi, dimostrò che peggiorava le condizioni di sicurezza dell'apparecchio.

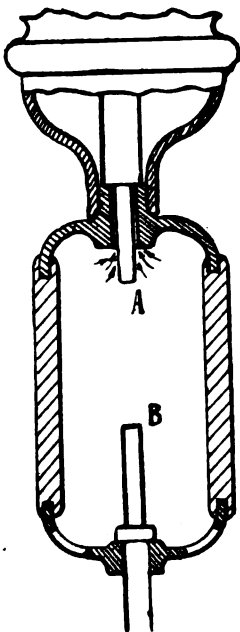


Fig. 5.

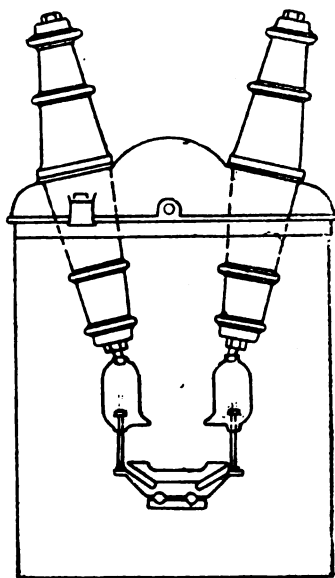


Fig. 6.

Infine l'uso di olii non infiammabili, per quanto a tutta prima potesse sembrare la migliore e la più semplice delle soluzioni, porta con sé gravi inconvenienti, perché tali olii sono tutti ricchi di cloro il quale in presenza dell'inevitabile umidità forma composti nocivi ai contatti. Inoltre si è notato che diminuisce la resistenza ohmica dell'olio coll'uso e quindi comporterebbe in ultima analisi a progettare gli interruttori con dimensioni molto più grandi.

Buona sicurezza hanno dato e danno le disposizioni intese a creare uno spazio d'aria sotto al coperchio di dimensioni tali che il tenore della miscela gas-aria non sia pericoloso e ciò prima di tutto dando sempre sfogo ai gas attraverso a fori di sicurezza e mantenendo tra il livello d'olio e il coperchio un'altezza d'aria sufficiente affinché il volume dell'aria rispetto a quello delle bolle gassose sia in un determinato rapporto compatibilmente colle esigenze delle dimensioni del cassone stesso. (In generale almeno 10-12 volte la somma dei volumi delle bolle gassose).

Da queste sommarie osservazioni nasce evidente la considerazione che gli studi sugli interruttori sono al giorno d'oggi ancora molto disparati e basati unicamente su esperienze più o meno accuratamente eseguite e non è fuor di luogo fare constatare quanto diverse siano le opinioni dei vari costruttori, e ciò in verità in dipendenza del fatto della grande difficoltà di predeterminazione dei fenomeni che si verificano nell'apertura di un circuito sotto carico.

Basti accennare ad una notissima Casa Tedesca che pochi anni or sono esaltava come la migliore soluzione la molteplicità dei contatti di rottura, oggi pone in prima linea le camere di compressione, perché è ormai fuori dubbio che queste sole hanno dei vantaggi reali e tangibili dato che si possono preventivamente stabilire di forme e dimensioni esattamente corrispondenti allo scopo di ridurre le lunghezze dell'arco anche riducendo la forma dei contatti ed aumentando viceversa la rapidità dello spegnimento dell'arco.

*

Al principio della costruzione degli interruttori in olio le unità in servizio nelle centrali erano di potenza limitata, con grande reazione di indotto. In tal modo le dimensioni degli interruttori in olio puramente previste per resistere alla tensione di esercizio nei riguardi dell'isolamento erano largamente sufficienti.

Attualmente invece coll'impiego di grandi alternatori con reazioni di indotto molto basse perché macchine ad altissimo numero di giri di specialissima costruzione, le difficoltà nella costruzione degli interruttori in olio sono enormemente cresciute, per ottenere un apparecchio che possa con tutta sicurezza resistere a forti intensità di corrente ed essere capace di aprire il circuito nelle condizioni peggiori senza deteriorarsi. Ne viene di conseguenza che il punto capitale per il calcolo della potenza massima di un interruttore è la determinazione della potenza in Volt-Ampère che un determinato interruttore deve e può sicuramente interrompere.

La regola molto semplice tenuta come base per molto tempo, quella cioè di moltiplicare per tre la potenza in kilovoltampère dell'alternatore o del gruppo degli alternatori comandati dall'interruttore non è più sufficiente. Come pure non basta, per ottenere elementi di sicurezza, fare risultare la potenza totale delle macchine che possono agire sullo stesso interruttore, ma bensì tener conto della potenza delle singole unità che formano la centrale. Ad es., si deve ritenere che l'interruzione di un corto circuito su un cavo alimentato da un turbo-alternatore di 10 000 kW è più pericoloso dello stesso corto circuito alimentato da un'officina con cinque macchine di 2000 kW.

E questo si spiega col fatto che dal punto di vista elettromagnetico ciò che caratterizza le macchine moderne ad alto numero di giri e di grande potenza si è la piccolezza delle fughe magnetiche che hanno per conseguenza una bassa reattanza di macchina e quindi un maggior valore della corrente di corto circuito. Basta tenere presente che in un alternatore volano a grande diametro l'insieme delle fughe magnetiche dell'induttore e dell'indotto può raggiungere il 50 % del flusso utile per polo, mentre invece in un tipo turbo l'insieme di tali fughe può ridursi al 10 %. In questo caso quindi la reattanza è debolissima, il valore della corrente di corto circuito elevato e gli effetti del corto circuito possono di conseguenza divenire disastrosi.

Assai complicato è lo studio dei fenomeni che conseguono ad un corto circuito. Case costruttrici di primaria importanza hanno però studiato sperimentalmente tale importante questione ed hanno potuto rilevare con oscillografi caratteristiche particolarissime dei vari fenomeni che avvengono durante corti circuiti e dedurre modifiche importanti nella costruzione degli avvolgimenti delle macchine per renderli, specialmente dal lato della solidità della costruzione, capaci a resistere ai più potenti corti circuiti.

Gli effetti risentiti da un alternatore durante il corto circuito possono essere termici e meccanici. Questi ultimi dipendono dall'ampiezza massima della corrente, cioè dal valore istantaneo della corrente di corto circuito. Gli sforzi di attrazione e repulsione che si producono sulle connessioni, sulle sbarre, sugli avvolgimenti sono proporzionali al quadrato del valore raggiunto dalla intensità. Le potenze messe in giuoco durante il corto circuito e quindi gli sforzi a cui sono sottomesse le parti degli avvolgimenti possono essere dell'ordine di quattro a ottanta volte quelle corrispondenti al regime normale. Le macchine lente stanno naturalmente nel limite più basso di 4 a 6 volte e quelle ad alto numero di giri possono raggiungere fino il rapporto di 80 volte. Si comprende facilmente che tali sforzi sono sufficienti per distruggere e deformare avvolgimenti, sbarre, cavi, trasformatori, nel mentre stesso che gli isolanti dei conduttori ne soffrono e si spiega quindi come per corti circuiti ripetuti diminuisca grado grado la rigidità primitiva degli isolamenti e un'onda di sovratensione in un determinato istante possa poi produrre la rovina dell'isolamento deteriorato già dai corti circuiti precedenti.

La formula che dà lo sforzo che si esercita tra due conduttori paralleli è:

$$F = \frac{2 \times I_1 \times I_2}{d} \times 10^{-9}$$

se $I_1 = I_2$ cioè si tratta della stessa corrente,

$$F = \frac{2 I^2}{d} \times 10^{-9}$$

dove F è la forza in kg per cm di lunghezza ed I_1, I_2 sono le due correnti e d la distanza in cm.

Gli effetti termici si rendono palesi essenzialmente durante il periodo del corto circuito permanente e si manifestano negli avvolgimenti dei trasformatori e cavi; il calore in tutti i conduttori a causa dell'avvolgimento isolante rimane concentrato nel rame, l'irradiazione debolissima e quindi il rame raggiunge subito una temperatura elevata.

Tutta la sicurezza di un'installazione elettrica, al giorno d'oggi, si può dire, dipende in modo essenziale dagli interruttori nel mentre stesso che noi non dobbiamo nascondere che precisamente gli interruttori rappresentano il punto più debole dei moderni impianti. Gli enormi progressi raggiunti dalla costruzione degli alternatori e trasformatori ci tolgono nell'esercizio qualsiasi preoccupazione sulla loro conservazione. Per contro la loro stessa conservazione è affidata al sicuro funzionamento degli organi protettivi, quali gli interruttori automatici, che al tempo stesso purtroppo giustamente vengono a costituire una certa preoccupazione per il loro funzionamento in circostanze speciali, per le gravi conseguenze che possono derivare, se non proporzionati allo scopo che si vuole raggiungere, scoppiando durante il funzionamento.

Gli effetti di un corto circuito su una generatrice si possono sintetizzare in questo modo: all'atto del corto circuito il campo magnetico sparisce, e l'energia che era in esso campo contenuta provoca un forte aumento di intensità di corrente, che è la corrente di corto circuito istantanea, la intensità della quale può salire a molte volte il valore normale dell'intensità della macchina. Subito dopo il primo istante la corrente diminuisce e dopo un certo numero di periodi, se persiste il corto circuito, si stabilisce la corrente di corto circuito permanente, il valore della quale è solamente da 2 a 3 volte la corrente normale secondo i vari tipi di alternatore.

Su generatrici trifasi il corto circuito può avvenire tra due fasi solamente o su tutte e tre. Da interessanti esperienze eseguite si può asserire che l'intensità massima di corrente in un caso e nell'altro è pressoché uguale, ma però gli effetti sono ben diversi. Nel caso del corto circuito tra due sole fasi è possibile che si producano delle armoniche di terzo, quinto e settimo ordine nella corrente dello statore nella fase sana e possono generarsi così delle sovratensioni pericolose specialmente se entrano in risonanza con altre parti del circuito, come nel caso di cavi armati a forti capacità.

I pericoli sono molto gravi per la durata di queste sovratensioni che possono persistere per qualche secondo e naturalmente anche a causa della grande quantità di energia messa in giuoco.

Bisogna distinguere dunque la corrente di corto circuito iniziale da quella permanente. Chiameremo I_i la prima ed I_p la seconda. I_p acquista il suo valore qualche secondo dopo il corto circuito e lo mantiene, sempreché rimanga costante l'eccitazione della macchina, sino all'apertura del corto circuito. Per calcolare il valore della corrente iniziale del corto circuito, pur non potendo stabilire esattamente il valore della reattanza transitoria, si può ammettere che il valore istantaneo massimo di tale corrente sia espresso da una formula della forma

$$I_i = \frac{E}{x_0}$$

dove E è la tensione di fase ed x_0 è il valore della reattanza transitoria totale, per fase, (rotor più stator).

Ne consegue che per il ritardo dell'effetto della reazione d'indotto, nel primo istante la macchina in corto circuito lavora con tutta la sua potenza elettromagnetica sulla sola impedenza del corto circuito.

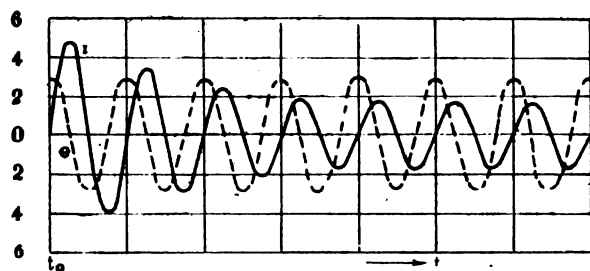


Fig. 7.

Se il corto circuito avviene nell'istante in cui la tensione della generatrice è al valore massimo (fig. 7) la curva sinusoidale della corrente ha un'andamento simmetrico rispetto all'asse dei tempi ed il suo valore massimo è quindi limitato. Se invece avviene, a caso estremo, nell'istante in cui la tensione è nulla, l'andamento della curva sinusoidale della corrente diviene asimmetrico (fig. 8). Nelle generatrici trifasi anche in casi di corto circuito sulle tre fasi, la corrente di corto circuito presenta sempre un'andamento disimmetrico. Il valore che può raggiungere l'intensità di corto circuito in tale caso è circa 1,8 il valore dell'intensità del corto circuito del primo caso, cioè quando l'andamento è simmetrico.

Circostanze intermedie avranno coefficienti intermedi. Per prevedere le peggiori condizioni ammetteremo quindi di scrivere:

$$I_i = \frac{1,8 E}{x_0}$$

Il valore di x_0 dipende dalla costruzione della macchina. (Vedi «Dalla Verde», *L'Elettrotecnica*, n. 23 del 15 agosto 1922). Il valore massimo assoluto per tener conto dell'ampiezza massima dei massimi sarà dunque:

$$I_i = \frac{1,8 \times E \times \sqrt{2}}{x_0}$$

Questo valore di I_i sarebbe il valore massimo della corrente di corto circuito, qualora il corto circuito avvenisse proprio ai morsetti della macchina o nelle immediate vicinanze. Ma se oltre alla reattanza della macchina dobbiamo tenere conto della reattanza del trasformatore e della porzione di linea che intercede fra la macchina ed il punto del corto circuito sarà

$$I_i = \frac{1,8 \times E \times \sqrt{2}}{x_0 + x_t + x_l}$$

dove x_t ed x_l sono rispettivamente le reattanze del trasformatore e della linea nel tratto considerato. I valori di x_t e x_l si possono avere facilmente dal calcolo e dalle prove. Per il valore di x_0 bisogna ricorrere ai dati delle Case costruttrici, come già si è detto

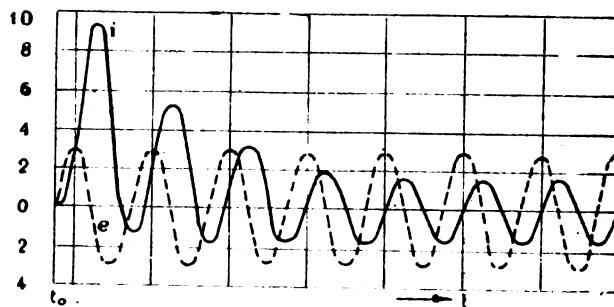


Fig. 8.

A titolo d'orientamento, dall'esame di molti esempi di macchine costruite si può tener presente la seguente tabella approssimativamente indicativa dei valori che può acquistare la corrente di corto circuito istantanea in un alternatore, tenuto conto della sola reattanza della macchina: il rapporto $\frac{I_i}{I_p}$ della terza colonna dà appunto approssimativamente un'idea dell'intensità massima che può raggiungere un corto circuito per i vari tipi di macchine elencate:

Velocità giri al l'	Reattanza totale (rotor + stator) x_0	$\frac{I_i}{I_p}$	$m = \frac{I_p}{I}$
3 000	da 9 - 18 %	10 - 20	1,5 ÷ 1,7
1 500	10 - 15 %	12 - 18	1,6 ÷ 1,8
1 000	15 - 22 %	8 - 12	2,7 ÷ 3,2
750	15 - 22 %	8 - 12	2,7 ÷ 3,2
500	18 - 22 %	8 - 10	2,7 ÷ 3,2
250	20 - 26 %	7 - 9	2,7 ÷ 3,2
125	22 - 30 %	6 - 8	2,7 ÷ 3,2

La quarta colonna dà viceversa il valore del rapporto $\frac{I_p}{I_i}$ che è il rapporto fra il valore della corrente di corto circuito permanente a quella d'intensità normale per la quale è costruita la macchina. Parimenti il valore della corrente di corto circuito permanente sarà dato da una formula della forma seguente:

$$I_p = \frac{E}{x_a}$$

dove x_a è la reattanza sincrona dell'alternatore, che è ben maggiore di x_0 . La x_a in altra parola è la reattanza a regime dell'alternatore in corto circuito quando, pur trascurando le cadute ohmiche, si considerano solo quelle dovute alla reattanza di autoinduzione dell'avvolgimento ed alla reazione di armatura. Il valore della reattanza sincrona si può dedurre dalla curva a vuoto e da quella di corto circuito della macchina (vedi Dalla Verde, *L'Elettrotecnica*, n. 23, 15 agosto 1922).

Fino ad ora noi abbiamo supposto che l'alternatore in corto circuito funzionasse a vuoto. Nei casi più ordinari invece con la marcia in carico avrà una corrente di eccitazione maggiore e quindi una reattanza sincrona minore ed una corrente di corto circuito permanente maggiore.

Se poi l'alternatore è provvisto di regolatore automatico di tensione, che farà sentire la sua azione eccitando di più la macchina durante il corto circuito, si avrà un ulteriore aumento di corrente di corto circuito. Negli impianti moderni con grandi unità si installano parti-

colari regolatori di sicurezza che diseccitano l'alternatore se l'intensità erogata supera un determinato valore (²).

Per calcolare I_p bisogna naturalmente tenere conto di tutte le resistenze e reattanze che si trovano nel circuito, e per semplificare i calcoli si ammette che le generatrici mantengano costante la loro forza elettromotrice e che resti costante l'impedenza totale, inoltre perciò che riguarda le generatrici i trasformatori e le eventuali bobine di reattanza si trascura la resistenza ohmica e si ritiene così senz'altro la reattanza uguale all'impedenza; se si tratta di alternatore monofase, o di un corto circuito fra due fasi sole di uno trifase, le cose non variano di molto; purchè si tenga presente che il rapporto fra i valori monofasi e trifasi delle reattanze è $2/3$, e quindi le correnti sono maggiori nel rapporto $3/2$ ossia superiori del 50 % a quelle che si avrebbero in corto circuito trifase.

Per la sicurezza di funzionamento degli interruttori in olio, come normalmente vengono installati nelle centrali, e cioè con apparecchi automatici di disgiunzione a tempo ritardato si prende in considerazione il solo valore di I_p cioè il valore della corrente di corto circuito permanente e si ammette che l'interruttore non debba e non possa aprirsi durante il valore dell'intensità di corto circuito istantaneo, perchè in tal caso il lavoro di apertura potrebbe assumere valori tali che senza dubbio causerebbero la distruzione completa dell'interruttore. È bene quindi avvertire, che nei grandi impianti l'interruzione istantanea deve essere assolutamente esclusa per dare tempo che l'intensità di corto circuito per quanto sopra si è detto si porti al valore dell'intensità di corto circuito permanente che ha valori assai meno elevati.

Per stabilire dunque il valore che può raggiungere l'intensità in un determinato punto di un circuito dove sia installato un interruttore automatico, e per dedurre quale potenza è chiamato ad interrompere quel tale interruttore si procederà in questo modo:

Chiamando al solito con x_a la reattanza di macchina per fase con E la tensione di fase e con V la tensione di linea, sarà

$$E = x_a \times I_p$$

$$x_a = \frac{E}{I_p}$$

Ma abbiamo visto che I_p è uguale ad m volte I dove m è quel tal rapporto dato dalla tabella trascritta, rapporto fra il valore della corrente di corto circuito permanente ed il valore dell'intensità normale di macchina.

Dunque $m I x_a = E$

Se P è la potenza dell'alternatore in kVA.

$$P = \sqrt{3} V I$$

Quindi

$$x_a = \frac{E}{m I} = \frac{E}{\frac{m P}{\sqrt{3} V}}$$

$$x_a = \frac{\frac{V}{\sqrt{3}}}{\frac{m P}{V \sqrt{3}}} = \frac{V^2}{m P}$$

Evidentemente se l'impedenza in ohm per fase, che riteniamo uguale alla reattanza, è data in % e la indichiamo con ε_a si potrà dire che

$$m = \frac{100}{\varepsilon_a}$$

$$x_a = \frac{V^2 \varepsilon_a}{100 P}$$

Parimenti per trasformatori, per i quali l'ipotesi fatta che l'impedenza della generatrice rimanga costante, semplifica il calcolo, perchè in ultima analisi tale ipotesi può anche approssimarsi di più alla realtà per i trasformatori essendo questi, come le linee, in condizioni tali che il flusso di dispersione per la maggior parte si chiude nell'aria, sarà quindi

$$x_t = \frac{V^2}{m P}$$

dove in questo caso m si può avere dal valore della tensione di

corto circuito e precisamente se è ε_t il valore della tensione di corto circuito in % della tensione normale, sarà

$$m = \frac{100}{\varepsilon_t} \quad x_t = \frac{V^2 \varepsilon_t}{100 P}$$

Trattandosi di ordinari trasformatori colle regole ormai generalizzate per la loro costruzione, si può ritenere ad un dipresso che i valori della tensione di corto circuito siano dati dalla tabella seguente:

Per tensioni fino a Volt	Tensione di corto circuito
40 000	3 - 4 %
60 000	4 - 5 %
80 000	5 - 6 %
110 000	6 - 8 %

Per attutire gli effetti dei corti circuiti è buona regola l'installazione delle spirali di reattanza impiegate appunto allo scopo di diminuire la I_t in principal modo ed anche di attutire la I_p . Sotto un certo punto di vista i trasformatori stessi si possono già ritenere come buone bobine di reattanza. La loro caduta di tensione interna dipende essenzialmente dalla dispersione dei flussi primari e secondari; siccome il flusso disperso passa nella maggiore parte dell'aria, l'influenza di una saturazione qualsiasi è trascurabile. I grandi trasformatori moderni vengono per l'appunto studiati con elevati valori della tensione di corto circuito (10-12 %). Cosicché un trasformatore che abbia, per es., il 3 % di caduta di tensione a carico $\cos \varphi = 0,8$ equivale nei suoi effetti ad una bobina di reattanza avente la stessa percentuale di caduta.

Infine per le bobine di reattanza se parimenti si indica con P la potenza in Volt-Ampère e con I la corrente normale, l'impedenza sarà

$$x_r = \frac{P}{3 I}$$

ed anche qui

$$x_r = \frac{E}{m P} = \frac{V^2 \varepsilon_r}{100 P}$$

dove $m = \frac{100}{\varepsilon_r}$ essendo ε_r uguale al valore in % della caduta di tensione sulla tensione normale per l'intensità normale.

In ultimo se si vuol tener conto dell'impedenza di linea, nel caso di un corto circuito lontano dalla centrale, sarà:

$$x_l = \frac{E}{m P} = \frac{V^2 \varepsilon_l}{100 P}$$

dove al solito $m = \frac{100}{\varepsilon_l}$ essendo anche qui ε_l la caduta in % della linea per la tensione normale e per la corrente normale. Naturalmente nel circuito considerato, se le tensioni variano per gli interposti trasformatori, si dovrà ridurre il valore della corrente di corto circuito relativa al punto considerato per l'applicazione dell'interruttore tenendo conto che il valore delle correnti di corto circuito deve essere moltiplicato per il rapporto inverso delle tensioni, e se si raffrontano invece le impedenze, queste bisogna moltiplicarle per il rapporto dei quadrati delle tensioni. In altri termini:

$$\frac{x'}{x''} = \frac{V'^2}{V''^2}$$

dove x' ed x'' sono rispettivamente le reattanze ridotte in proporzione dei quadrati delle tensioni V' e V'' prima e dopo il trasformatore.

Dovendosi dunque stabilire il valore della corrente di corto circuito permanente di un determinato impianto di potenza P per il quale si conoscano i valori delle cadute di tensione percentuali, chiamando al solito

x_a = reattanza dell'alternatore in % della tensione normale;
 x_t = » del trasformatore elevatore alla partenza;
 x_l = » della linea;
 x_v = » del trasformatore all'arrivo;

si potrà scrivere

$$I_p = \frac{E}{x_a + x_t + x_l + x_v}$$

cioè

$$I_p = \frac{\frac{V}{\sqrt{3}}}{\frac{V^2 \varepsilon_a}{100 P} + \frac{V^2 \varepsilon_t}{100 P} + \frac{V^2 \varepsilon_l}{100 P} + \frac{V^2 \varepsilon_v}{100 P}}$$

$$I_p = \frac{\frac{V}{\sqrt{3}} \cdot 100 \cdot P}{V^2 (\varepsilon_a + \varepsilon_t + \varepsilon_l + \varepsilon_v)}$$

(²) In tal caso un qualsiasi corto circuito non deve più costituire preoccupazione alcuna; le cose non si riducono però così semplici se l'alternatore funziona in parallelo con altre centrali.

Questa formula darà dunque il valore risultante della corrente di corto circuito permanente tenendo conto delle reattanze di macchina, dei trasformatori, delle linee conoscendo il valore normale della corrente I che può essere erogata dalla Centrale.

Per un impianto di 20 000 kW, a mo' d'esempio, per il quale sia $I = 2000$, ed i valori delle cadute percentuali di tensioni abbiamo i seguenti valori $\varepsilon_a = 37\%$, $\varepsilon_t = 7\%$, $\varepsilon_l = 9\%$, $\varepsilon_v = 7\%$, avvenendo un corto circuito dopo il trasformatore abbassatore, l'intensità di corrente dell'alternatore raggiungerà il valore seguente:

$$I_p = \frac{100}{37 + 7 + 9 + 7} \times 2000 = \frac{200000}{60} = 3330 \text{ Amp.}$$

Un corto circuito a metà linea avrebbe invece il valore

$$I_p = \frac{100}{37 + 7 + 4,5} \times 2000 = \frac{20000}{48,5} = 4100$$

Un corto circuito sulle sbarre raggiungerebbe invece il valore di

$$I_p = \frac{100}{37} \times 2000 = 5400 \text{ Amp.}$$

L'interruttore di macchina dovrebbe quindi essere in grado di aprire un circuito con 6000 Amp, cosicché supposto 6000 Volt la tensione di esercizio, l'interruttore sarebbe chiamato ad interrompere una potenza di 60 000 kVA.

Bisogna tener presente che al giorno d'oggi per macchine di sì rilevante potenza si prescrivono, per maggiore sicurezza, come già si è accennato, speciali regolatori automatici limitatori della corrente di corto circuito, che ne riducono il valore ad un limite determinato.

Nel modernissimo impianto del Moncenisio, ad es., nel quale trovansi unità di 21 200 kVA, per le quali la corrente di corto circuito può raggiungere un valore istantaneo di circa venti volte l'intensità normale, si avrebbe una corrente di corto circuito di ben 42 000 Amp pure essendo bene elevata la reattanza degli alternatori che sono stati appositamente progettati con una caduta di tensione a pieno carico del 40 %.

Orbene, un apposito regolatore di tensione agisce sull'eccitazione dell'eccitatrice, diseccitando la macchina quando il valore della corrente supera del 50 % l'intensità normale.

In tal modo un eventuale corto circuito anche vicinissimo alla macchina, se se ne astraggono gli effetti dinamici, istantanei per i quali tutto l'impianto fu previsto in proporzione, viene ad essere ridotto a valori di intensità assolutamente non pericolosi. Tenuto conto poi che gli interruttori automatici sono tarati con ritardi di almeno 6"-10", spazio di tempo più che sufficiente perchè la corrente di corto circuito abbia a ridursi al valore del corto circuito permanente, ne consegue che, in ultima analisi, in un impianto così fatto un corto circuito qualsiasi, viene ad assumere una importanza relativamente limitata, eliminandosi ogni pericolo di scoppio di interruttori, riducendosi così pure l'entità dei fenomeni conseguenti al corto circuito stesso.

*

Le norme della nostra Associazione Elettrotecnica Italiana per la costruzione degli interruttori, al momento attuale non stabiliscono nessuna regola nè per la costruzione nè per l'istallazione di tali apparecchi.

Le norme americane fissano per gli interruttori in olio le quattro caratteristiche seguenti:

- 1°) La corrente normale di carico.
- 2°) Tensione normale.
- 3°) Frequenza.
- 4°) Capacità di rottura.

Per quest'ultima intendono il valore della corrente sotto tensione normale che l'interruttore può interrompere un determinato numero di volte in un determinato tempo senza soffrire danno alcuno. Alcuni costruttori americani fissano due aperture a due minuti di distanza, e per tener conto della provata influenza dell'energia elettrostatica ed elettromagnetica immagazzinata nel sistema fissano anche come condizione di prova il valore del fattore di potenza.

Per tutte le norme generali rimandano alle disposizioni stabilite, sia per le tensioni di prova (2.5 E + 2000 Volt) come per le temperature, solo specificano che la temperatura dell'olio non deve mai oltrepassare i 70 gradi.

Le norme tedesche di recentissima pubblicazione classificano gli interruttori in dieci serie con caratteristiche ben definite, sia per la tensione come per l'intensità di corto circuito e la tabella seguente ne dà la chiara specificazione:

Tensione normale	Tensione di prova	Corrente di corto circuito permanente					
		1000	1500	2000	3000	4500	6000 A.
1500	10000	I	I	I	I	I	
3000	10000	I	I	I	II	II	II
6000	20000	II	II	II	III	III	III
12000	30000	III	III	IV	IV	IV	
24000	50000	IV	V	V			
35000	70000	V	V				
50000	100000	VI					
80000	160000	VII					
110000	220000	VIII					
150000	300000	IX					
200000	400000	X					

Le norme francesi definiscono come capacità di rottura la potenza fittizia massima in kVA che l'apparecchio può interrompere. Tale potenza è data dal prodotto della tensione ai morsetti alla fine della rottura per l'intensità della corrente che attraversava i contatti nell'istante prima della rottura. La prova di rigidità dielettrica viene fatta tra i poli e tra ciascun polo e la massa dell'interruttore a terra, alla frequenza normale con una tensione alternativa sinusoidale uguale a due volte la tensione normale più 1000 Volt e per 60". La prova di temperatura è prescritta con una corrente normale a tensione normale e con una temperatura ambiente di 40° l'olio deve rimanere ad una temperatura inferiore a 90° e tutte le parti metalliche di contatto a meno di 100° che viene fissata come temperatura limite assoluto.

Da quanto sovraesposto non possiamo dedurre norme che valgano a fissare le qualità che si devono richiedere agli interruttori per le applicazioni alle quali sono destinati, molto incomplete risultando le norme delle Associazioni Elettrotecniche di tutti i paesi e per niente corrispondenti all'importanza della questione. Le buone Case costruttrici nelle installazioni adottano generalmente tipi di interruttori assai abbondanti, cosicché si possono ritenere di sicuro e pronto funzionamento in qualunque circostanza, ma purtroppo — anche con tali precauzioni — molte volte inconvenienti gravi sono successi, perchè, come già si è detto, interruttori in opera non erano mantenuti in condizioni di perfetto funzionamento così e come erano stati predisposti alla data della loro prima installazione.

Dobbiamo ritenere che la nostra Associazione Elettrotecnica possa, col sussidio dei numerosi tecnici e studiosi che ne fanno parte, addivenire alla compilazione di norme chiare e sicure per questi apparecchi delicatissimi ed importantissimi della tecnica degli impianti elettrici al fine di raggiungere lo scopo di poter dare indicazioni precise per stabilire esatte dimensioni degli interruttori e delle loro singole parti in modo che si possa avere degli apparecchi di tutta sicurezza per la delicata funzione che sono chiamati a compiere, di proteggere cioè macchine e trasformatori.

Infatti non v'ha chi non veda quale importanza assumano al giorno d'oggi tali apparecchi, al sicuro funzionamento dei quali è affidata la protezione di intere centrali e cabine con macchinari elettrici di costo elevatissimo. Crediamo quindi di essere nel vero affermando che lo studio accurato della costruzione di tali apparecchi deve formare oggetto di particolare interesse, non solo, ma anche la scelta del tipo per una determinata installazione deve essere frutto di un profondo esame delle caratteristiche degli impianti che l'interruttore viene a collegare, per ottenere che l'apparecchio che si installa risulti con tutta sicurezza di capacità sufficiente a resistere al lavoro massimo di apertura che può essere chiamato a compiere. Converrà dunque pretendere sempre su ogni interruttore la targa caratteristica col nome del costruttore, tipo e numero dell'apparecchio, coi dati tecnici essenziali, cioè la tensione, l'intensità normale, la frequenza e la capacità di interruzione segnandola in Amp di corto circuito. Pretendere gli indicatori del livello dell'olio, e gli sfogatori dei gas, oltre a tutte le garanzie di sicuro funzionamento e di robustezza delle singole parti, specialmente con dimensioni abbondanti per i contatti perchè risulti una minima densità di corrente, e di conseguenza si possa essere sicuri che i contatti in funzionamento normale si mantengano a temperatura normale. Non si devono ammettere assolutamente contatti senza spegni-scintille, perchè in difetto di questi non si può essere certi del mantenimento di buona superficie di contatto, e quindi i contatti stessi non possono nemmeno durante il funzionamento normale mantenersi alla temperatura normale. Utilissimi risultano ingegnosi dispositivi elettromeccanici che impediscono all'interruttore di rimanere chiuso, se il livello dell'olio non è quello voluto.

Di regola gli interruttori fino a 25 000 V si possono ammettere con cassa unica per i tre conduttori, ma dalla tensione di 25 000 Volt in su, sono assolutamente da prescrivere interruttori in casse separate risultando per questo tipo in modo indiscutibile assai più sicura l'azione raffreddante dell'olio ed anche per la ragione che la

quantità di gas che si forma nell'apertura del circuito può trovare più libero sfogo e separatamente da un polo all'altro dell'interruttore.

Per la stessa ragione anche per basse tensioni, ma per forti intensità di migliaia di ampère, gli interruttori in casse separate sono sempre a preferirsi. In ogni caso per gli interruttori in cassa unica sono da ritenersi utili le separazioni dei poli per mezzo di diaframmi isolanti tali però che permettano la libera circolazione dell'olio.

Per la parte delicatissima dei passanti isolanti basti ricordare che, scartati gli isolatori a condensatore per le difficoltà costruttive che essi presentano, l'industria si è oggi orientata quasi esclusivamente verso gli isolatori in porcellana, con olio o miscela isolante interno attraversata dal conduttore rivestito di bakalite longitudinalmente.

In tale modo per le diverse costanti dielettriche dei vari strati concentrici di isolanti, la ripartizione dei potenziali ed il gradiente vengono ad essere migliorati assai, in modo da avere nel punto più pericoloso, che è appunto alla superficie della porcellana a contatto del collare di entrata nella cassa, un gradiente limitato, inferiore alla tensione critica dell'aria.

Il che si può ottenere facendo variare i raggi del conduttore, del tubo di bakalite, della miscela isolante e della porcellana, formando questi elementi tanti condensatori cilindrici concentrici, fra i quali si può così far mutare la ripartizione dei potenziali e dei gradienti in proporzione approssimata alla loro rigidità dielettrica, in modo da rendere il più uniforme possibile la ripartizione del potenziale totale fra il conduttore ed il collare, mentre in un mezzo uniforme tale gradiente sarebbe minimo a contatto dal conduttore, e massimo al collare, e quasi sempre maggiore della rigidità stessa dell'aria.

Infine è bene rammentare che l'olio per gli interruttori deve essere olio minerale puro ricavato dalla distillazione frazionata dei petroli, esente da tracce di acidi alcali, zolfo e suoi composti. Deve essere privo di qualsiasi traccia di umidità; basta ricordare che la rigidità dielettrica dell'olio scende a metà del suo valore con appena 0,04 % di umidità.

L'olio deve essere fluido per la facile circolazione e per poter funzionare da energico raffreddante. La temperatura di infiammabilità deve essere superiore a 100° intendendo per tale temperatura quella alla quale l'olio si gasifica e forma coll'aria una miscela infiammabile.

La temperatura di combustione deve essere maggiore di 200° intendendosi per questa la temperatura alla quale l'olio si accende. Per la rigidità dielettrica allo spinterometro con sfere di diametro 12 mm a 4 mm di distanza un buon olio deve resistere ad una tensione di 30 000 Volt.

Per certi casi speciali anche il grado di congelamento deve essere tenuto in considerazione.

Gennaio-Febbraio, 1923.

□ SUL RISCALDAMENTO DEI CAVI IN CARTA IMPREGNATA PER TRASMISSIONE D'ENERGIA □ □ □ □ □

Dott. ETTORE SACCHETTO

Il problema della determinazione delle intensità di corrente ammissibili nei cavi per trasmissione d'energia ha sempre destato l'attenzione dei tecnici, sicchè esso è stato svolto con notevole ampiezza, sia dal lato teorico che da quello sperimentale, ed è tuttora oggetto di studi e di accurate ricerche ⁽¹⁾.

Credo perciò che potrà essere non privo di interesse il presente studio. Nella prima parte svolgo alcune considerazioni che possono riuscire utili nella determinazione della resistività termica del mezzo isolante, che è uno degli elementi fondamentali per il calcolo del carico ammissibile nei cavi; nella seconda espongo un esame critico delle basi sulle quali sono state costruite alcune tabelle, le più usate, che fissano i valori massimi delle intensità di corrente ammissibili nei cavi in carta impregnata interrati.

Sulla determinazione della resistività termica del mezzo isolante.

E' noto che per un cavo, i cui conduttori siano alimentati da corrente, la propagazione del calore può avvenire in ognuno dei tre modi: per conduzione, per irraggiamento e per convezione.

Attraverso l'isolante in carta impregnata si può ritenere che la

propagazione del calore avvenga esclusivamente per conduzione. Se il cavo è interrato, avremo la propagazione del calore per conduzione nella parte isolante e pure per conduzione negli spazii compresi fra le superfici isoterme che si chiudono completamente nel terreno, mentre per quelli compresi fra isoterme che si chiudono parte nel terreno e parte nell'aria avremo una propagazione mista. Sarà però prevalente a conduzione, specie se il cavo è interrato ad una certa profondità (la posa normale è a 70 cm), poichè la superficie del terreno non sarà molto influenzata dalla temperatura del cavo.

Se il cavo è in aria, la propagazione sarà pure mista, ma prevalentemente per irraggiamento e convezione. In ogni caso la quantità Q di calore dispersa a regime nell'unità di tempo è proporzionale al dislivello di temperatura $\Delta \theta$ tra il conduttore e la superficie isoterma considerata, cioè, se K è un fattore di proporzionalità, sarà:

$$Q = K \Delta \theta \quad (I)$$

che esprime la cosiddetta legge di Ohm termica, perchè analoga alla legge di Ohm elettrica espressa da

$$I = c V$$

Mentre nella propagazione per conduzione il coefficiente K è costante, è invece funzione del dislivello di temperatura negli altri casi. Per il caso della conduzione, K , che rappresenta l'inversa della resistenza termica del mezzo, dipende soltanto dalla *resistività termica* di questo, la quale, per un mezzo omogeneo, ed almeno entro determinati limiti di temperatura, è una *costante*, e da un coefficiente geometrico, ossia dalla forma del corpo che genera calore.

Dalla considerazione che la propagazione del calore obbedisce alle stesse leggi di quella dell'elettricità, cioè dal fatto che le superfici isoterme sono anche superfici equipotenziali, per i cavi tale coefficiente geometrico si ricava con facilità. Così, per un cavo cilindrico ad un conduttore esso è dato dalla solita espressione logaritmica:

$$\frac{4 \pi l}{2 \log_e \frac{D_2}{D_1}}$$

dove l è la lunghezza del cavo in cm e D_1 , D_2 sono rispettivamente i diametri sul conduttore e sull'isolante ⁽²⁾.

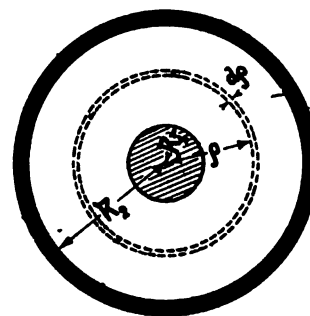


Fig. 1. — Cavo ad un conduttore - Sezione retta.

Dall'espressione della legge di Ohm termica I si ricava, sostituendo a K il suo valore, la resistività termica del mezzo isolante:

$$\sigma = \frac{1}{Q} \frac{4 \pi l}{2 \log_e \frac{D_2}{D_1}} \Delta \theta \quad (II)$$

Questa formula è quella che correntemente si usa per ricavare sperimentalmente la resistività termica del materiale isolante dei cavi

⁽²⁾ Considerando (fig. 1) un anello cilindrico elementare, coassiale al conduttore, di spessore $d\rho$, alla distanza ρ dall'asse, e chiamando σ la resistività termica del mezzo isolante, supposto omogeneo, la resistenza termica dell'elemento sarà, per una lunghezza l :

$$d\eta = \sigma \frac{d\rho}{2 \pi \rho l}$$

ed integrando per tutto lo spessore isolante, la resistenza termica complessiva diventa:

$$\eta = \frac{\sigma}{2 \pi l} \int_{D_1}^{D_2} \frac{d\rho}{\rho} = \frac{\sigma}{2 \pi l} \log_e \frac{D_2}{D_1}$$

Di qui si deduce la conducibilità termica del mezzo, che si può anche scrivere, per una ragione che vedremo più innanzi:

$$K = \frac{1}{\sigma} \frac{4 \pi l}{2 \log_e \frac{D_2}{D_1}}$$

⁽¹⁾ Per una vasta bibliografia sull'argomento vedi: SHANKLIN: J. of A. I. E. E., febbraio 1922.

cilindrici ad un conduttore. Si ottiene Q dalla considerazione che la quantità di calore dispersa a regime nell'unità di tempo sarà eguale a quella sviluppata nel conduttore, cioè:

$$Q = I^2 R$$

che si può quindi ricavare o dalla misura dei watt assorbiti o dalla misura della corrente d'alimentazione e da quella della resistenza ohmica del conduttore. In tali casi la resistività termica σ viene espressa in unità elettriche, cioè indica la temperatura, in gradi centigradi, che provoca il flusso di calore di un joule per secondo tra le facce opposte di un centimetro cubo. Il dislivello di temperatura $\Delta \theta$, tra conduttore e piombo, si misura direttamente per mezzo di pinze termoelettriche o di sensibili termometri, o indirettamente ricavandolo da misure delle variazioni, all'inizio ed a regime, della resistenza ohmica del conduttore e del mantello di piombo.

Osserviamo ora che la capacità elettrostatica di due conduttori cilindrici coassiali per una lunghezza l è espressa da:

$$C_e = \frac{\epsilon l}{2 \log_e \frac{D_2}{D_1}} \text{ unità elettrostatiche c. g. s.}$$

Di qui si vede che il coefficiente geometrico che compare nella II si può esprimere in funzione della capacità elettrostatica del cavo, cioè:

$$2 \log_e \frac{D_2}{D_1} = \frac{\epsilon l}{C_e}$$

per cui la II si può scrivere anche:

$$\sigma = \frac{1}{Q} \frac{4\pi}{\epsilon} C_e \Delta \theta$$

Come abbiamo indicato, C_e è espresso in unità elettrostatiche c. g. s.; e siccome usualmente la capacità dei cavi è espressa in microfarad per Km e $1 \mu F = 9 \cdot 10^5$ unità elettrostatiche, sostituendo a C_e la capacità ordinaria C in μF avremo:

$$\sigma = \frac{1}{Q} \frac{4\pi}{\epsilon} C \cdot 9 \cdot 10^5 \Delta \theta \quad (III)$$

Poichè la costante dielettrica si può determinare con soddisfacente esattezza e controllare continuamente con le misure correnti di capacità sui cavi ad un conduttore, che si eseguono nelle fabbriche, conviene in luogo di calcolare il fattore geometrico indicato, misurare addirittura la capacità ordinaria del cavo in esperimento e dedurre mediante la III il coefficiente σ .

Ma se per cavi ad un conduttore questo metodo può considerarsi di scarsa utilità, è invece consigliabile per la determinazione della resistività termica per i cavi a tre conduttori cordati. Quando i tre conduttori vengono alimentati in trifase, se il carico è equilibrato, le superfici isoterme a regime coincideranno con quelle ottenute alimentando i tre conduttori in parallelo, a parità di carico complessivo. Ma per tale caso le superfici isoterme sono anche superfici equipotenziali, per l'analogia citata tra propagazione del calore e conduzione elettrica, e quindi il coefficiente geometrico della formula per la determinazione della resistività termica, come abbiamo visto per i cavi ad un conduttore, si può ricavare dall'espressione matematica della capacità dei tre conduttori in parallelo contro il piombo, oppure dalla sua misura.

La capacità di un cavo trifase normale cordato con i tre conduttori in parallelo contro il mantello di piombo è data ^(*) da:

$$C_e' = \frac{\epsilon l}{2 \log_e \frac{R^2 - d^2}{3 R^2 d^2 r}} \text{ unità elettrostatiche c. g. s.} \quad (IV)$$

(per il significato delle lettere vedere la fig. 2) il cui denominatore rappresenta il coefficiente geometrico per il cavo a tre conduttori.

La II diventa quindi in tal caso:

$$\sigma = \frac{1}{Q} \frac{4\pi l}{2 \log_e \frac{R^2 - d^2}{3 R^2 d^2 r}} \Delta \theta \quad (V)$$

dove però qui, sempre a carico equilibrato, è:

$$Q = 3 I^2 R_0$$

chiamando I l'intensità di corrente, e R_0 la resistenza, di ognuno dei conduttori.

La V è usata per ricavare la resistività termica dell'isolante da misure sui cavi trifasi. Però, mentre per i cavi ad un conduttore la espressione del coefficiente geometrico è rigorosamente matematica, quella per i cavi trifasi cordati è approssimata ^(*) e sarebbe rigorosa

solo quando i conduttori fossero infinitamente sottili. Le differenze possono risultare notevolissime per cavi con conduttori di grande sezione e di piccolo spessore isolante, sicchè è consigliabile sempre la misura della capacità del cavo con i tre conduttori in parallelo contro il piombo, noto che sia il valore della costante dielettrica.

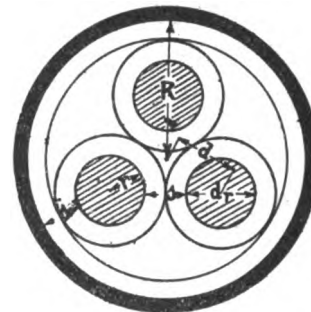


Fig. 2. — Cavo a tre conduttori cordati normale - Sezione retta.

Il metodo, oltre che essere esatto, è molto più rapido, risparmiando il lungo calcolo del fattore geometrico. La formula da applicare è ancora la

$$\sigma = \frac{1}{Q} \frac{4\pi}{\epsilon} C_3 \cdot 9 \cdot 10^5 \Delta \theta$$

dove Q ha il significato indicato più sopra e C_3 è la capacità in microfarad del cavo con i tre conduttori in parallelo contro il piombo.

Facendo nella IV $\epsilon = 1$ ed $l = 1$ si vede che il fattore geometrico che figura al denominatore è l'inversa del valore della capacità del cavo con i tre conduttori in parallelo contro il piombo, quando il dielettrico sia l'aria e la lunghezza sia di 1 cm. Se non si conosce il valore della costante dielettrica, e non si può quindi ricorrere per la determinazione di σ ad una misura della capacità nel modo anzidetto, sarà utile usare le curve che ho ricavato sperimentalmente nel mio lavoro sulle capacità, citato in nota, e che danno per i cavi trifasi cordati normali ^(*) i valori delle varie capacità fittizie in micro-

farad per Km e per $\epsilon = 1$ in funzione del rapporto $\frac{s}{d_r}$ tra lo spessore isolante ed il diametro sui conduttori.

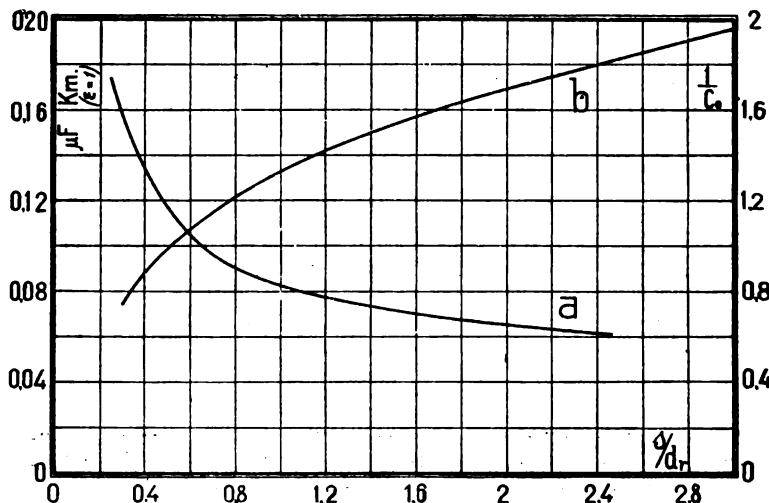


Fig. 3.

Curva a: Capacità in microfarad per Km e per $\epsilon = 1$ d'un cavo trifase cordato normale con i tre conduttori in parallelo contro il piombo, in funzione del rapporto $\frac{s}{d_r}$.

Curva b: Fattore geometrico $\left(\frac{1}{C_e}\right)$, da usare nelle formule del riscaldamento di cavi trifasi normali, in funzione del rapporto $\frac{s}{d_r}$ (Corrisponde al fattore geometrico $2 \log_e \frac{R}{r}$ dei cavi ad un conduttore).

Prendendo la curva riferentesi ai tre conduttori in parallelo, (poichè $1 \text{ Km} = 10^5 \text{ cm}$ ed $1 \mu F = 9 \cdot 10^5$ unità elettrostatiche) moltiplicando i valori per 9, avremo senz'altro quelli della capacità C_3 per

^(*) E. SACCHETTI: *Studio teorico sperimentale sulla capacità dei cavi trifasi cordati*. — L'Elettrotecnica, 5 e 25 settembre 1921.

^(*) In questa parte mi occupo solo di cavi trifasi cordati normali, nei quali i conduttori hanno uno spessore isolante verso il piombo eguale a quello esistente tra due di essi (fig. 2). Tali cavi sono i più generalmente usati in Italia.

$\epsilon = 1$ ed $l = 1$; e facendone le inverse otterremo subito i valori del coefficiente geometrico per i cavi trifasi in funzione del rapporto $\frac{S}{d_r}$.

Le curve corrispondenti sono riportate nella figura 3.

Dalle curve date il valore del coefficiente geometrico $\frac{1}{C_r}$ si ricava immediatamente senza calcoli e con un'approssimazione molto maggiore di quella che si ottiene con la formula teorica V.

La formula da applicare è allora la seguente:

$$\sigma = \frac{1}{Q} \cdot \frac{4\pi l_{km}}{C_r} \Delta\theta \cdot 10^5$$

Esame di tabelle fissanti i valori massimi delle intensità di corrente ammissibili nei cavi in carta impregnata interrati.

Le tabelle maggiormente usate sono quelle del « Verband Deutscher Elektrotechniker » ⁽³⁾ adottate anche dalla A. E. I. e quelle dell'« Union des Syndicats de l'Electricité » francese, compilate dal Picou ⁽⁶⁾.

Un accurato studio comparativo di queste tabelle e di altre in uso nei diversi paesi, e riguardanti oltre i cavi in carta impregnata anche gli altri conduttori in genere, è stato pubblicato nella nostra Rivista ⁽⁷⁾.

La formula generale che serve di base per il calcolo delle portate nei cavi interrati si ricava generalizzando i concetti esposti nella prima parte della nota precedente, cioè tenendo conto, oltre che della resistività termica del mezzo isolante, anche di quella del suolo, e supponendo che la propagazione del calore avvenga esclusivamente per conduzione ⁽⁸⁾. Per i cavi a un conduttore essa può mettersi sotto la forma:

$$I = \sqrt{\frac{2\pi}{\rho} \frac{S \Delta\theta}{\sigma_i \log_e \frac{D_2}{D_1} + \sigma_t \log_e N}} \quad (VI)$$

nella quale:

- I = intensità di corrente in Ampère;
- S = sezione del conduttore in cmq;
- $\Delta\theta$ = sopraelevazione di temperatura ammissibile in gradi C.
- ρ = resistività elettrica del conduttore alla temperatura di regime;
- σ_i = resistività termica in unità elettriche dell'isolante;
- σ_t = resistività termica in unità elettriche del suolo;
- $\frac{D_2}{D_1}$ = rapporto tra i diametri del conduttore rivestito e nudo;
- N = rapporto tra il diametro della superficie isoterma, supposta cilindrica, coassiale al conduttore, non influenzata dal riscaldamento del cavo e quello sul piombo del cavo.

E' da notare che, mentre le tabelle del V. D. E. danno le portate per cavi ad un conduttore soltanto per tensioni massime di 750 Volt a corrente continua, quelle del Picou danno le portate per i cavi a un conduttore ad isolamento trascurabile e ad isolamento fino a 20 000 Volt.

Siccome non esistono indicazioni in proposito nel testo della nota del Picou ⁽⁶⁾, tanto più che sono prese in considerazione tensioni così elevate per cavi ad un conduttore, è da ritenere che detti valori s'intendono per correnti alternate. Ma, come ho mostrato in altro lavoro ⁽⁹⁾, indicare le portate per cavi ad un conduttore alimentati a corrente alternata non ha significato se non si conoscono le condizioni di posa, cioè se non si tien conto dell'effetto delle perdite d'energia che avvengono nel piombo.

Inoltre per i cavi ad alta tensione non devesi trascurare, sebbene influiscano in minor misura, anche le perdite nel dielettrico. Ma non è questo il punto che desideravo chiarire nella presente nota.

Ritorniamo all'espressione VI.

La Commissione del V. D. E. adottò, per il calcolo del valore di N , come superficie isoterma del suolo quella avente un diametro quattro volte la profondità di posa del cavo, ritenuta normalmente di 70 cm, per cui il fattore che moltiplica σ_t varia al variare del diametro esterno del cavo; il Picou invece ammette che tale superficie

abbia un diametro sempre eguale a 100 volte quello del cavo, per cui σ_t viene in tal caso moltiplicato per il coefficiente fisso:

$$\log_e 100 = 4,6$$

Inoltre tutte le volte che la Commissione del V. D. E. nel preparare le tabelle deve applicare la formula generale (applica pure una formula ridotta unitamente a certi coefficienti ricavati sperimentalmente), essa adotta i seguenti valori:

$$\Delta\theta = 25^\circ ; \sigma_i = 650 ; \sigma_t = 50$$

Il Picou, che applica sempre la formula generale, adotta invece i valori:

$$\Delta\theta = 40^\circ ; \sigma_i = 230 ; \sigma_t = 200$$

Ci si può chiedere se siano possibili divergenze così notevoli sull'apprezzamento di valori che sono ricavati sperimentalmente, quando numerose e vaste sono le ricerche sull'argomento e quindi abbondante il materiale a disposizione dei tecnici.

Si può comprendere e riconoscere anche giustificata una divergenza sull'apprezzamento della resistività termica del suolo, dato che perfino i cavi d'una stessa linea possono essere posati in terreni di composizione notevolmente differente, come in terra umida, terra secca, sabbia, ghiaia, roccia, ecc. Perciò in queste note ritengo opportuno ridurre l'esame al solo impiego di quei valori che non possono giustificarsi con criteri particolari. Quindi, dovendo togliere di mezzo gli apprezzamenti riguardanti sia le dimensioni da assegnare alla superficie isoterma non influenzata dal riscaldamento dei cavi, sia i valori da usare per la resistività termica del suolo, ho considerato il caso in cui si possa porre nella formula generale:

$$\sigma_t = 0$$

cioè il caso in cui il suolo non intervenga nella propagazione del calore. Questo fatto può verificarsi sovente nella pratica ed è quello di un cavo immerso in acqua corrente con velocità ed in quantità tale da mantenere praticamente la superficie esterna del cavo a temperatura costante ⁽¹⁰⁾.

La formula generale si ridurrà alla:

$$I = \sqrt{\frac{2\pi}{\rho} \frac{S \Delta\theta}{\sigma_i \log_e \frac{D_2}{D_1}}} \quad (VII)$$

Il tecnico che volesse calcolare la portata dei suoi cavi in acqua, per la stessa sopraelevazione ammessa per i cavi interrati, applicando i dati del V. D. E. e quelli del Picou troverebbe un rapporto nell'intensità di corrente nei due casi dato da:

$$\frac{\sqrt{\frac{40}{230}}}{\sqrt{\frac{25}{650}}} = 2,12$$

cioè l'intensità ammissibile coi valori del Picou risulterebbe più che doppia di quella calcolata coi valori del V. D. E.

Anche astraendo dalla differenza dei valori di $\Delta\theta$, cioè supponendo uno stesso valore della sopraelevazione di temperatura (25°) per i due casi, si avrebbe sempre con i dati del Picou una intensità maggiore di circa il 70 % in confronto di quella risultante con i dati del V. D. E.

Ma a questo punto riteniamo che non si deva rimanere in dubbio circa la scelta tra due risultati così eccessivamente divergenti. L'esperienza ci permetterà di stabilire quali di essi sia il più attendibile. Si potrebbe osservare che la VII con qualche passaggio, come del resto era da prevedere, si può identificare con la II che serve per la determinazione sperimentale della resistività termica del mezzo isolante.

La VII si può anche scrivere:

$$\frac{I^2}{\Delta\theta} \rho = \frac{2\pi S}{\sigma_i \log_e \frac{D_2}{D_1}}$$

Il primo membro si calcola mediante i dati sperimentali, cioè mediante i valori: dell'intensità di corrente d'alimentazione del conduttore, della differenza di temperatura a regime tra rame e piombo e della resistività elettrica del conduttore alla temperatura finale.

Il secondo membro dipende solo dalle dimensioni del cavo e dal valore di σ_i ; per cui mettendo al posto di questo simbolo i valori

⁽¹⁰⁾ Nell'impianto elettrico del Matese della Società d'Electricità di Napoli cavi 3×200 mmq. p. 10.000 volt d'esercizio sono immersi nei canali della condotta d'acqua.

⁽³⁾ Le norme ultime con validità dal 17 ottobre 1922 sono state pubblicate nell'E. T. Z. del 7 dicembre 1922, pag. 146.

⁽⁶⁾ R. G. E. 17 marzo 1917, pag. 410.

⁽⁷⁾ E. SOLERI, — L'Elettrotecnica, 25 settembre 1919.

⁽⁸⁾ Come da un cenno fatto nella prima parte, ciò non è rigorosamente vero.

⁽⁹⁾ E. SACCHETTO: Considerazioni sull'impiego di cavi monofasi per trasmissioni di energia a corrente alternata ad altissima tensione in relazione alle perdite di energia, al riscaldamento e alla portata. — L'Elettrotecnica, ottobre 1922.

usati o dal V. D. E. o dal Picou, si potrà constatare quale dei due risultati ottenuti si accosta di più a quello sperimentale dato dal primo membro.

Tutte le ricerche che hanno servito alla determinazione delle resistività termiche del mezzo isolante potrebbero servire per questo controllo. Io ho constatato che nella grandissima maggioranza dei casi i risultati ricavati sperimentalmente si scostano considerevolmente da quelli ottenuti coi dati del Picou, mentre sono più o meno prossimi ai valori ottenuti con quelli del V. D. E.

Però ho potuto ricorrere anche ad esperienze dirette riproducenti esattamente il caso prospettato del cavo in acqua corrente. Nel laboratorio di ricerche d'elettrotecnica della Società Italiana Pirelli, sono state eseguite numerose ricerche, per determinare la portata dei cavi in tali condizioni, su cavi a tre conduttori cordati ed a un solo conduttore. Riporto qui i risultati ottenuti per due cavi ad un conduttore. I cavi della lunghezza di circa 50 metri, avvolti a spirale e dopo prese le precauzioni per evitare perdite d'energia nel piombo, venivano immersi in una grande vasca nella quale circolava abbondantemente l'acqua.

La sopraelevazione di temperatura del conduttore veniva dedotta da misure della sua resistenza ohmica, eseguite con un doppio ponte Thomson. Le altre grandezze venivano lette direttamente. Nella tabella seguente riporto i risultati ottenuti.

Tipo del cavo	Ampere nel conduttore	Temperatura dell'acqua in circolazione (e del Pb)	Temperatura del conduttore a regime	$\Delta \theta$	$\frac{I^2}{\Delta \theta^2}$	Valori calcolati coi dati di Picou	Valori calcolati coi dati del V. D. E.	Osservazioni
Cavo 1 x 135 mmq Spessore isolante 12 mm	450	15°	54°5	39°5	0,0116	0,0390	0,0138	Per la resistività del conduttore si è adottato: $\rho = 1,7 \cdot 10^{-6}$ a 15° $\alpha = 0,004$
	550	"	66°	51°	0,021			
	640	"	85°	70°	0,0127			
	700	"	105°	90°	0,0125			
	720	"	114°	99°	0,0124			
Cavo 1 x 70 mmq Spessore isolante 14 mm Diametro sul conduttore portato a 14 mm	175	"	23°	8°	0,0153	0,0174	0,00615	
	320	"	49°	34°	0,058			
	400	"	71°	56°	0,0059			
	400	"	101°	85°	0,0001			
	520	"	125°	110°	0,0060			

Si vede come i valori trovati si approssimino soddisfacentemente a quelli ricavati con i dati del V. D. E.

A questo punto mi sono chiesto se non potesse esserci qualche errore nei valori adottati dal Picou ed ho ricercato prima di tutto per quale ragione egli aveva preso per la resistività termica della carta impregnata un valore così basso. Nella nota citata del Picou non è fatto cenno a ricerche sperimentali proprie in merito; è detto soltanto: «Pour le papier imprégné l'American Institute of Electrical Engineers a pris en considération les valeurs suivantes:

«après Melson et Booth, essai fait au National Physical Laboratory de Londres $\sigma_i = 235$ a 179
«d'après Atkinson et Parker $= 240$ a 208
«d'après Powell $= 296$ a 210

«D'autre parte Teichmüller et Humann ont donné

$$\sigma_i = 650 \text{ a } 436$$

«Il semble donc qu'il n'y ait pas lieu de s'arrêter aux valeurs «données par ces dernier expérimentateurs; et les valeurs moyennes les plus probables sont:

pour l'isolant $\sigma_i = 230$
pour le sol $\sigma_i = 200$ »

Qui ho intuito che il Picou doveva essere caduto in un equivoco non essendomi mai risultato che gli autori da lui nominati avessero trovato per la carta impregnata valori così bassi della resistività termica, espressi in unità elettriche. Ho consultato ancora il lavoro di Melson e Booth ⁽¹¹⁾ ed a pag. 728 ho trovato per la conducibilità termica della carta impregnata con olio i seguenti valori:

$$K = 0,00027 \quad 0,00024; \quad 0,00032$$

grammo-calorie per cmq., per sec., per grado centigr.

Moltiplichiamo i valori scritti per 4,18 per ridurre le calorie-grammo in joule ed avremo i valori della conducibilità termica specifica in unità elettriche. Facendone le inverse otterremo i valori delle resistività termiche in unità elettriche che saranno rispettivamente:

$$\sigma_i = 885; \quad 990; \quad 750$$

valori molto lontani da quelli citati dal Picou.

⁽¹¹⁾ The Heating of cables with current. — Journ. of the Institution of E. E. Vol. 47, settembre 1911, pag. 711.

Inoltre nel lavoro del Powell ⁽¹²⁾ a pag. 1020 è pubblicata la seguente tabella:

Osservatori	λ per carta impregnata	Osservazioni
Melson & Booth.	0,00102 a 0,00134	Pag. 1019: λ = conducibilità termica specifica del materiale in Watt per grado cent. per cm.
Atkinson e Fisher	0,00100 a 0,00115	
Powell	0,00081 a 0,00114 ecc.	

Quindi per avere la resistività termica dell'isolante in unità elettriche basterà in tal caso fare senz'altro l'inversa dei valori indicati ed otterremo:

Melson e Booth $\sigma_i = 980$ a 745
Atkinson e Fisher 1000 a 868
Powell 1235 a 876

Anche da qui non risultano affatto i valori presi dal Picou come base.

Vediamo però che moltiplicando per 4,18 i valori indicati dal Picou per i vari sperimentatori otteniamo esattamente quelli ora calcolati; questo dimostra che il Picou ha ricavato i suoi dati da quelli della tabella sopra riportata dal Powell, ma che invece di

farne immediatamente le inverse, come noi, li ha moltiplicati ancora per 4,18, ritenendo probabilmente che essi fossero espressi in calorie, ecc. anziché in watt ecc., come realmente erano. Quindi il valore adottato dal Picou $\sigma_i = 230$ va moltiplicato in realtà per 4,18; cioè il Picou avrebbe dovuto adottare per la resistività termica in unità elettriche della carta impregnata il valore:

$$\sigma_i = 961$$

L'equivoco nel quale è caduto il Picou fa quindi crollare una delle basi sulle quali si fonda la sua tabella.

Per quanto riguarda poi il calcolo delle portate dei cavi a più conduttori, al Picou spetta certamente il merito di avere per primo applicato il concetto, esposto nella parte precedente, che le formule di capacità e di conduttanza termica sono identiche per quanto concerne i fattori geometrici. Però egli soggiunge:

«Pour un cable à n conducteurs égaux, également couverts et toronnés, le terme $\log_e \frac{R}{r}$ de la formule est à remplacer par:

$$\frac{2}{n} \log_e \left(\frac{a}{n r} \frac{R^{2n} - a^{2n}}{R^n a^n} \right) \quad (\text{VIII})$$

où r est le rayon ecc. ecc. » ⁽¹³⁾.

Come è invece indicato nella parte precedente, questo fattore geometrico non dev'essere sostituito a: $\log_e \frac{R}{r}$ bensì a $2 \log_e \frac{R}{r}$ e quindi, poichè la formula adottata dal Picou è data in funzione del solo $\log_e \frac{R}{r}$, il fattore geometrico espresso dalla VIII deve dividersi per 2. Questo nuovo equivoco compensa in parte il primo, giacchè è come se per la resistività termica dei cavi trifasi, anziché il valore 230 usato per i cavi ad un conduttore, egli avesse adottato il valore di 460. Ad ogni modo metto in evidenza anche questo fatto per evitare che qualcuno possa essere tratto in errore. So infatti d'un ingegnere che per determinare la resistività termica del mezzo isolante per cavi a tre conduttori cordati ha adottato la formula del Picou facendo, come noi, $\sigma_i = 0$, ma ha trovato valori che

⁽¹²⁾ Temperature rise of insulated lead-covered cables. — Trans. A. I. E. E., vol. 35°, parte II, pag. 1017.

⁽¹³⁾ Nella nota citata del Picou, per un errore evidentemente di stampa, la formula al posto di $\frac{2}{n} \log_e \frac{R}{r}$ porta $\frac{n}{2}$.

erano la metà dei reali per avere usato il coefficiente geometrico VIII senza dividerlo per 2.

Dato che le tabelle del Picou sono molto usate in Francia, nel Belgio ed in altre nazioni, spesso anche in Italia, ho creduto doveroso mettere in luce i punti controversi.

Dopo questo non intendo affermare che le tabelle del V. D. E. siano perfette; mi limito solo a constatare che esse sono stabilite in seguito a ricerche durate lunghi anni e sono soggette periodicamente a controlli e revisioni in base ai risultati offerti dalla pratica e dall'esperienza.

Ed augurando che l'A. E. I. possa stabilire, per questo argomento, norme proprie, finisco associandomi alle parole colle quali l'Ing. Soleri chiude il lavoro citato in nota:

«Per quanto riguarda poi la determinazione di nostre tabelle per opera di un Comitato di scienziati e tecnici questo lavoro non dovrebbe incontrare difficoltà perchè non mancano nè uomini di scienza che già si sono occupati del problema, nè tecnici ben sperimentati nella fabbricazione ed uso dei conduttori, neppure laboratori di politecnici e d'industriali bene attrezzati al riguardo».

Marzo 1913.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Problemi di illuminazione.

Riceviamo:

Spett. Redazione de «L'Elettrotecnica».

L'articolo dell'Ing. Clerici su «L'Elettrotecnica» del 25 novembre 1922, pone in evidenza alcuni lati di inferiorità in cui in materia di tecnica di illuminazione ci troviamo rispetto ad altri paesi. La questione, a mio avviso, è di tale importanza, data l'estensione enorme assunta dalla illuminazione elettrica, ed involge anche una parte del nostro amor proprio e della nostra reputazione di tecnici, che dev'essere sostenuta con fermezza e portata a soddisfacente soluzione.

L'editoriale dello stesso numero del giornale informa che il Comitato tecnico per la illuminazione, recentemente costituito presso di noi, pubblicherà presto sul soggetto della illuminazione alcune norme fondamentali.

L'istituzione anche in Italia di un Ente tecnico per la illuminazione è stata senza dubbio determinazione saggia e non mai troppo tardiva per poter dare buoni frutti; questo organismo come già avviene da tempo in altre Nazioni (*), potrà disciplinare, orientare il vasto movimento che si connette alla tecnica della illuminazione nelle sue forme migliori e più razionali; la sua opera dovrà però essere fiancheggiata e confortata da quella più larga e continua che proviene dall'insegnamento delle scuole e dall'azione e dall'esempio di quanti, per posizione commerciale o professionale, hanno il mezzo di formare e dirigere l'educazione tecnica in questa materia.

Tutti sanno ad esempio, date le variatissime foggie di avvolgimento del filo nelle lampade, specie nel tipo in gas inerte, come l'antica classificazione delle lampade in candele, che dovrebbero essere candele orizzontali, non abbia più alcun significato. Eppure le nostre Ditte fabbricanti nelle loro offerte, nei loro listini continuano a parlare di candele che non sono orizzontali, che non sono sferiche, il cui rapporto alle candele orizzontali, alle candele sferiche è variabile da tipo a tipo di avvolgimento, contribuendo a creare ed a mantenere, esse stesse, una situazione di confusione e di disordine (*).

Non è confortante constatare che, se una spinta viene al consumatore ad adottare una nomenclatura delle lampade più precisa e comprensibile, gli viene ancor oggi giorno dall'estero, con l'offerta di lampade classificate in watt, in candele sferiche o in lumen.

Analogamente, in tema di illuminazione, la quasi totalità dei nostri progettisti ed installatori si limita ancora a computarne le intensità dalle cand/m^2 o dalle cand/m^3 , metodo imperfetto ed erroneo, per quanto tuttavia riportato su alcuno dei nostri manuali di ingegneria più in voga, perchè non è esatto dalla causa misurare l'effetto, quando il rapporto tra cause ed effetto è variabilissimo, dipendendo da molteplici fattori, quali l'equipaggiamento della lampada, la sua altezza di sospensione, la tinta e colorazione dei muri, l'ampiezza del luogo illuminato, ecc.

Le stesse lampade possono produrre in una sala a pareti chiare illuminazione doppia che in una sala a pareti scure; differenze di eguale importanza possono essere prodotte dal tipo di riflettore o di globo con cui sono equipaggiate.

Come le lunghezze si misurano in m. e la potenza in watt, la illuminazione deve misurarsi nella sua unità naturale che sono i lux ($\text{cand. internaz.} \cdot \text{metro}$).

Il luxometro citato dal Clerici (precisamente si tratta di un misuratore di candele-piedi, ma il rapporto tra candele-piedi e lux è noto

con precisione) è in uso in America sin dal 1917 (*) dove in questi anni, a motivo della sua grande facilità di trasporto e di impiego, ha sostituito per misure approssimate nelle scuole, nelle officine, negli stabilimenti in genere, gli altri tipi di fotometri americani più precisi ma meno comodi per l'uso corrente, come il Sharp Millar, il Macbeth, ecc. (*).

Ma il tipo di fotometro poco importa. Ciò che importa è che ordinando ad una Ditta un determinato impianto di illuminazione, si conosca in precedenza su quali lux medi o lux minimi, di illuminazione può farsi conto, e che devono essere realizzati, e garantiti, in rapporto alla natura ed allo scopo dell'ambiente da illuminare.

Il Comitato di illuminazione farà quindi opera vantaggiosa se, non per imitare quanto è già stato fatto all'estero, ma per fornire una base autorevole, direi quasi ufficiale, di riferimento, vorrà fissare i lux medi e minimi di illuminazione necessari per i vari luoghi ed ambienti; valori, che per quanto riguarda le officine e gli stabilimenti industriali, dovrebbero essere stabiliti d'accordo con il Comitato per la Prevenzione degli infortuni sul lavoro, ed ottenere in ogni caso il consentimento degli igienisti-oculisti, aventi autorità in materia.

Molti industriali considerano l'importanza della illuminazione artificiale dei loro stabilimenti dalla frazione di spesa, assai piccola invero, quasi trascurabile, ch'essa richiede in rapporto alla spesa totale di esercizio dello stabilimento stesso; devono invece considerare l'influenza grandissima che piccole variazioni nella illuminazione possono esercitare sulla resa, e quindi sul bilancio, dello stabilimento, cioè sulla qualità del prodotto e sulla intensità della produzione (*).

Non è a credersi però che scopo unico della illuminazione sia di fornire un certo numero di lux per un dato lavoro o per un dato luogo; lo sanno gli igienisti, che non si sono mai tanto agitati da quando nuovi illuminanti di sempre maggiore potenza e splendore hanno creato nuove difficoltà alla visione e pericoli all'occhio.

In certe Nazioni la crociata contro «l'abbagliamento» nella illuminazione ha raggiunto importanza eccezionale.

Succede ancor ora di non poter osservare certe vetrine di negozi artificialmente illuminate, perchè l'occhio è accecato dal soverchio splendore delle lampade non convenientemente adugiate. E quante sono le scuole in cui l'allievo soffre la «riflessione speculare» da parte dei fogli dei suoi libri e quaderni, quante le officine in cui l'operaio, alzando gli occhi dal suo piano di lavoro, adeguatamente illuminato, incontra zone eccessivamente illuminate od oscure, come il filamento nudo di una lampada, la superficie brillante di un metallo, od un angolo buio della sala, col risultato che rimane alterato il regime normale di visione, e quindi peggiorata la visione ed il lavoro!

I limiti di adattabilità dell'occhio alla visione sono vastissimi; l'occhio portato in ambiente buio può leggere con facilità uno scritto alla semplice fiamma di una candela, come, abituato in ambiente chiaro, legge lo stesso scritto comodamente alla viva luce del giorno cioè ad un'intensità di illuminazione centomila volte maggiore. Ma se passa successivamente da una illuminazione ricca ad una illuminazione modesta, o viceversa, l'occhio non vede più, perchè ha l'impressione di entrare nel buio, o di restare abbacinato.

Più che alla quantità di luce, occorre badare alla diffusione ed alla distribuzione della luce, anzi l'intensità di illuminazione deve essere funzione della distribuzione della illuminazione. Con gli illuminanti potenti di cui si dispone oggigiorno, la fatica dell'occhio dipende 99 volte su 100, non da deficienza numerica di candele di luce, bensì da eccessivo splendore delle sorgenti, o da fenomeni secondari di riflessione, o da contrasto troppo marcato tra illuminazione apparente di diversi oggetti compresi nel campo di visione; cosicchè la pupilla non può trovare un regime stabile di accomodabilità, ed è continuamente soggetta ad un'alternativa di dilatazioni e contrazioni.

Ing. GUIDO PERI.

:: SUNTI E SOMMARI ::

CONDUTTURE.

J. R. CARSON e J. J. GILBERT — Caratteristiche di trasmissione del cavo sottomarino. (Journ. Franklin Institute, vol. 192, p. 705, 1921).

Le note formule per il calcolo della costante di propagazione Γ e dell'impedenza caratteristica K di una linea alla frequenza $\frac{p}{2\pi}$

$$\Gamma = \sqrt{(R + ipL)(G + ipC)}$$

$$K = \sqrt{\frac{(R + ipL)}{(G + ipC)}}$$

valgono in generale, e quindi anche per un cavo sottomarino ad un solo conduttore; ma si riferiscono al circuito completo, vale a dire comprendendovi il ritorno per il mare, formato, oltre che dall'acqua del mare e dalla terra, dall'armatura del cavo. La resistenza e l'induttanza del ritorno hanno importanza trascurabile nella telegrafia

(*) Electr. World, 20 novembre e 25 dicembre 1915; G. G. R., febbraio 1919.

(*) L'Elettrotecnica, 5 maggio 1917; L'Industria, 1916, pag. 389.

(*) G. G. R., maggio 1918.

(*) «La illuminazione elettrica moderna», Editori Lattes e C., 1919.

(*) Libro citato, pag. 420.

ordinaria, ma già nel funzionamento in duplex possono produrre disturbi di compensazione; nella telegrafia rapida poi e nella telefonia l'impedenza del ritorno per il mare è un fattore importante per la capacità di lavoro del cavo. Il calcolo della resistenza e della induttanza del ritorno è reso complicato dalla presenza dell'armatura e dal fatto che la corrente di ritorno ha tendenza ad addensarsi in vicinanza del cavo, e quindi dell'armatura, aumentando la resistenza e diminuendo l'induttanza del circuito.

Gli A. A. hanno dapprima semplificato il problema teorico immaginando sostituito ai fili di ferro dell'armatura uno strato cilindrico, ossia un tubo, di ferro. Ne risulta allora un effetto pronunciatissimo più del verosimile; ma si tratta di una prima approssimazione, che dà un'idea qualitativa dell'influenza dei vari fattori. Si suppone che la juta, fra la guttaperca e l'armatura, sia così imbevuta di acqua marina, da portare sopra la guttaperca il potenziale della superficie interna dell'armatura. Le formule per la resistenza e l'induttanza contengono le funzioni di Bessel J_0 e K_0 d'ordine zero di argomento funzione dei raggi a e b esterno e interno di ognuno dei conduttori, della sua conducibilità λ e della sua permeabilità μ . Queste formule sono applicate come esempio ad un cavo avente i seguenti dati:

	Rame	Ferro	Acqua marina
$a = \text{cm}$	0,226	0,990	∞
$b = \text{cm}$	0	0,737	0,990
$\mu =$	1	100	1
$\lambda =$	$6.06 \cdot 10^{-11}$	$8 \cdot 10^{-11}$	$5 \cdot 10^{-11}$

Gli A. A. calcolano anche la resistenza e l'induttanza del cavo non armato, ossia col ritorno costituito dalla sola acqua del mare.

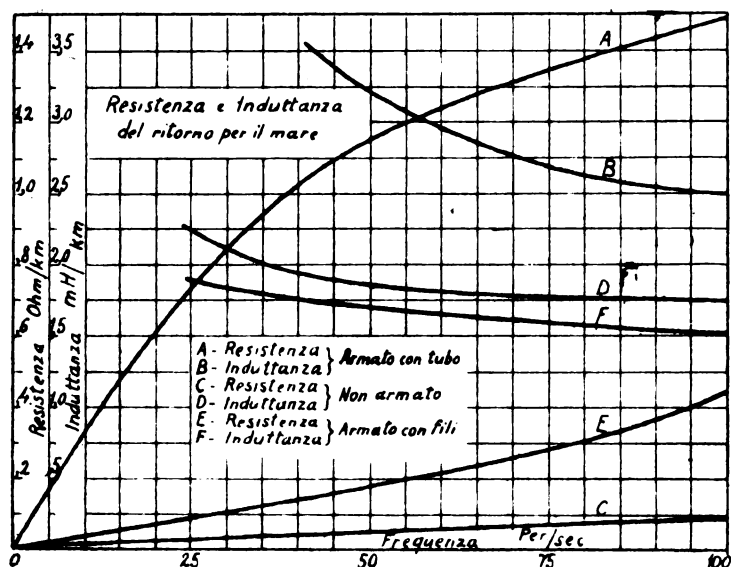


Fig. 1.

I risultati dei calcoli sono mostrati nella fig. 1. Si vede che l'effetto dell'armatura è di aumentare considerevolmente l'impedenza del ritorno; ciò si spiega col fatto che il ferro schermo l'acqua del mare dagli effetti elettromagnetici della corrente circolante nel conduttore: l'energia viene dissipata nella armatura e non propagata nel mezzo circostante.

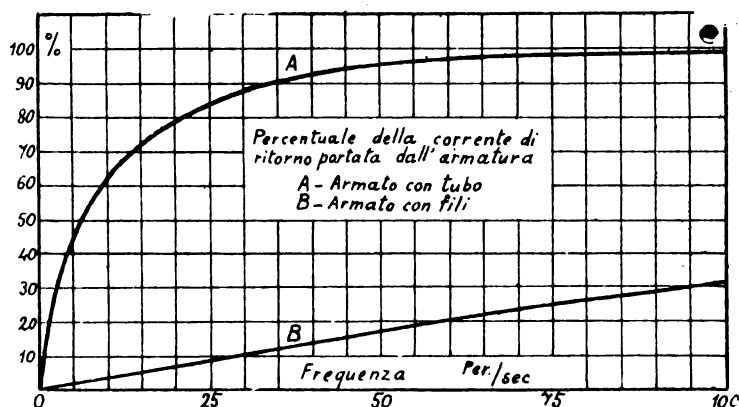


Fig. 2.

Lasciata la semplificazione dell'armatura tubolare, gli A. A. attaccano il problema reale dell'armatura di fili. Suppongono che la corrente nell'anima del cavo sia indipendente dall'azimut, cioè trascurano l'effetto dei singoli fili dell'armatura sulla distribuzione della corrente nell'anima. Determinando l'intensità del campo elettrico sulla superficie esterna del conduttore e sulla superficie interna del-

l'armatura, si ricava l'impedenza interna del doppino: la parte reale e quella immaginaria danno allora la resistenza e l'induttanza del cavo. Nella stessa fig. 1 sono riportati i risultati per un cavo come il precedente, ma con armatura di 15 fili: l'influenza del ferro sulla resistenza del ritorno è ancora notevole, sebbene molto minore che nel caso dell'armatura tubolare. La fig. 2 mostra la percentuale della corrente di ritorno portata dall'armatura nei due casi.

Come un saggio del metodo, gli A. A. hanno calcolato la resistenza e l'induttanza del cavo Seattle-Sitka dell'United States Signal Corps, per frequenze da 50 a 600 periodi, onde paragonare i risultati dei calcoli con quelli ottenuti nelle recenti misure fatte su quel cavo (¹).

Sono stati assunti questi dati:

Conduttore: Diametro 0,216 cm;
Resistenza 9 ohm/naut. mile.
Gomma: Diametro esterno 0,718 cm;
Capacità 0,38 μF /naut. mile.
Armatura: 16 fili di diametro 0,242 cm.
Diametro esterno del cavo: 2,06 cm.

Pel raggio del cerchio dei centri dei fili sono state fatte le due ipotesi estreme, di 0,6148 e 0,920 cm, corrispondenti al contatto e alla massima distanza dei fili. I risultati dei calcoli son rappresentati nella fig. 3, dove sono pure riportati, con cerchietti, i risultati sperimentali:

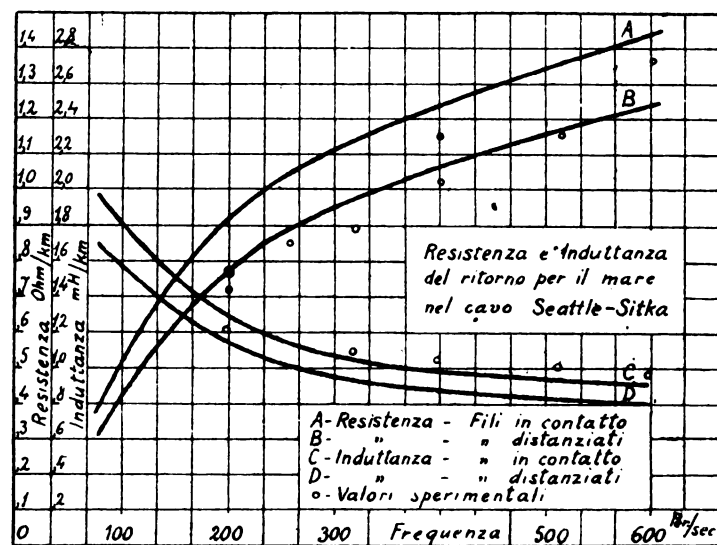


Fig. 3.

si ha buona concordanza a tutte le frequenze. La resistenza del ritorno aumenta più rapidamente nel campo delle frequenze telegrafiche, 0-100 periodi, dove l'induttanza ha i suoi massimi valori; questi due effetti hanno considerevole influenza nel determinare le costanti di trasmissione del cavo.

La fig. 4 mostra per quel cavo la percentuale della corrente di ritorno portata dai fili dell'armatura.

Gli A. A. concludono che in un cavo sottomarino l'armatura tende a far da schermo all'acqua del mare limitando la propagazione del campo elettromagnetico; questa azione di schermo aumenta colla frequenza, fino al punto che tutta la corrente di ritorno viene portata dai fili dell'armatura. Perciò occorre studiare l'armatura anche dal lato elettrico, e non dal solo lato meccanico come si è fatto finora.

Per diminuire l'effetto smorzante dei fili dell'armatura sono stati proposti vari rimedi. Si può provare, ad es., a scegliere, per una data anima e un dato peso dell'armatura, il numero e il diametro dei fili così da dare un valore minimo all'impedenza del ritorno. Una scelta opportuna delle costanti elettriche del materiale dell'armatura dovrebbe pure portare vantaggio, perchè l'impedenza del ritorno è talvolta maggiore col ferro che con materiali di maggiore o minore conducibilità. Un altro metodo, già usato in pratica, consiste nel sovrapporre all'anima un numero di strati concentrici di nastro conduttore prima della juta: la corrente di ritorno, che al crescere della frequenza si addensa presso al conduttore, trova allora un cammino d'impedenza relativamente bassa, e a frequenze più alte soltanto una pic-

(¹) F. E. PERNOT: Journ. Franklin Institute, vol. 190, p. 323, 1920. Sul cavo Seattle-Sitka (km. 1751) non ebbe successo il tentativo di trasmissione con corrente alternata e con ricevitore telefonico. Pernot, supponendo che coll'uso di amplificatori sia sufficiente alla ricezione una tensione di 10-15 V, e supponendo applicata una tensione di 50 V, calcola che la massima distanza di trasmissione su quel cavo sarebbe di 1284 km colla frequenza 50, e soltanto di 354 km colla frequenza 1200. Effettivamente, buone trasmissioni si ebbero su cavi di 300 a 700 chilometri con correnti da 50 a 70 periodi, e con amplificazione anche con 40 000 periodi.

cola parte della corrente passa per l'armatura e pel mare. Ad esempio, per un cavo con nastro di rame di 5 mils di spessore, si hanno i valori seguenti per la resistenza del ritorno:

Frequenza	Armato con tubo	Armato con fili	Valori sperimentali	
3000	4,00	2,87	2,92	ohm/statute mile
10 000	4,90	4,45	4,60	»

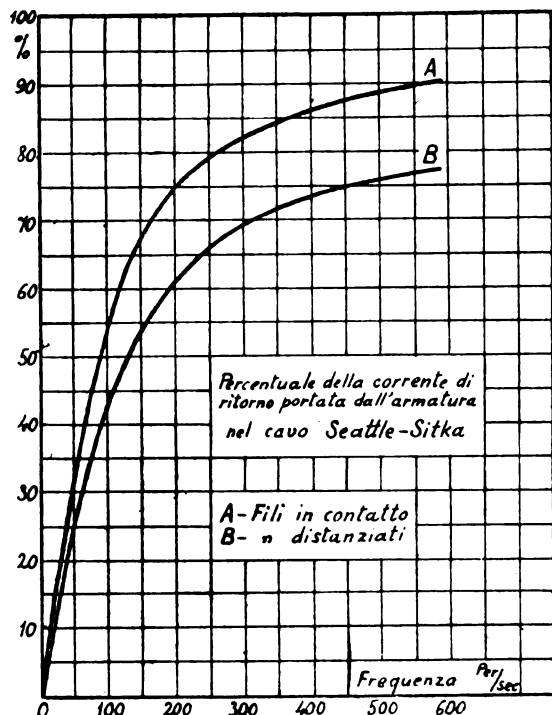


Fig. 4.

I valori sperimentali sono stati trovati dal laboratorio di ricerche dell'American Telephone and Telegraph Co. sul cavo Victoria-Vancouver, e la loro concordanza coi valori calcolati prova che il metodo è preciso anche alle più alte frequenze telefoniche. (O. B.)

* *

ELETTROFISICA.

R. MESNY - Variazioni nella direzione e nella intensità del campo magnetico di una emissione r. t. (L'Onde électrique, settembre-ottobre 1922, Vol. 1, pag. 501 e 577, e R. G. E., 20 gennaio 1923, Vol. XIII, pag. 21 D).

L'A. riassume i risultati delle sue numerose osservazioni radiogoniometriche, le quali verrebbero a dimostrare che la direzione di propagazione delle onde elettromagnetiche, brevi o lunghe che siano, presenta di giorno piccoli scarti che, allorché la configurazione delle regioni attraversate non apporta sistematiche perturbazioni, non superano i due o tre gradi. Invece le onde lunghe (da 10 000 a 25 000 metri) di notte presentano deviazioni notevoli che possono giungere fino ai 90 gradi, toccando i massimi per lo più intorno al tramonto del sole e qualche volta verso il sorgere. Codeste forti variazioni si osservano a distanze medie, dai 300 ai 1000 km, laddove alle grandi distanze (6000 a 7000 km) le deviazioni ritornano ad attenuarsi e ciò si vorrebbe attribuire ad un'azione stabilizzatrice esercitata dalle grandi estensioni di mare, allorché le onde viaggiano su di esse.

Le onde corte smorzate (dai 600 ai 1000 m) subirebbero di notte deviazioni relativamente piccole (10 a 15 gradi), ma il loro campo sarebbe soggetto ad una parziale depolarizzazione. Le osservazioni dell'A. furono fatte su onde continue lunghe e su onde smorzate corte, ed è risultato che la differenza fra onde continue e onde smorzate nei riguardi della radiogoniometria è affatto secondaria. La spiegazione che egli propone degli errori di rilevamento e della continua variabilità di esso durante la notte in confronto colla stabilità che al contrario si osserva di giorno, è quella della riflessione delle onde sullo strato limite dell'atmosfera terrestre, detto «strato di Heaviside». Ma l'A. soggiunge essere suo parere che altre cause debbano concorrere nei fenomeni descritti; da ciò la necessità di moltiplicare le osservazioni, non solo, ma di eseguirle nelle condizioni più diverse. Egli ha inoltre rilevato irregolarità analoghe anche nelle misure di intensità del campo elettromagnetico dei segnali, ma queste misure, essendo assai più delicate, non hanno offerto finora materiale sufficiente per trarre conclusioni generali.

Non v'è dubbio che le onde corte hanno di notte una portata superiore a quella che hanno di giorno, ed è stato altresì constatato che le onde lunghe emesse dalle grandi stazioni americane si ricevono in Europa con intensità diversa nelle diverse ore della giornata.

Anche per queste variazioni s'invoca l'ipotesi dello strato d'Heaviside; ma, per quanto essa sia la più verosimile, non è sufficiente a risolvere il problema. E la cosa non può andare diversamente, se si riflette alla scarsità delle cognizioni che noi possediamo intorno all'elettricità atmosferica ed alla meteorologia, mentre è proprio l'atmosfera la sede dei fenomeni di cui si tratta. La propagazione delle onde r. t. risulta inevitabilmente legata ai fenomeni meteorologici, dal momento che le onde, attraversando l'atmosfera, subiscono in modo indubbio le influenze deformatrici di tutti gli strati per i quali passano e ne risultano certamente alterate. Ciò rende manifesto il sussidio che la radiotelegrafia potrebbe recare alla meteorologia, e di conseguenza la necessità della loro collaborazione. A. Me.

*

G. POLVANI - Se l'effetto fotoelettrico nel ferro sia influenzato dalla magnetizzazione. (Nuovo Cimento, agosto 1922, serie VI, vol. XXIII, pag. 65).

E' noto che quando della luce, di lunghezza d'onda sufficientemente corta, cade sopra un metallo⁽¹⁾, provoca da parte di questo una emissione di cariche negative costituite da elettroni. In ciò consiste il fenomeno della fotoelettricità (o, come suol dirsi l'effetto fotoelettrico) scoperto casualmente da Hertz, nel 1887, durante le sue classiche esperienze sulle onde elettromagnetiche. Da allora a tutt'oggi, le ricerche teoriche e sperimentali si sono seguite⁽²⁾ ininterrottamente, portando largo contributo non solo alla conoscenza del fenomeno stesso, ma anche a quella della costituzione atomica. Fino ad un anno fa però, mancavano esperienze dirette a svelare un'eventuale dipendenza dell'effetto fotoelettrico dalla magnetizzazione del corpo illuminato. Alcune considerazioni teoriche, ispirate dalla concezione moderna dell'atomo, non escludono a priori, infatti, che una dipendenza possa intercedere tra i due fenomeni, la quale dovrebbe mostrarsi specialmente notevole in sostanze fortemente magnetiche, anzi ferromagnetiche (ferro, nichel), o in sostanze fortemente diamagnetiche come il bismuto.

Il Poole fu il primo a tentare⁽³⁾ di colmare questa lacuna attaccando la questione per via sperimentale. Il metodo usato dal Poole consiste essenzialmente nel mantenere nell'aria, ad un potenziale costante (molto elevato), il metallo ferromagnetico (ferro, nichel) in esame, ed osservare se la corrente di ionizzazione, che gli elettroni liberati dalla luce generano tra la superficie illuminata ed un elettrodo ausiliario inizialmente carico, varia col magnetizzare o no il metallo. L'intensità della corrente d'ionizzazione era indicata dalla caduta subita in un certo tempo dalla foglia di un elettrometro congiunta con l'elettrodo ausiliario e per sorgente di luce era adoperato un arco elettrico mantenuto il più possibilmente costante. Naturalmente una tale disposizione esige la discussione dell'eventuale influenza del campo magnetico sulla ionizzazione.

Poco tempo dopo il Poole, il nostro A. riprendeva la questione, cercando però di portare nella ricerca il massimo rigore sperimentale.

Per eliminare la complicazione della ionizzazione dell'aria ambiente, sperimentò su elettrodi posti nel vuoto più spinto e per evitare le cause di errore provenienti dalle possibili variazioni dell'intensità della luce fu portato ad ideare ed a giovare di una disposizione differenziale che per semplicità chiama bilancia fotoelettrica.

*

Poiché questa disposizione può essere utilmente usata anche in altri studi di fotoelettricità, ne daremo in succinto la descrizione.

Due fasci di luce cadono per intero (vedi fig. 1) sulle due superfici metalliche I_1 , I_2 di due celle fotoelettriche C_1 , C_2 , nelle quali è stato fatto il vuoto più spinto. Una delle due superficie illuminate, la I_1 per fissare le idee, è costituita dal metallo in istudio. I due elettrodi ausiliari A_1 , A_2 delle due celle sono congiunti fra loro e con la terra; mentre i due elettrodi I_1 , I_2 sono rispettivamente congiunti con le due coppie opposte dei quadranti di un elettrometro E. L'ago dell'elettrometro è mantenuto ad un potenziale costante v . Due piccoli condensatori variabili I'_1 , I'_2 sono disposti in modo che una armatura di ciascuno di essi sia a terra e l'altra connessa rispettivamente con I_1 , I_2 , come mostra la figura 1. I contatti a_1 , a_2 , quando sono chiusi, mettono in comunicazione l'uno e l'altro elettrodo rispettivamente con una stessa sorgente d'elettricità negativa a potenziale costante. Questa, suscettibile però d'essere variata entro opportuni limiti, è ottenuta col contatto K scorrevole lungo una grandissima resistenza, attraversata dalla corrente costante di una batteria B d'accumulatori. Tra il polo positivo, che era messo a terra, e il contatto scorrevole era inserito un voltmetro $\mathcal{V}$. E' facile comprendere come chiudendo e aprendo opportunamente i contatti a_1 , a_2 e facendo scorrere quello K si possano caricare o mantenere gli elettrodi I_1 , I_2 a vari potenziali.

(1) Il fenomeno non si limita veramente ai soli metalli.

(2) Una breve monografia sull'effetto fotoelettrico è comparsa recentemente su questo giornale. (L'Elettrotecnica, Vol. IV, N. 30, p. 716). Per più ampie notizie confronta ad esempio il libro dell'Hughes «Photo-Electricity», Cambridge, University Press, 1914.

(3) Vedi N. 249 del Vol. XLII del Philosophical Magazine.

Degli opportuni schermi elettrostatici, congiunti con la terra, sottraggono tutto il sistema a qualunque influenza esterna.

Col chiudere e poi riaprire i contatti α_1 , α_2 si caricano negativamente i due elettrodi I_1 , I_2 ad un medesimo potenziale V_0 sufficientemente elevato perchè i campi elettrostatici che si stabiliscono nelle due celle, in seguito alla differenza di potenziale che si forma tra I_1 e A_1 e tra I_2 e A_2 , siano sufficientemente intensi, sicchè tutti gli elettroni liberati in ciascuna cella dalla luce, provengano essi poi dall'elettrodo illuminato direttamente o dall'altro per luce diffusa o riflessa dal primo, siano trascinati sull'elettrodo ausiliario.

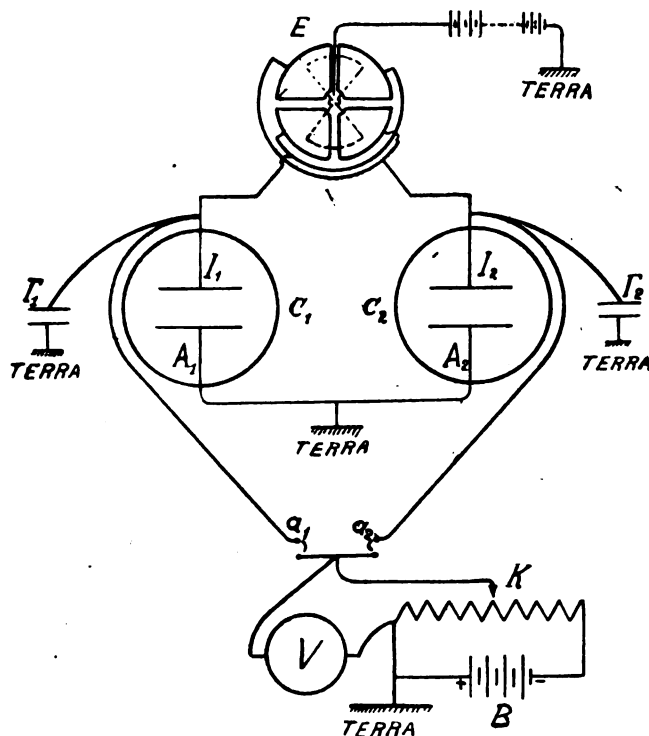


Fig. 1.

Poichè sotto l'illuminazione gli elettrodi I_1 , I_2 perdono delle cariche negative, i campi in C_1 , C_2 vanno di mano in mano diminuendo in intensità e la condizione sopra accennata rimarrà valida per tutte e due le celle solo per un certo tempo utile T di illuminazione.

Supposto adunque che inizialmente i due elettrodi I_1 , I_2 si trovino al medesimo potenziale V_0 , l'A. cerca quali condizioni debbono essere soddisfatte perchè, anche quando le celle sono sottoposte contemporaneamente all'azione della luce, rimanga nulla, come all'inizio, la differenza di potenziale che intercede ad ogni istante tra I_1 , I_2 durante tutto il tempo T . E mostra che si può dare a Γ_1 , Γ_2 tali valori che la bilancia rimanga in equilibrio, anche se varia poi l'intensità di ciascuno dei due fasci luminosi che incidono sugli elettrodi, purchè ad ogni istante il rapporto secondo il quale varia l'intensità sia il medesimo per tutti i punti illuminati di I_1 , I_2 .

Praticamente si può realizzare questa condizione col proiettare su ciascuno dei due elettrodi un'immagine molto piccola del foro (anch'esso molto piccolo) di un medesimo diaframma posto dinanzi ad una sorgente luminosa che sia relativamente estesa, tranquilla, costante; le due immagini essendo formate dai raggi dei due fasci, uno riflesso l'altro trasmesso, nei quali una lastrina sottile di quarzo piana a facce parallele scinde il fascio emergente dal diaframma.

Il completo raggiungimento delle condizioni che abbiamo accennato è indicato e garantito dall'immobilità nella quale deve rimanere l'ago dell'elettrometro quando le celle fotoelettriche sono sottoposte alla luce; come il volgere dell'ago dall'una o dall'altra parte indica in quale senso l'uno o l'altro dei condensatori Γ_1 , Γ_2 debba essere variato per raggiungere l'equilibrio. Naturalmente, per la sensibilità della bilancia fotoelettrica, conviene variare quello che apporta una diminuzione di capacità in tutto il sistema.

E' facile comprendere come la bilancia possa essere impiegata alla ricerca di una eventuale dipendenza dell'effetto fotoelettrico dalla magnetizzazione. Se l'elettrodo I_1 è di ferro (o più in generale del metallo in esame) basterà osservare se l'equilibrio della bilancia vien rotto col magnetizzare o smagnetizzare l'elettrodo stesso.

Naturalmente occorre che nell'eccitare o nel togliere il campo magnetico esterno non avvengano spostamenti relativi, capaci per sé soli di turbare l'equilibrio ottico ed elettrico della bilancia fotoelettrica.

L'A., definito il grado di sensibilità il rapporto inverso ρ tra il valore assoluto della carica totale Δm_1 che l'elettrodo in esame (I_1) ha perso alla fine della illuminazione e il valore assoluto della quantità di elettricità δm_1 che tolta alla carica finale posseduta dall'elettrodo in esame provoca tra gli elettrodi isolati la più piccola differenza di potenziale che sia misurabile con l'elettrometro usato, mostra, con un breve calcolo come si possa, manovrando opportunamente i contatti α_1 , α_2 , K e aiutandosi con le letture di V , determinare il valore

di ρ . L'esperienza prova che si può raggiungere facilmente valori assai piccoli di ρ fino ad $1/1000$, (corrispondenti dunque ad alte sensibilità).

Non possiamo dare la descrizione del modo come fu realizzata, specialmente dal punto di vista ottico, la disposizione ora accennata teoricamente. La parte ottica ha richiesto speciali cure e un sistema di lenti e specchi molto complesso perchè i fasci, dopo la scissione sulla lastrina separatrice di quarzo, non subissero limitazioni nell'apertura o offuscamenti.

Come sorgente luminosa l'A. ha adoperato un arco elettrico (110 volt, 15 ampère, continua) tra elettrodi di ferro.

La cella dell'elettrodo in esame è costituita da un'ampolla M di vetro della forma indicata nella figura 2. ed è fornita di un tubo H di 10 mm di diametro interno e lungo 36 cm. L'estremità del tubo, opposta all'ampolla, è chiusa con la lastrina di quarzo a facce parallele Q , fissata con mastice duro. Sul prolungamento del tubo H si trova l'apertura dell'ampolla fornita di un breve collo conico nel cui interno, a smerigliatura finissima, è adattato il tappo F di ferro dolce di Svezia. Un tubo laterale h , saldato a metà circa dell'ampolla, serve a mettere in comunicazione la cella con le pompe da vuoto. Internamente le pareti in vetro della cella ed anche buona parte di quelle di h sono fortemente argentate (*); solo in r , torno torno a dove comincia il collo, l'argentatura è tolta lungo un sottile anello, dal quale però non si può vedere la testa del tappo.

L'argentatura comunica, per mezzo di un filo di platino p saldato nel vetro, con l'esterno.

Lo stesso tappo F forma l'elettrodo I_1 del metallo in esame; l'elettrodo ausiliario A (Δ_1) è formato dall'argentatura. I due elettrodi sono isolati tra loro dall'anello r , sul quale è stata messa a nudo la parete in vetro dell'ampolla col togliere l'argentatura. La tenuta pneumatica è affidata da una parte al mastice con cui è fissata la lastrina Q , dall'altra allo stesso tappo F messo a secco nella smerigliatura del collo dell'ampolla con la protezione del pozzetto di mercurio P .

La cella è posta verticalmente col tappo in basso; inflata col tubo H entro il foro di uno dei nuclei di un potente elettromagnete, riposa col tappo sopra un sottilissimo cuscinetto a d'ambra e questo a sua volta sull'espansione, non forata, a forma tronco-conica dell'altro nucleo. Il cuscinetto d'ambra serve all'isolamento del tappo. Il tubo laterale h , dopo averlo saldato alla pompa, fu riscaldato fino a rammollimento e fatto raffreddare poi, mentre l'elettromagnete eccitato attirava il tappo e questi, già cacciato a forza nel collo dell'ampolla, si portava dietro, nel suo adattamento sotto l'azione del campo magnetico, l'ampolla stessa.

Così si otteneva anche che la posizione relativa tra tappo, cuscinetto d'ambra ed espansione, non mutasse quando si mandava o si toglieva la corrente nell'elettromagnete.

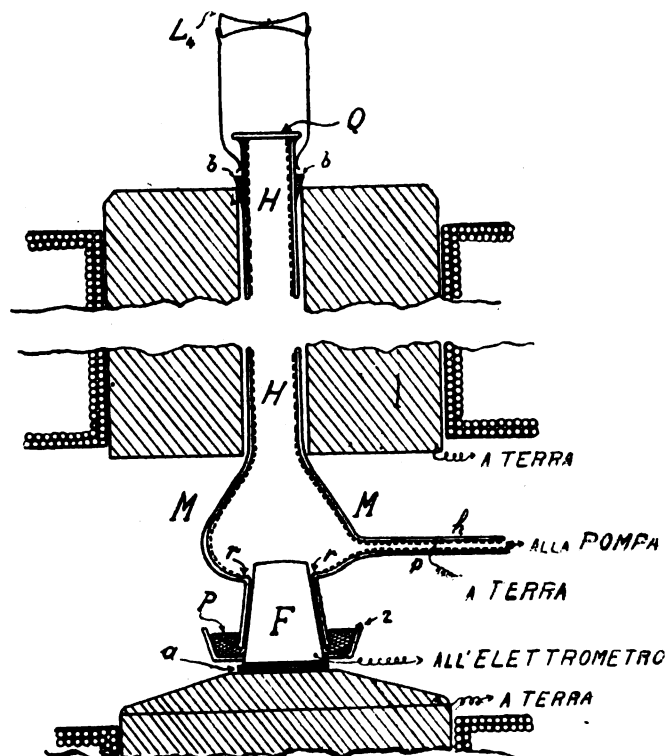


Fig. 2.

Numerose cure furono prese per garantire e verificare questa immobilità. La luce poi penetrava nella cella attraverso la lastrina Q lungo il tubo H ed incideva sulla testata del tappo F .

La cella di confronto (C_2) non aveva particolarità notevoli: l'e-

(*) In figura l'argentatura è rappresentata con una linea tratteggiata.

lettrodo ausiliario era costituito al solito da un'argentina interna all'ampolla; l'elettrodo illuminato (del medesimo ferro usato per il tappo F) era fissato sulla estremità di una bacchetta metallica saldata al vetro.

Il vuoto nelle celle fotoelettriche venne fatto mediante una pompa a diffusione di valori di mercurio, avviata da un'altra rotativa a mercurio tipo Gaede. Il tubo di vetro che conduceva dalla pompa a mercurio alla cella passava entro un bagno ad aria liquida.

I risultati delle osservazioni eseguite hanno mostrato che *non esiste una variazione dell'uno su mille nella corrente fotoelettrica del ferro per effetto della magnetizzazione, almeno quando la direzione di questa è normale (approssimativamente) alla superficie.*

*

Alla fine del suo scritto l'A. passa a interpretare il risultato negativo delle esperienze e pensa che sia giusto porsi la questione se debba ritenersi che la magnetizzazione raggiunga proprio la superficie o che si arresti ad una piccola distanza da questa, lasciando un sottile straterello superficiale non influenzato dalla forza magnetizzante.

Questa seconda supposizione non appare inverosimile, se si pensa, infatti, che gli atomi che tappezzano la superficie di un corpo posseggono sempre (a causa di azioni reciproche del genere di quelle capillari) un'orientazione media concorde. Se queste forze sono sufficientemente grandi, l'orientazione media comune alla quale esse danno luogo tra gli atomi superficiali potrà ben poco risentire dell'azione del campo magnetizzante. In altre parole, soltanto in strati relativamente profondi, si potrebbe aver l'effetto del campo magnetizzante sulle orientazioni atomiche e quindi sul fenomeno fotoelettrico.

Ma se si riflette che la diminuzione dell'intensità della luce al penetrare nel metallo avviene con legge esponenziale e con un coefficiente di estinzione per radiazioni ultraviolette e per il ferro, di 1,4 circa; cosicchè i fotoelettroni liberati in strati profondi sono pochissimi rispetto a quelli liberati nei più esterni; se si considera anche la difficoltà, proveniente dagli urti contro le molecole, che hanno gli elettroni liberati in strati profondi di raggiungere la superficie, si comprende come, anche per una sostanza fortemente assorbente quale è il ferro per le radiazioni ultraviolette, la variazione che gli strati profondi portano per effetto della magnetizzazione nella corrente fotoelettrica possa o debba anzi essere molto esigua.

In ciò risiede forse la ragione del risultato negativo delle esperienze del nostro A. ***

* *

IMPIANTI.

H. H. SENER — Eliminazione del ghiaccio formantesi sui conduttori aerei di trazione. (E. R. J., 17 giugno 1922, pag. 963-965.)

Il problema della presa di corrente da fili conduttori ricoperti di nevischio o ghiaccio presenta un notevole interesse, specialmente in quei paesi in cui la rigidità del clima provoca la formazione di uno strato di ghiaccio di tale spessore da rendere necessaria la sospensione del servizio per alcuni giorni. In alcuni casi la crosta di ghiaccio può arrivare come massimo fino a 6 cm di spessore (fig. 1); ma

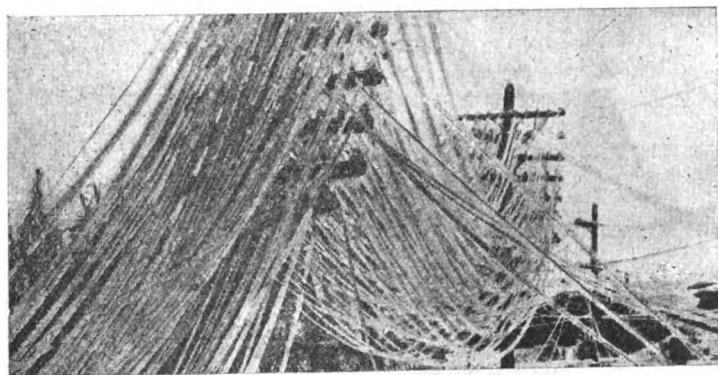


Fig. 1.

anche con spessori notevolmente inferiori nel caso di linee di trazione, la rotella di contatto o il pantografo rimangono completamente isolati dal filo.

Numerosi sistemi sono stati ideati per eliminare questo inconveniente, ed alcuni hanno ottenuto un certo successo. Essi possono essere divisi in due classi principali:

- a) dispositivi e mezzi per togliere il ghiaccio formatosi;
- b) dispositivi e mezzi per prevenirne la formazione.

Al primo gruppo appartengono i raschiatori e le rotelle da ghiaccio: i primi sono montati sull'asta di contatto in modo da scorrere lungo il filo, davanti all'organo di presa, mentre le rotelle da ghiaccio presentano una gola a superficie scabra e rugosa in modo da agire nel tempo stesso da collettore ed a raschiatore.

Questi due dispositivi adoperati separatamente o insieme, sono

gli unici apparecchi di ausilio contro il ghiaccio, tuttora usati, per quanto essi presentino alcuni inconvenienti, particolarmente relativi al deterioramento dei fili conduttori.

In questo gruppo sono pure compresi dispositivi intesi a sciogliere il ghiaccio per mezzo del calore, quali ad esempio, una specie di ferro elettrico, montato come un raschiatore. Esso è però troppo pesante e risulta efficace solo a basse velocità.

L'insufficienza di questi metodi ha fatto pensare ad adottare un nuovo sistema consistente nell'impedire la formazione del ghiaccio sui fili, mantenendoli ad una temperatura di pochi gradi al di sopra dello zero. Nel caso particolare di conduttori di trazione, questi possono anche venire ricoperti da uno strato di grasso o di soluzioni saline opportune, che tendono a sciogliere il ghiaccio formantesi.

Alcune Società, quali la Niagara Falls Power Co., su campate di 640 m attraverso il Niagara, hanno ovviato a guasti meccanici ed elettrici derivanti dal peso del ghiaccio sui fili, riscaldando i conduttori nei periodi più rigidi. Il riscaldamento veniva prodotto facendo passare l'intero carico avanti e indietro da una linea all'altra. La Pennsylvania Water & Power Co., con sistema analogo, mandava l'intero carico su due dei suoi circuiti, mentre gli altri due erano messi a terra, in modo da mantenere una temperatura superiore a quella di congelamento.

Maggiori difficoltà si presentano per le linee servite da locomotori elettrici, poichè il passaggio di essi non è abbastanza frequente da mantenere i fili liberi dal ghiaccio.

Allo scopo di raccogliere dati concreti, la Westinghouse Electric & Mfg. Co., ha fatto recentemente delle prove interessanti collo scopo di arrivare alla soluzione del problema. Dette prove fatte in modo da riprodurre sui fili i vari stati di congelamento possibili, hanno dato i seguenti risultati: con velocità di vento variabili tra 1 e 8 km all'ora, si trovò che per dare un sufficiente riscaldamento bastano rispettivamente 225 amp. per un filo di 10 mm di diametro, 200 amp. per quello di 9,5 mm, 175 per quello di 8,8, 150 per quello da 8,2. Il calcolo dell'aumento della temperatura del conduttore in aria tranquilla e a 0°, senza aspergere d'acqua i fili e con le intensità di corrente suddette, dà per fili aventi le suaccennate dimensioni rispettivamente: 14.1°, 14.2°, 14.6°, 13.7°. Si può perciò dire che, in generale, con una temperatura dell'aria non inferiore ai -3°, la corrente necessaria per mantenere il conduttore libero dal ghiaccio nelle bufere di neve, è approssimativamente uguale alla corrente che, quando l'aria è secca, provoca un aumento di temperatura di 15° al di sopra dello 0° ambiente. Per forti velocità del vento questo numero può venire aumentato dal 100 al 150%.

Unitamente alle prove citate, se ne sono fatte altre relative all'uso del grasso. Questo presenta reali vantaggi particolarmente in luoghi in cui l'aria è pura e senza pulviscolo o polvere, poichè il grasso impedisce al ghiaccio di aderire al filo, di modo che una leggera vibrazione, quale l'avvicinarsi di un locomotore o altro, provoca la caduta della crosta formatasi. Il grasso è in special modo vantaggioso nel caso che non sia possibile usare il sistema di riscaldamento dei fili, per l'eccessiva capacità della rete.

Fra i vari schemi suggeriti per far circolare una corrente locale, il migliore è forse quello rappresentato in fig. 2.

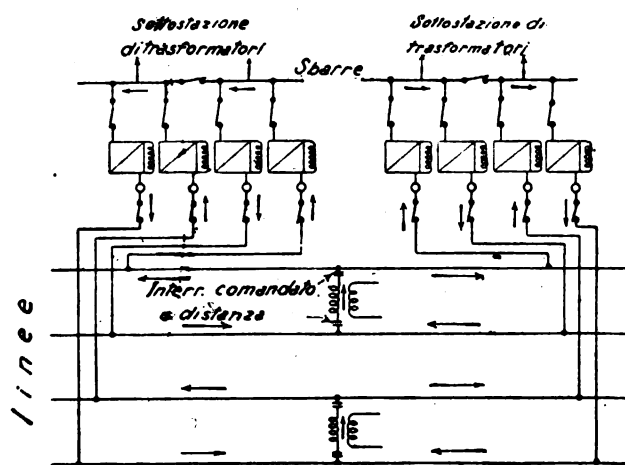


Fig. 2.

Due trasformatori di alimentazione sono connessi fra due sottostazioni e danno la corrente di riscaldamento a tutto il gruppo. La corrente circola nel senso delle frecce; i fili conduttori sono connessi in parallelo attraverso le sbarre collettrici delle sottostazioni. Il principale vantaggio di questa disposizione risiede nel fatto che, dato il circuito completo, non vi sono perdite all'infuori di quelle utilizzate per il riscaldamento dei fili. Essa è però limitata ai sistemi aventi più di una linea elettrificata.

Altre disposizioni potrebbero essere usate, quali bobine di reattanza, resistenze fra filo e terra; ma queste producono notevoli perdite.

Così pure l'ottenere una corrente squilibrando le tensioni delle sottostazioni, costituirebbe il sistema meno costoso, ma esso infirma la regolazione di tutta la rete.

Dei dispositivi accennati, nessuno, all'infuori dei raschiatori e delle rotelle da ghiaccio, sono stati praticamente adottati; tutti gli altri sistemi non hanno finora fatto alcun progresso dallo stadio sperimentale, per quanto essi presentino un reale interesse e siano tali da apportare considerevoli vantaggi pratici. a. r.

*

Alcune caratteristiche delle moderne centrali americane. (United Electric Light & Power Company: Hell Gate Station — e: Electric Railway Journal, giugno 1922, pag. 527).

Sono entrate in funzione recentemente negli Stati Uniti due grandiose centrali termo-elettriche le quali presentano alcune caratteristiche interessanti sia dal punto di vista termico che dal punto di vista elettrico. Si tratta precisamente della Centrale di Hell Gate della United Electric Light & Power Company di New York (1) e della centrale di Calumet della Chicago Company; la prima prevista per una potenza complessiva di 300.000 kW ripartiti fra otto gruppi di turbo-alternatori dei quali quattro da 40.000 kW a 60 periodi e quattro da 35.000 kW a 25 periodi; la seconda prevista per una potenza di 180.000 kW ripartiti fra sei gruppi da 30.000 kW.

riti per metà sulle sbarre principali attraverso trasformatori riduttori e per metà sulle sbarre del gruppo ausiliario, così che nel caso dovesse mancare l'una o l'altra delle sorgenti di energia solo una metà dei servizi ausiliari verrebbe a subire un temporaneo arresto.

Mediante speciali commutatori a carrello, ciascun motore può venire allacciato alle sbarre principali o alle sbarre ausiliarie.

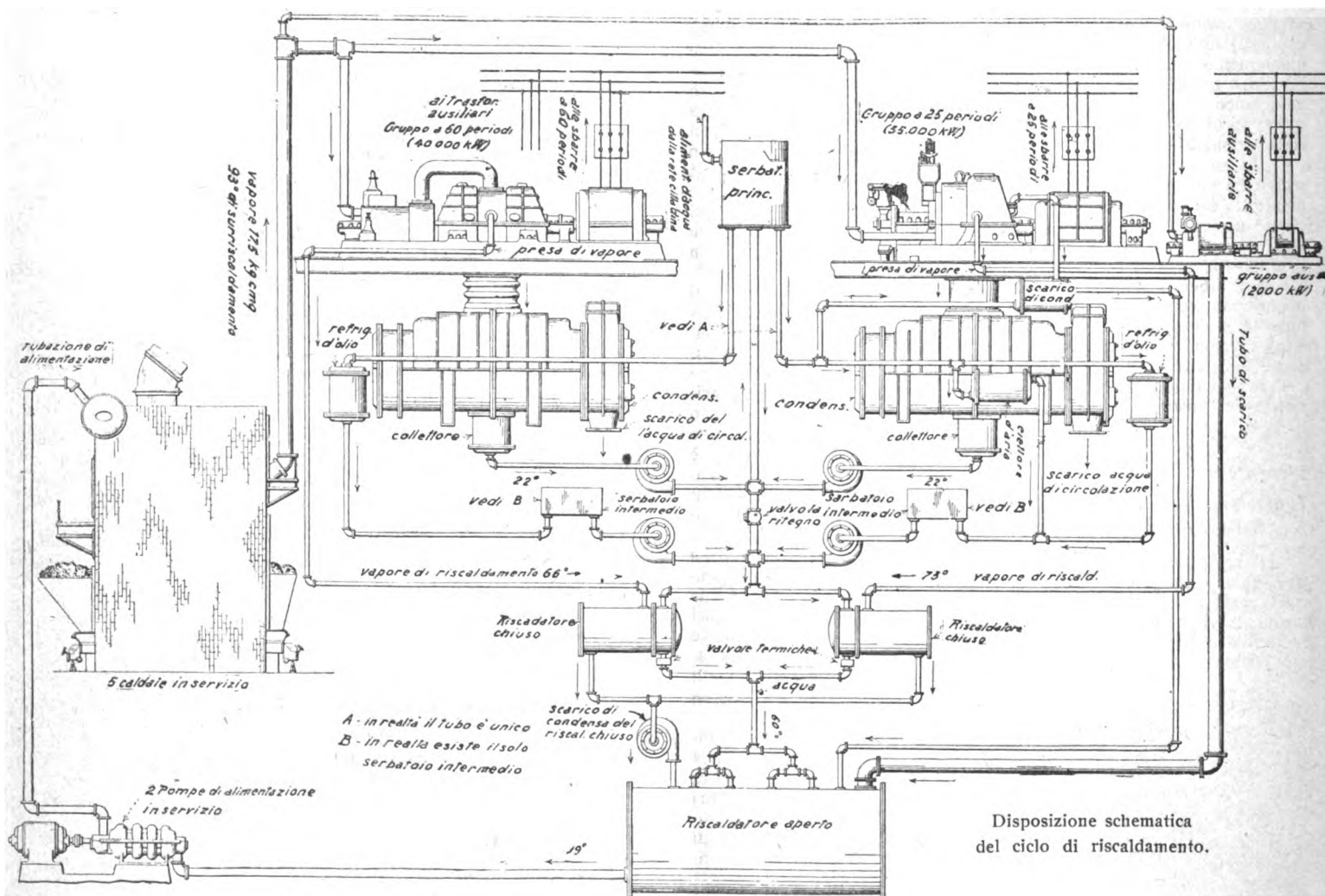
Nella centrale di Calumet manca il gruppo generatore ausiliario e la continuità di questi servizi è assicurata sia mediante un trasformatore di riserva che alimenta una terna di sbarre ausiliarie, sia mediante una maggiore scorta di macchinario ausiliario comandato direttamente con turbine a vapore.

Una delle più interessanti caratteristiche di questi impianti è data dal sistema di riscaldamento dell'acqua di alimentazione delle caldaie, riscaldamento che è stato studiato con ogni cura in modo da realizzare la massima economia di calore.

Diamo lo schema adottato nella centrale di Hell Gate che, nelle sue linee generali è analogo a quello della centrale di Calumet.

Lo schema si riferisce ad una sezione della centrale e si ripete identicamente per le altre.

L'acqua di condensazione raccolta nei collettori dei condensatori viene immessa in due riscaldatori chiusi i quali sono riscaldati con una circolazione di vapore preso dalle turbine principali verso il ter-



Nel progettare queste centrali si è cercato di realizzare la massima economia dell'esercizio, razionalmente combinata colla maggiore sicurezza e continuità del servizio, ed alcuni dei provvedimenti adottati a questo scopo meritano speciale menzione per il loro interesse.

Le centrali sono suddivise in sezioni ciascuna provvista dei propri impianti e servizi ausiliari così che ogni sezione può essere considerata come una centrale a sè ed alimenta un dato gruppo di linee in partenza.

Mediante opportune connessioni fra le sbarre, le varie sezioni possono funzionare tanto in parallelo quanto indipendentemente fra loro.

Il macchinario per i servizi ausiliari è comandato, in massima parte, con motori trifasi e tutti i comandi sono accentrati su di un unico palco dove sono disposti i quadri cogli strumenti di controllo e cogli apparecchi per i comandi a distanza.

Nella centrale di Hell Gate per ciascuna sezione, composta di un gruppo da 40.000 kW e di un gruppo da 35.000 kW, è predisposto un turbo alternatore da 2000 kW a 2300 Volt funzionante a scarico libero per i servizi ausiliari ed i motori sono normalmente inse-

mine dell'espansione ad una pressione che varia da 0,55 a 0,45 kg-cmq assoluti.

In questi apparecchi l'acqua viene riscaldata fino a 60° ÷ 65° e quindi passa in un riscaldatore aperto nel quale è immesso il vapore di scarico della turbina ausiliaria integrato, eventualmente, da una presa di vapore praticata nelle turbine principali nella zona a pressione media e regolata da valvole automatiche. La condensa del vapore di riscaldamento dei riscaldatori chiusi viene pure scaricata nel riscaldatore aperto nel quale la temperatura dell'acqua viene portata a 99° circa. L'effluo dell'acqua dai due riscaldatori chiusi è regolato automaticamente da valvole termiche in modo che la quantità d'acqua che ciascuno di essi è chiamato a fornire è proporzionata alla quantità di calore che ciascuno di essi riceve, quantità di calore che è funzione della pressione la quale, a sua volta, varia col carico.

Le acque che in un certo momento risultassero eccedenti, salgono a raccogliersi nel serbatoio principale sopraelevato di sei metri sul piano delle caldaie. Questo serbatoio è rifornito dalla tubazione d'acqua potabile della città e provvede l'acqua di primo riempimento e l'acqua di integrazione delle perdite. Quest'acqua attraversa i refrigeranti dell'olio e l'eiettore d'aria di cui è provvisto uno dei condensatori ed in essi subisce un primo riscaldamento. Si raccoglie quindi in un serbatoio intermedio dal quale viene pompata nei riscaldatori

(1) Vedi L'Elettrotecnica, 5 novembre 1922, pag. 742.

chiusi a seconda del bisogno. Il serbatoio intermedio raccoglie anche le acque di raffreddamento dei supporti, dei ventilatori dei focolari, le acque di condensazione degli organi ed apparecchi ausiliari, per cui tutte le sorgenti di calore vengono utilizzate nel ciclo di alimentazione delle caldaie.

La sola regolazione a mano necessaria per raggiungere la massima economia di calore, è quella dei ventilatori che soffianno l'aria sotto le griglie e ciò perchè in questa centrale le variazioni di carico e, quindi, di assorbimento di calore, si mantengono entro limiti assai ristretti. La regolazione si effettua dall'apposito palco di comando, collocato di fronte a quello dei servizi ausiliari, sul quale sono raccolti gli strumenti indicatori e di manovra.

Le prove di consumo eseguite su di un gruppo da 40.000 kW con un vuoto nel condensatore di 0,033 hanno dato i risultati seguenti:

Carico (kW)	Consumo di vapore per kWh (kg)
15 000	5,05
20 000	4,88
28 000	4,72
35 000	4,83
40 000	4,94

Nella centrale di Calumet per la seconda fase di riscaldamento (riscaldatore aperto) è utilizzato il vapore di scarico delle turbine che comandano il macchinario ausiliario, le quali funzionano tutte a scarico libero, e la regolazione del ciclo si ottiene variando il numero delle turbine in servizio. La temperatura dell'acqua viene elevata a 75° circa e successivamente, prima di entrare in caldaia, l'acqua attraversa una batteria di economiser. Il riscaldamento a 75° ha in questo caso anche lo scopo di impedire la condensazione degli acidi solforosi, contenuti nei gas della combustione, sui tubi d'acciaio degli economiser evitando in tal modo una delle cause principali del loro rapido deperimento. Le prove di consumo in questa centrale hanno mostrato come si possa produrre il kW-ora alle sbarre con $4600 \div 4800$ calorie.

Per quanto si riferisce alla parte elettrica, è caratteristico di queste centrali il sistema adottato per evitare il pericolo di corti circuiti diretti, pericolo che avrebbe potuto avere conseguenze gravissime per le enormi potenze che sono in gioco. Le singole fasi sono state materialmente separate e distanziate fra loro: le sbarre e tutte le apparecchiature corrispondenti a ciascuna fase sono distribuite nei diversi piani del fabbricato, entro corridoi ricavati a mezzo di pareti longitudinali. Nella centrale di Hell Gate queste pareti sono separate fra loro da intercapedini d'aria. Data questa disposizione, è stato necessario studiare un apposito sistema per il comando simultaneo degli interruttori, i cui poli risultavano distanziati di parecchi metri, ed il problema è stato risolto a mezzo di relais a corrente continua alimentati da una batteria a 250 Volt. In caso di mancato funzionamento di questi ultimi, è possibile agire anche con comando a mano a mezzo di ruote dentate e catene. Lo schema di questa centrale è molto semplice: ciascun alternatore, attraverso una bobina di impedenza, un interruttore principale ed uno o due interruttori selettori, alimenta la propria sezione di sbarre collettrici. A queste sono allacciate le linee in partenza (12 per ciascuna sezione) attraverso bobine di impedenza e coltelli separatori bloccati coi coltelli di terra in modo che una linea non possa essere messa a terra se prima non viene staccata dalle sbarre.

Tanto gli alternatori a 60 periodi quanto quelli a 25 periodi hanno il neutro a terra: i primi attraverso opportune resistenze (8,4 ohm) i secondi attraverso trasformatori a zig-zag. Sul circuito di terra e sulle connessioni principali alle sbarre, sono inseriti trasformatori di corrente i quali, con azione differenziale sul relais di comando, determinano l'apertura dell'interruttore principale e dell'interruttore di campo dell'alternatore quando in esso si verificano dei guasti interni.

In un secondo tempo l'azione di tali trasformatori si estenderà anche alle valvole di ammissione del vapore alla turbina ed alle valvole di tiraggio dei focolari così da mettere fuori servizio il gruppo completo.

Per la descrizione più dettagliata della centrale vedasi il numero già citato del giornale.

g. a. r.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

M. PÉROT — Un procedimento rapido per la determinazione degli elementi del magnetismo terrestre. (Rev. Gen. de l'Electr., 30 dicembre 1922, pag. 1011).

Il principio dell'apparecchio per la determinazione rapida degli elementi magnetici di un luogo: *declinazione, inclinazione, forza totale*, è basato sull'esistenza di correnti d'induzione in una bobina che ruoti nel campo terrestre e sull'annullamento di queste correnti per la produzione, nello spazio in cui ruota la bobina, di un conveniente campo magnetico opposto al campo terrestre e generato da due bobine rettangolari.

L'apparecchio comprende una bobina chiusa in corto circuito la cui sezione retta è un rettangolo allungato; essa è avvolta su di un cilindro in modo che i conduttori, paralleli alle generatrici, risultino

distribuiti secondo la legge sinusoidale. La velocità di questa bobina può raggiungere i 200 giri al secondo, essa è posta a sbalzo e si centra automaticamente appena raggiunta una velocità sufficiente. Il movimento le è impresso mediante un sistema di puleggie la cui moltiplicazione è di circa 220. Quando la bobina ruota nel campo terrestre viene percorsa da una corrente alternata la cui frequenza è uguale al numero dei giri.

Una bobina C avvolta su di un cilindro esterno, concentrico a quello che porta la bobina mobile, è fissata in una posizione qualunque. Fra le estremità della bobina fissa, per reazione di quella girante, nasce una f. e. m. di frequenza doppia di quella della corrente che percorre la bobina mobile.

La bobina fissa è connessa ad un amplificatore del tipo 3 ter della telegrafia militare francese. Il suono ottenuto nel telefono quando la bobina centrale gira è fortissimo.

La compensazione del campo terrestre si fa inviando corrente continua in due bobine B₁ e B₂, avvolte sullo stesso cilindro della C. Il piano della sezione retta della bobina B₁ è orizzontale, quello della B₂ è verticale. La ripartizione dei conduttori sulla superficie del cilindro è sinusoidale per i due avvolgimenti. Se si invia una corrente *i*₁ nella bobina B₁, si produce nell'interno del cilindro un campo verticale quasi uniforme e simmetrico, normale alla sezione retta della bobina. Sia *z*₁ il flusso d'induzione massimo della bobina mobile di superficie *s*, si potrà scrivere:

$$z_1 = sh_1;$$

il flusso tagliato dalla bobina mobile sarà quasi rigorosamente sinusoidale e la corrente indotta si potrà considerare dovuta al campo *h*₁. La stessa cosa si ripeterà per la bobina B₂; ad una corrente *i*₂ corrisponderà un campo *h*₂.

Se le correnti *i*₁ e *i*₂ sono regolate in modo che la risultante dei campi *h*₁ e *h*₂ sia uguale ed opposta alla componente del campo terrestre situata nel piano verticale normale alle sezioni rette delle bobine B₁ e B₂, il suono sarà praticamente spento nel telefono. Se si conoscono i coefficienti di proporzionalità di *i*₁ ad *h*₁ e di *i*₂ ad *h*₂, la misura di *i*₁ e di *i*₂ permetterà di conoscere il valore e la direzione del campo terrestre.

Per trovare gli elementi del magnetismo terrestre sembra più comodo determinare le componenti del campo in due piani perpendicolari e perciò si regoleranno le intensità delle correnti in modo da annullare il suono nel telefono per due posizioni perpendicolari dell'apparecchio. Se *i*₁, *i*₂; *i*₁', *i*₂', sono le intensità trovate, si dovrà avere *i*₁ = *i*₁' poichè la componente verticale è la stessa nelle due posizioni. Se *h*₁, *h*₂; *h*₁', *h*₂' sono i campi corrispondenti alle intensità, si dedurrà, mediante un calcolo elementare, la *forza totale* e l'*inclinazione*. Basterà determinare la posizione del piano di misura relativamente al meridiano geografico per avere la *declinazione* vera.

La taratura dell'apparecchio, cioè la determinazione dell'angolo che fanno tra loro le bobine B₁ e B₂ e dei coefficienti che legano i campi *h*₁ e *h*₂ alle intensità *i*₁ e *i*₂, venne fatta nel modo seguente: si costruirono, secondo il dispositivo di Helmholtz, due bobine circolari identiche di 120 cm di diametro, di 1 cm di altezza e di 0,9 cm di spessore. Disposte le due bobine coassialmente e ad una distanza uguale al loro raggio, il campo *H* dovuto ad una corrente *I* che le attraversa è uniforme in una regione abbastanza estesa all'interno di esse e può essere calcolato. Si aveva:

$$H = 1,361 i \quad (i: \text{ampere})$$

L'apparecchio da tarare venne posto al centro del sistema delle due bobine fisse, disponendo l'asse del cilindro portante le bobine B₁ e B₂ perpendicolarmente alle bobine di Helmholtz; venne aperto il circuito della bobina mobile le cui estremità furono unite ad un amplificatore 3 ter.

Inviando corrente alternata nelle bobine di Helmholtz, si sente un suono la cui intensità dipende dall'orientamento della bobina mobile; facendola ruotare attorno al proprio asse si può ottenere il silenzio. Questa posizione è determinabile a meno di uno o due minuti. Mandando in seguito la corrente nella bobina B₁ il cui campo *h*₁ è quasi perpendicolare a quello delle bobine di Helmholtz, si ottiene il silenzio nel telefono facendo ruotare la bobina ricevitrice di un angolo *α* prossimo ai 90°. Si ripete l'operazione mettendo in serie la bobina B₂ e quelle di Helmholtz in modo da ottenere le risultanti *H* + *h*₁ e *H* - *h*₁ che corrispondono agli angoli di estinzione β e γ. Si possono allora costruire due triangoli i cui lati sono proporzionali a *H*, *h*₁, *H* + *h*₁ e a *H*, *h*₁, *H* - *h*₁ e i cui angoli sono conosciuti.

Si ricaveranno due valori del rapporto $\frac{h_1}{H}$ che devono essere identici; di qui il coefficiente cercato.

Operando nello stesso modo sulla bobina B₂, si determina il coefficiente relativo a B₂.

Le misure degli angoli vennero fatte applicando un nicol alla bobina mobile e determinando, mediante un analizzatore a penombra, gli angoli dei piani di polarizzazione. La determinazione può essere fatta a meno di un minuto.

L'approssimazione al millesimo nelle misure degli elementi del magnetismo terrestre può essere raggiunta senza difficoltà. Le operazioni hanno una durata di una decina di minuti, infatti non si tratta che di misurare quattro intensità di corrente. (E raccomandabile il metodo potenziometrico). Si può raggiungere un'approssimazione più grande ripetendo la misura.

Con l'apparecchio descritto e dei semplici milliamperometri l'Autore ha ottenuto a Meudon, nell'interno di una fabbrica in cui si trovavano molte travi in ferro, i valori seguenti:

inclinazione = $63^{\circ} 57'$; forza totale = 0,455 C. G. S.

A Parigi nel laboratorio, dove il campo varia continuamente, l'Autore ha trovato con la bussola d'inclinazione $64^{\circ} 47'$, col suo apparecchio $64^{\circ} 50'$.

Il metodo ha il vantaggio di non impiegare apparecchi a contatto strisciante, di duplicare la frequenza della corrente indotta e quindi di rendere udibilissimo il suono nel telefono, infine di dare risultati poco influenzati dalle masse di ferro vicine all'apparecchio.

Questo metodo di misura è specialmente destinato agli esploratori i quali siano già muniti di apparecchi di radiotelegrafia; ad essi potrà rendere importanti servizi per la sua rapidità. g. g.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

K. ROTTOGARDT — Il fenomeno di attrazione elettrica secondo Johnsen-Rahbek e le sue applicazioni. (Z. f. technische Physik anno I, 1921 n. 11 pag. 315).

Verso la fine del 1917 i due ingegneri danesi Rahbek e Johnsen fecero una scoperta, che per la sua notevole importanza nelle applicazioni riguardanti l'elettrotecnica e le comunicazioni telegrafiche, richiamò l'attenzione del Dott. Huth, nel laboratorio del quale a Berlino furono poi sviluppati gli esperimenti di cui si fa cenno. Questa scoperta riguarda l'attrazione elettrica, che si determina fra la superficie di una lamina metallica e la superficie di una pietra dura, per effetto di una corrente elettrica di debolissima intensità.

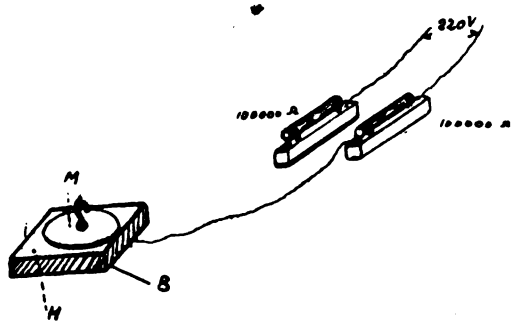


Fig. 1.

Applicando (fig. 1) fra una lamina metallica M e la pietra litografica H una tensione continua di 220 V, non importa in qual senso, circola attraverso il contatto una corrente dell'ordine di 1 microampere, e si determina fra le due superficie combacianti un'attrazione di gran lunga più notevole di quella, che deriva dalla semplice adesione fra le due superficie. La resistenza del contatto è dell'ordine di qualche centinaio di megaohm, e in confronto ad essa sono trascurabili le due resistenze di carborundum di 100 000 ohm, quella della pietra e quella del corpo umano, attraverso le quali il circuito si chiude.

Non si tratta, secondo l'A., di pura attrazione elettrostatica, perchè l'attrazione cresce assai più rapidamente del quadrato della tensione applicata, come avverrebbe se le due superficie affacciate potessero semplicemente considerarsi come due armature di un condensatore. Le esperienze compiute non permettono ancora di precisare la legge di variazione dell'attrazione in funzione della tensione applicata, dello spessore e della estensione della superficie di contatto. Per le applicazioni è invece assai interessante il fatto che l'attrazione cessa istantaneamente non appena la tensione applicata si annulla. Questo dispositivo si presta quindi a funzionare come un relais assai più sensibile degli ordinari relais elettromagnetici, col vantaggio, in confronto a questi, di poter determinare, con piccolissime correnti, attrazioni assai intense. L'applicazione pratica di questo principio ha incontrato qualche difficoltà, in quanto sull'andamento del fenomeno influiscono notevolmente non solo la qualità della pietra, ma anche il grado di levigatezza e lo stato igrometrico delle superficie a contatto.

Il dispositivo, che in pratica si è dimostrato suscettibile di maggiori applicazioni, è quello (fig. 2) nel quale la pietra assume la forma di un cilindro mobile intorno ad un asse, e la lamina metallica aderisce sulla superficie laterale del cilindro stesso. Dando alla pietra una superficie di qualche decina di cm², quando fra pietra e lamina si applichi una tensione di 220 V, circola attraverso il contatto una corrente di $4 \cdot 10^{-4}$ A, e l'attrazione che si determina fra le due superficie è tanto intensa che la lastra metallica può agevolmente sostenere un peso di 5 kg: con una spesa cioè di $220 \cdot 4 \cdot 10^{-4}$ watt = $8 \cdot 10^{-2}$ watt si mantiene in sospensione un peso di 5 kg. Su questo principio è basato il relais per la rapida registrazione dei segnali, di cui la figura 3 dà lo schema.

Il cilindro di agata H è messo in rotazione per mezzo di apposito motorino, e sulla sua superficie laterale si appoggia una striscia di nichel I, che da un estremo è tesa dalla molla regolabile f, e dal-

l'altro è fissata ad uno dei bracci della leva ad angolo V. Questa nell'altro suo braccio porta una punta scrivente, che scorre sopra un'ordinaria striscia di carta per macchina Morse. Quando, per la

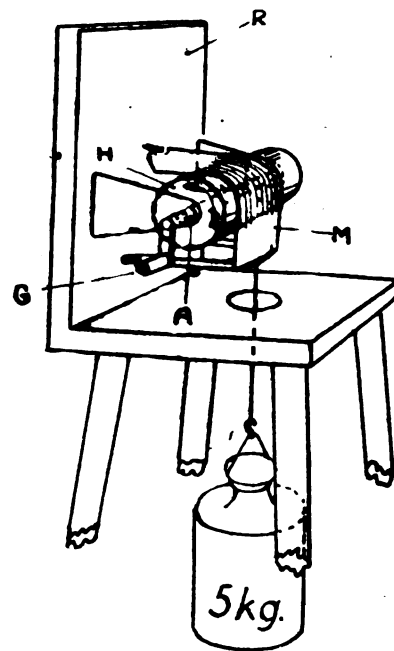


Fig. 2.

chiusura del tasto di trasmissione, si ha un impulso di corrente attraverso la linea, che fa capo ai conduttori 1 e 2, si determina fra pietra e metallo una forte adesione, la striscia metallica è trascinata dal

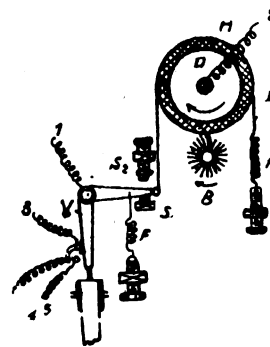
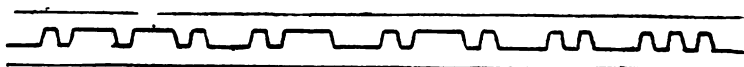
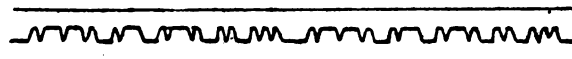


Fig. 3.

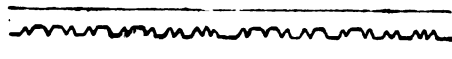
cilindro, la leva ad angolo ruota e la punta scrivente traccia un segno sulla carta. Non appena la tensione cessa, la molla F riporta la punta scrivente al centro della zona: le due viti S₁ ed S₂ limitano le escursioni della punta scrivente.



400 caratteri al minuto



1200 caratteri al minuto



2000 caratteri al minuto

Fig. 4.

sioni della punta scrivente. Contemporaneamente alla registrazione dei segnali sulla zona, il braccio inferiore della leva V chiude il circuito 3 sui contatti 4 e 5, e quindi permette la ritrasmissione del segnale per filo, o, se si preferisce, il comando a distanza del tasto di trasmissione di un apparato radiotelegrafico.

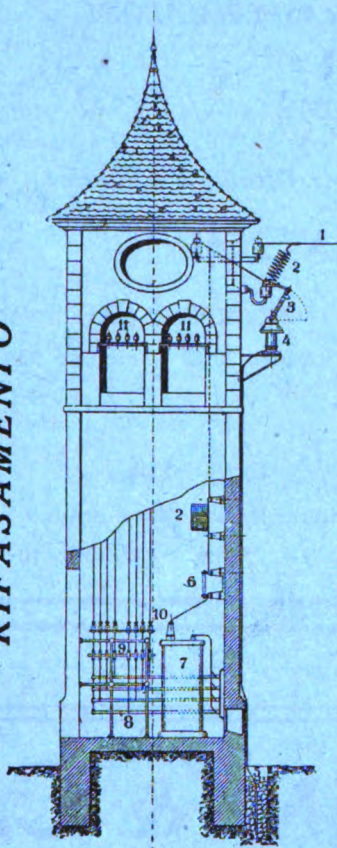
I PIÙ PERFETTI APPARECCHI PER I PIÙ EFFICACI ED ECONOMICI METODI DI PROTEZIONE

PER TENSIONI SINO

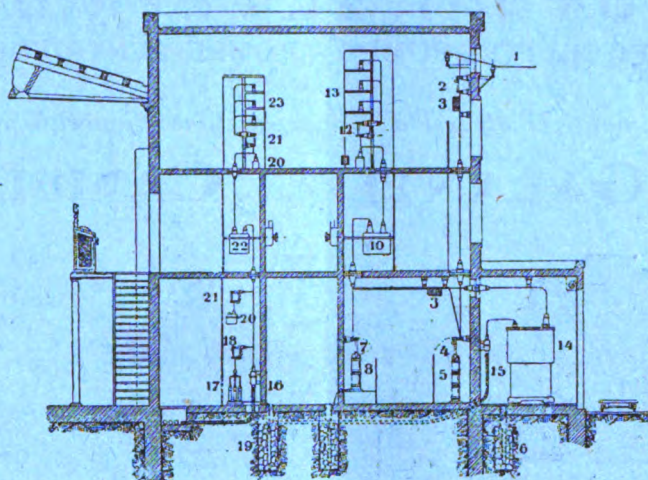
A 150.000 VOLT

CENTRALE

RIFASAMENTO



Piccola Stazione Trasformatrice

con PROTEZIONE ESTERNA**Sicurezza!**

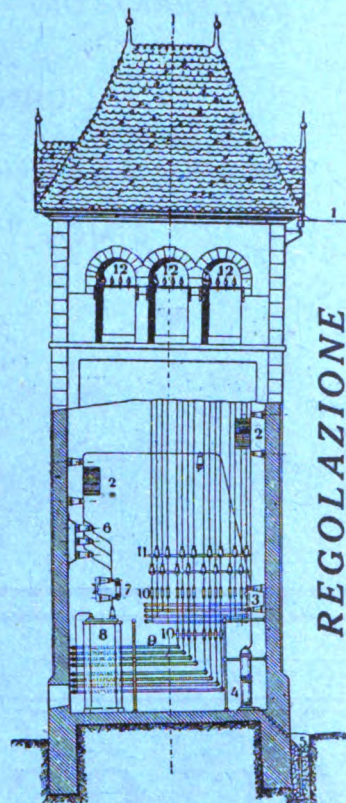
0 1 2 3 4"

LEGGENDA CENTRALE

1. Partenza dell'alta tensione.
2. Sezionatori.
3. Bobine di self.
4. Sezionatori fusibili a resistenza per condensatori.
5. Condensatori.
6. Piastra di terra per i condensatori.
7. Interruttori a resistenza per le bobine per le scariche statiche.
8. Bobine per le scariche statiche.
9. Piastra di terra per le bobine per le scariche statiche.
10. Interruttori in olio ad alta tensione.
11. Trasformatori di intensità.
12. Sezionatori.
13. Barre collettrici ad alta tensione.
14. Trasformatori.
15. Cavi collegati alle barre delle macchine.
16. Cavi provenienti dalle macchine.
17. Valvole Giles.
18. Sezionatori per le valvole Giles.
19. Piastra di terra per le valvole Giles.
20. Trasformatori di misura.
21. Sezionatori.
22. Interruttori in olio.
23. Barre collettrici delle macchine.

(127)

REGOLAZIONE



Grande Stazione Trasformatrice

con PROTEZIONE INTERNA**Convenienza!**

CON I NUOVI

CONDENSATORI, BOBINE DI TERRA - TRASFORMATORI,
LIMITATORI DI OSCILLAZIONI **SISTEMA PFIFFNER**

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DES CONDENSATEURS ÉLECTRIQUES
MECHANO ELEKTRISCHE SPEZIALAPPARATE A.G. **FRIBOURG**
BUDAPEST

RAPPRESENTANTI GENERALI: **S. CRISTIANI & ING. G. PICKER**

AGENTI
REGIONALI

PIEMONTE - Ditta Dott. G. M. SELLA - Via Vanchiglia, 23 - TORINO
EMILIA - Ingg.ri MUZZARELLI & DAL FIUME - Via dei Mille, 23 - BOLOGNA
BASSA ITALIA - Ing. E. DE PORCELLINIS - Corso Umberto I° 109 - NAPOLI

MILANO (26)

Via Alberto da Giussano, 17
Telefono 40-248

Telegrammi: **CRISER**

MAFFEI SCHWARTZKOPFF WERKE

MSW

CENTRALI ELETTRICHE COMPLETE

TURBOGENERATORI - TURBINE A VAPORE

ALTERNATORI - DINAMO - CONVERTITORI - TRASFORMATORI

MOTORI ELETTRICI

GRUPPI ELETTROPOMPE - POMPE CENTRIFUGHE

(26)

Per preventivi e schiarimenti rivolgersi ai Rappresentanti Generali per l'Italia e Colonie:

ING.^{RI} GALANTI & CAMBIAGGI

MILANO (16)

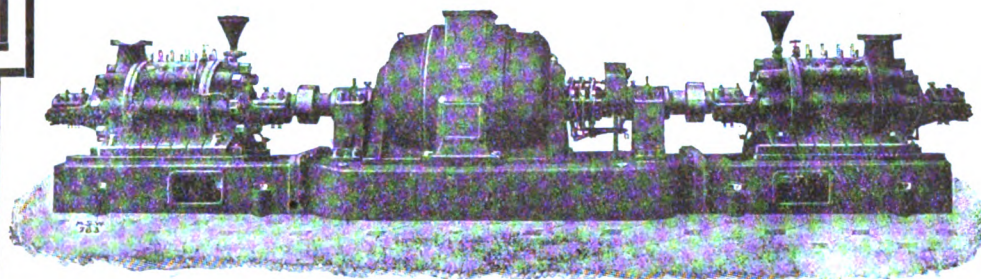
Via Carducci, 20 C - Telefono 92-14



ROMA

Galleria Regina Margherita, 9

(Via R. De Pretis) - Telefono 10-09

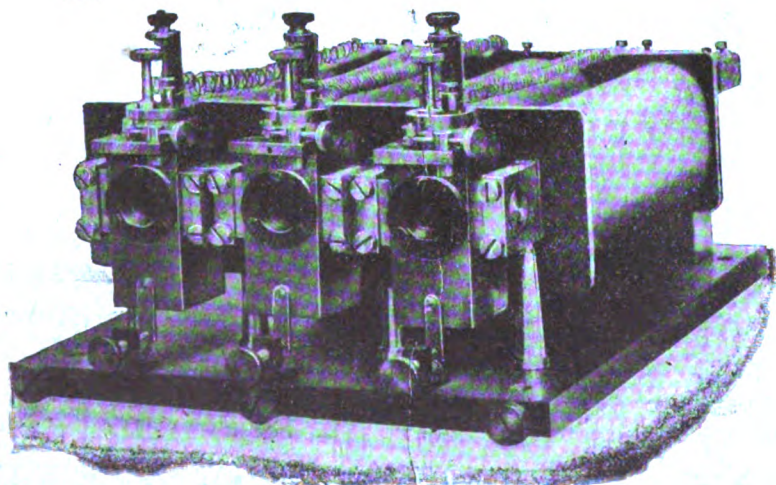


ALLOCCCHIO BACCHINI & C.

INGEGNERI COSTRUTTORI

CORSO SEMPIONE, 95 MILANO (30) .. TELEFONO 15-59 ..

(199)



GRUPPI DI GALVANOMETRI DELL'OSCILLOGRAFO.

APPARECCHI ed IMPIANTI *Per laboratori di Fisica ed Elettrotecnica.*

STRUMENTI *per misure di corrente alternata e continua, telefoniche e ad alta frequenza.*

WATTMETRI *di precisione.*

APPARECCHI *per lo studio delle proprietà magnetiche.*

APPARECCHI *per T. S. F.*

MACCHINE TELEGRAFICHE *celeri e stampanti.*

PIROMETRI a COPIA *ed a resistenze, ed impianti completi per misure di temperature.*

PREVENTIVI E LISTINI A RICHIESTA

Digitized by Google

Il dispositivo, nella forma definitiva che gli inventori gli hanno dato, risulta più complesso di quanto appaia dallo schema: è possibile ad es., regolare la velocità di scorrimento della zona in relazione alla rapidità della trasmissione, e ridurre la tensione che è controllata dal tasto di segnalazione a circa 10 V, applicando con una sorgente locale una differenza di potenziale costante di circa 50 V fra pietra e lamina metallica. La fig. 4 rappresenta tre zone relative a tre diverse velocità di trasmissione, di 400, 1200 e 2000 caratteri al minuto.

In confronto agli ordinari relais elettromagnetici, il relais a contatto pietra-metallo consente nell'ordinaria telegrafia a filo o per cavo un notevole risparmio di rame nelle condutture, perchè la resistenza della linea è una quantità trascurabile in confronto a quella del contatto, ed inoltre permette di accrescere la velocità della trasmissione. Costituendo il relais più sensibile, che attualmente si conosca, esso si presta anche ad un largo uso in radiotelegrafia, in quanto consente di ridurre il numero di triodi amplificatori della corrente in arrivo sull'antenna; sembra inoltre, secondo l'A., che esso sia scarsamente influenzato dai disturbi atmosferici.

Sullo stesso principio del relais per la rapida registrazione dei segnali gli inventori hanno costruito altri interessanti dispositivi. Il cui funzionamento si è dimostrato in pratica assai soddisfacente. Fra essi è degno di nota un telefono altisonante, nel quale il contatto pietra-metallo, controllato dalla corrente microfonica modulata, è utilizzato per far vibrare una membrana telefonica di notevoli dimensioni.

F. Vi.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

W. MUSSWITZ — La elettrificazione della zona I delle ferrovie dello Stato Cileno. (E. T. Z., N. 40 del 5 ottobre 1922, p. 1234).

La fig. 1 mostra il piano della elettrificazione, che comprende due linee: la Santiago-Valparaiso (186 km) e la Las Vegas-Los Andes (45 km). Nella piccola carta a lato è raffigurata la linea del Got-

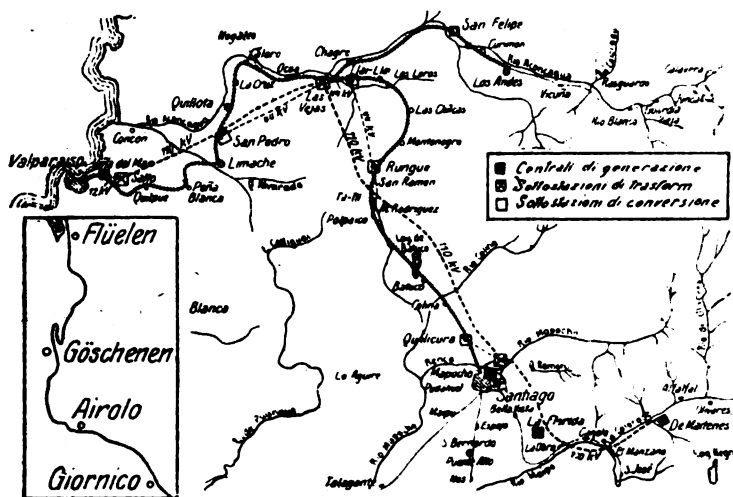


Fig. 1.

tardo, la più grande delle Europee elettrificate, nella stessa scala della carta principale.

La fig. 2 dà il profilo altimetrico dei due tratti.

Il sistema scelto è la corrente continua ad alta tensione (3000 V). L'energia viene fornita dalla centrale idroelettrica «Maitenes» dalla quale si diparte una lunga linea in alluminio a 110 000 V e 50 ~. Tre sottostazioni di trasformazione (Santiago e Salto 110/12 kV; Las Vegas 110/44 kV) provvedono alla alimentazione delle sottostazioni di conversione adibite esclusivamente alla trazione, che

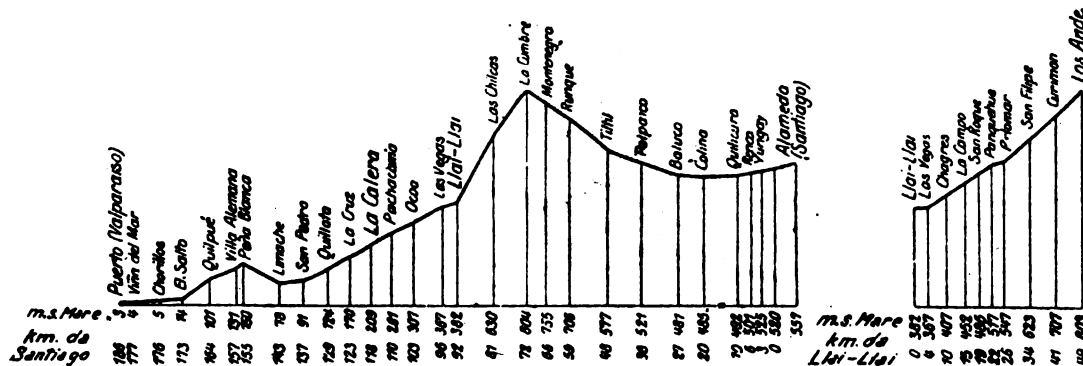


Fig. 2.

sono cinque, installate rispettivamente a Quilicura, Rungue, Llai-Llai, San Pedro e Viña del mar. Attraverso la sottostazione di trasformazione di Santiago, avviene l'unione della linea principale a

110 kV con le centrali termiche «La Florida» e «Mapocho» a 12 kV.

Ciascuna sottostazione di conversione, costituita da un locale di 22,2x18,7 m in pianta su 10,5 m di altezza, è così equipaggiata: due trasformatori da 25 000 kVA per 44 000/2300 o 12 000/2300 V; due gruppi motore-generatore da 2000 kW, ciascuno dei quali è costituito da un sincro da 2100 kW e da due dinamo (eccitate in derivazione) da 1000 kW e 1500 V che, accoppiate in serie forniscono i 3000 V necessari alla linea; due eccitatrici (125 V) una delle quali da 10 kW, per la regolazione della tensione dei generatori ed una da 28 kW per la eccitazione del sincro.

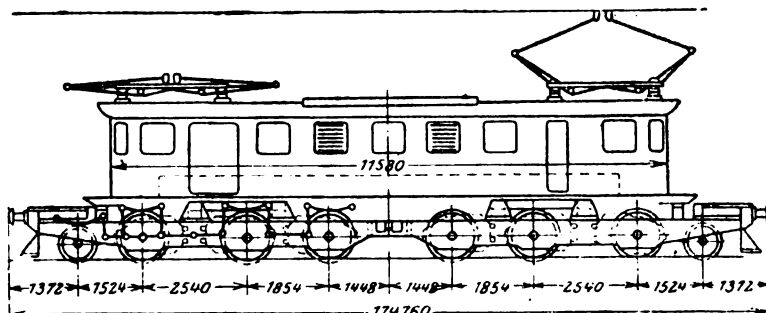


Fig. 3.

I trentanove locomotori Westinghouse (in sostituzione delle 100 locomotive a vapore che fanno attualmente servizio) sono di quattro

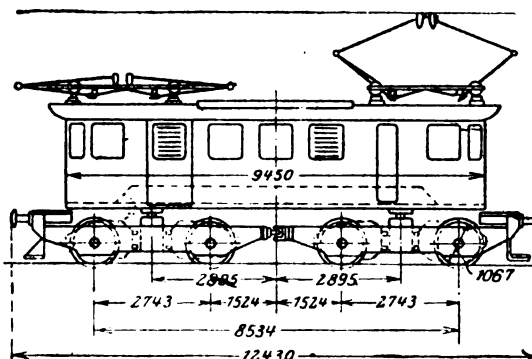


Fig. 4.

tipi: per treni diretti (fig. 3), per treni viaggiatori (fig. 4), per treni merci e per servizi diversi.

Le loro principali caratteristiche sono riassunte nella tabella che segue:

	Treni diretti	Treni viaggiat.	Treni merci	Servizi diversi
N° locomotori forniti	6	11	15	7
Tipo	1 C + C 1	B + B	C + C	B + B
N° dei motori	6	4	6	4
Prestazione oraria di ogni motore kW	275	275	205	88
Prestazione oraria di ogni locomotore kW	1650	1100	1230	352
Peso totale (tonn)	115,5	72,5	103,5	62
Peso delle parti meccaniche	72,75	—	64,1	39,4
Peso delle parti elettriche	42,75	—	39,4	22,6
Sforzo di trazione continuo (kg)	9400	6275	1181	3870
Velocità corrispondente . . (km/h)	54,5	54,5	31,2	22,2
Velocità massima	101	90	65	58,8

Tutti i motori sono da 1500 V, accoppiati due a due in serie. La regolazione della velocità si effettua con le variazioni dei collegamenti dei motori e con la regolazione di campo. Si possono in ta:

modo realizzare senza perdite sei velocità diverse per i locomotori da diretti (16 — 21,6 — 35,3 — 45,3 — 54,5 — 70 km/h); quattro velocità per locomotori da treni viaggiatori (26 — 34 — 54,5 — 70 km/h), e sei per quelli da merci (9,8 — 13 — 19,5 — 26,7 — 31,3 — 40 km/h). A bordo dei locomotori è installato un riduttore di tensione (3000/95 V) per l'alimentazione dei motori di ventilazione e per la frenatura.

La linea di trazione è in rame indurito di 107 mm² di sezione, sostenuta da una fune di acciaio da 52 mm². La sospensione è fatta a mezzo di pali in cemento armato (campate di ~ 60 m).

f. n.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

IMPIANTI.

Centraline idroelettriche di nuovo tipo. — L'A. descrive un nuovo sistema di gruppi generatori idroelettrici da lui ideato, che servono per piccole potenze fino a 25 kW, costituiti da una turbina idraulica accoppiata a una dinamo a corrente continua con avvolgimento speciale, che ne limita le variazioni di tensione con scarti di velocità compresi fra quella di fuga delle turbine e quella normale, e con variazioni di carico comprese fra la marcia a vuoto e quella a pieno carico. Per ottenere degli impianti il più possibile economici, tanto per ciò che riguarda il costo, che la spesa di manutenzione, sorveglianza ed esercizio, le turbine sono sprovviste di regolatori di qualsiasi tipo in modo che la loro velocità vario col carico. La regolazione della tensione avviene automaticamente mediante l'avvolgimento speciale delle dinamo e un piccolo regolatore automatico montato cogli altri apparecchi di controllo e di comando su una cassetta di manovra di maneggio assai semplice. Il costo di un simile impianto sarebbe di circa 30-50 per cento inferiore a quello di un impianto di egual potenza con dinamo a velocità costante. La manovra dei gruppi riesce semplicissima; basta aprire la saracinesca della turbina e il gruppo s'avvia da sé, mentre la tensione della dinamo si registra automaticamente al valore normale. Viene eliminata completamente la sorveglianza dell'impianto. Nel caso in cui la potenza richiesta superi quella disponibile o quella normale, la tensione si abbassa da sé: questo serve ad avvertire che le condizioni di funzionamento dell'impianto non sono regolari.

Le dinamo dei gruppi vengono possibilmente comandate dalla turbina: quest'ultima può essere di qualsiasi tipo (Francis, Pelton, Kaplan, Banki, ecc).

e. e. s.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

La funzione della terra e dell'atmosfera nelle trasmissioni r. t. — Questa questione già più volte dibattuta è stata ripresa recentemente in *The Electrician*, in seguito a un articolo di Elihu Thomson (¹).

La emissione delle onde hertziane, scrive il Thomson, avviene, indubbiamente, in linea retta dall'oscillatore e tali onde non possono seguire la curvatura della superficie del globo. Ma le trasmissioni di Marconi non avvengono, secondo l'A., mediante vere onde di Hertz, bensì, prendendo in esame «la terra» alla base dell'antenna, con metà delle onde di Hertz. Ne deriva che le onde sono effettivamente attaccate alla superficie terrestre e sono guidate da essa; meglio ancora dal mare, più conduttore del suolo.

Ne derivano ancora correnti elettriche nel mare e sulla superficie terrestre che accompagnano le mezze onde, e campi magnetici soprastanti a queste correnti. La trasmissione lungo la terra è la sola che consenta alle onde di essere convogliate a grande distanza, fino a girare la curvatura della terra, giungendo agli antipodi.

Quando Marconi riuscì a ricevere i segnali transoceanici, molti scienziati, a detta del Thomson, non vollero riconoscere che le onde seguivano la superficie terrestre nella sua curvatura, non vollero riconoscere la differenza tra queste onde e le vere onde di Hertz nella loro propagazione e nella loro generazione. Preferirono invece supporre che, nelle regioni superiori dell'atmosfera, 80 o 100 km al di sopra della terra, esistesse uno strato di gas ionizzati e conduttori che costituisse quasi uno specchio elettrico. La superficie, a noi rivolta, di questo specchio riflettere le onde senza diffusione e le rinvierebbe sulla terra. Tale gigantesca volta dovrebbe essere simile a una superficie metallica, levigata, senza protuberanze, senza ondulazioni e di natura tale che le onde non potrebbero penetrarvi, dovendo invece essere riflesse. Tale supposizione, molto immaginativa, non è, secondo il Thomson, necessaria. La teoria della propagazione delle onde lungo la superficie terrestre chiarisce ogni dubbio, spiega come attraverso il mare le trasmissioni siano migliori, e migliori quando il suolo tra due stazioni è bagnato, si accorda infine con i risultati ottenuti finora.

Sir Oliver Lodge, in un articolo successivo, sostiene l'esistenza dello strato di Heaviside. Non è possibile dimostrarla sperimentalmente, ma sappiamo che la densità dell'aria varia con l'altezza e la sua conduttività con la densità. Si può supporre che lo strato conduttivo sia tale da produrre vere riflessioni e che la profondità di questo

strato sia più grande di ogni ulteriore lunghezza d'onda attuale. Egli ritiene che le increspature possano esservi di giorno ma che, di notte, le alte regioni possano conservare una superficie sufficientemente liscia. Se la trasmissione dipendesse solo dalla conduzione terrestre i segnali dovrebbero essere ugualmente buoni, sia di giorno, sia di notte, mentre è confermata, da esperimenti, l'influenza solare, spiegabile solo con l'esistenza dello strato di Heaviside. Lodge ritiene che siano indubbie l'esistenza di uno strato conduttore nell'alta atmosfera, e la sua azione favorevole alle trasmissioni a distanza. E si appoggia anche alle opinioni di Eccles, Macdonal, Chree e dello stesso Heaviside.

T. H. Eckersley sintetizza i risultati ottenuti nelle ricerche r. t. con la necessaria supposizione della esistenza dello strato di Heaviside. Ne cita vari: le osservazioni di Erskine Murray sulla ricezione di stazioni lontane, mentre non si poteva ricevere da stazioni situate tra la trasmettente e la ricevente; le osservazioni di L. Fuller sulla scomparsa dei segnali, in determinate zone, scomparsa che non può esser dovuta solo alla interferenza tra un raggio diretto e uno riflesso dall'alto strato conduttore; infine le enormi portate notturne e i periodi di indebolimento al sorgere e al tramonto del sole.

Le opere dell'Eccles sostengono all'evidenza lo strato di Heaviside. Sekersley sostiene che non vi è differenza sostanziale tra il mezzo oscillatore e il vero oscillatore di Hertz e che anche le vere onde di Hertz possono piegarsi intorno alla terra e afferma l'utilità della gigantesca volta, anche quando lo strato superiore ha un moderato gradiente di conducibilità. L'aiuto maggiore dato dal mare in confronto con quello dato dalla terra non esclude affatto la presenza di uno strato superiore di conduzione.

W. O. Howe, ribatte, argomento per argomento quelli del Thomson. Hertz ha dimostrato che le sue onde possono essere curvate, rifratte (quando attraversano un mezzo) polarizzate e anche riflesse da una comune superficie conduttrice. Non è quindi necessario che le trasmissioni avvengano sempre in linea retta e possono subire deviazioni. In secondo luogo è evidente che le onde hertziane sono combinate con le correnti sul mare e sulla superficie terrestre; ma, indipendentemente dagli effetti secondari dovuti alla resistenza, i campi magnetici soprastanti alle correnti nello spazio, non sono dovuti a queste correnti, ma esisterebbero ugualmente anche se la terra fosse completamente rimossa e lo spazio venisse occupato dalla metà inferiore dell'onda di Hertz. E' certo che il problema delle grandi distanze r. t. sarebbe assai semplice se lo strato di Heaviside fosse come un riflettore perfetto: si può immaginare invece come un riflettore soggetto a rapidi e forti cambiamenti di posizione, di natura, di contorni, quindi imperfetto. E potrà generare una certa somma di riflessioni e di refrazioni. Se Thomson sostiene che le onde hanno il loro piede in terra, anche coloro che ammettono l'esistenza dello strato di Heaviside sono concordi in questo. Ma che cosa impedisce a loro di distaccarsene e di lanciarsi nello spazio? Anche i matematici hanno affrontato il problema delle semionde hertziane modificate dalla presenza della sfera conduttrice e sono giunti alla conclusione che le onde non rimangono attaccate alla terra, ma si propagherebbero nello spazio. Del resto l'esistenza della volta di Heaviside, con il suo potere conduttore, spiega non solo alcuni fenomeni della radiotelegrafia per i quali non si è presentata altra soluzione, ma anche altri fenomeni fisici, quale l'aurora boreale. Secondo Howe è del tutto evidente che da un certo grado di ionizzazione della superatmosfera dipende la grande distanza delle trasmissioni r. t.

A tutte queste obiezioni il Thomson risponde ripetendo che, se la superficie della terra fosse stata considerata come un conduttore di guida, non sarebbe stato necessario ricorrere a nessuna ipotesi di riflessione. A questa ultima, qualcuno è addivenuto perchè i risultati ottenuti sperimentalmente, nelle trasmissioni a lunga distanza, sono stati maggiori di quelli calcolati sulla base della teoria della diffrazione. Non vi è stata mai, in lui, l'intenzione di negare l'esistenza di un alto strato conduttore, bensì quella di dubitare dell'influenza di questo strato nel curvare le onde, dal momento che esse, generate come mezze onde di Hertz, non possono abbandonare la superficie della terra a cagione della sua conduttività. Raffiguriamoci, dice il Thomson, idealmente le condizioni che si verificano nella trasmissione della propagazione delle onde. Sia una sfera delle dimensioni della terra, vuota o massiccia, di rame, in un vuoto quasi perfetto e circondata da uno spazio non conduttivo. In un punto della superficie di questa sfera un'antenna verticale divenga sede di oscillazioni. Avremo la condizione ideale per la propagazione delle onde; la quale, anche senza lo strato di Heaviside, avviene per quelle da noi chiamate mezze onde di Hertz e che dovranno ripiegarsi per contornare la superficie della sfera, convergendo e culminando agli antipodi dove un sistema ricevente, specialmente se in risonanza, potrà raccogliere la maggior parte dell'energia irradiata. Queste le condizioni ideali, non tutte realizzabili. La conclusione più importante, che se ne trae, è l'inutilità dello strato di Heaviside. Se la sfera è circondata da uno strato di gas, se la sua superficie è esposta ai raggi del sole, vi sono variazioni nella trasmissione. E poichè queste sono rapidissime, appena per esempio la luce del sole lascia la superficie coperta dalla trasmissione, il Thomson vi trova una conferma della sua ipotesi perchè non sarebbe possibile un cambiamento così repentino nelle alte sfere soggette a tutte le perturbazioni atmosferiche.

Tornando sull'argomento senza riprendere la discussione il Howe riafferma la necessità di ammettere l'influenza dello strato di Heaviside su alcuni fenomeni che si manifestano nella ricezione r. t. Egli

(¹) *The Electrician*, 1922, Vol. 89, pag. 148, 206, 242, 260, 325, 412, 650.

tratta più specialmente della figura delle onde in arrivo e ricorda come nel caso ideale di una antenna trasmittente verticale, di una terra perfettamente conduttrice, e di una atmosfera senza limiti, il campo elettrico prodotto da una oscillazione debba essere verticale in qualunque punto della superficie terrestre, il campo magnetico orizzontale e la direzione della propagazione, tangenziale alla terra. Una tale onda si dice polarizzata in un piano verticale. Un telaio ruotante intorno a un asse verticale indicherà esattamente la direzione della stazione che trasmette. Lo strato riflettente nell'alta atmosfera, se fosse una superficie sferica concentrica alla terra non potrebbe introdurre alcuna forza elettrica che non fosse nel piano verticale: dopo aver subito la riflessione, l'onda, di ritorno sulla superficie terrestre, sarebbe esattamente della stessa natura di prima. Il telaio sopra considerato indicherebbe la direzione con la stessa esattezza.

Ma in realtà ciò non avviene e tutte le cause che modificano le condizioni ideali accennate in principio, fanno sì che le riflessioni dallo strato di Heaviside producano un'onda con un campo magnetico inclinato, che si può in generale decomporre nelle tre componenti: verticale, orizzontale radiale, orizzontale tangenziale. Ad ogni modo la trattazione teorica relativamente più completa del fenomeno della propagazione è finora quella del Watson, il quale con ragionevoli ipotesi sulla funzione dello strato di Heaviside, è giunto a conclusioni bastevolmente concordanti coi risultati sperimentali. P. Si.

[Data la natura dell'argomento, non deve far meraviglia che questa nuova discussione non abbia condotto a conclusioni decisive e neppure abbia fatto progredire il dibattito in confronto con quanto veniva a suo tempo pubblicato ne «L'Elettrotecnica» dal Prof. Majarana e dal Com. Pession (2)]. (n. d. r.)

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

Un nuovo amplificatore di suoni. — Gueritot ed Aschel hanno ideato un apparecchio, il quale, a quanto si riferisce, permette di amplificare, senza notevoli deformazioni, i suoni della voce in un modo non prima raggiunto. La parte vibrante dell'apparecchio è costituita da un cono di seta sottile, dell'apertura di circa 90°, sul quale è avvolto a spirale, in uno o più strati sovrapposti, un sottilissimo filo conduttore, preferibilmente di basso peso specifico, per es., di alluminio. Il cono viene collocato nell'intraferro di un magnete permanente o di un elettromagnete i cui poli ne abbracciano esattamente la superficie esterna, ed un collare fissa la base del cono sopra uno dei poli.

Se in codesta bobina conica si mandano correnti telefoniche essa si pone in vibrazione sotto l'influenza del campo magnetico, e poichè praticamente non possiede un periodo di vibrazione propria, non perturba in modo sensibile la riproduzione dei suoni che hanno generato la corrente telefonica. Affinchè le vibrazioni comunicate dal cono all'aria contenuta nell'intraferro possano trasmettersi all'esterno l'orlo dell'intraferro viene otturato, ma in uno dei poli si praticano dei fori per mettere in comunicazione l'intraferro con l'aria esterna. Questi fori sboccano nel fondo di un comune padiglione da portavoce. Un dispositivo così fatto, avente un cono di 55 mm di diametro, pesante circa un grammo, è capace di far udire integralmente una frase qualunque a tutto un auditorio raccolto in una vastissima sala. È facile intuire come codesti apparecchi, connessi ad appositi amplificatori a triodi, potrebbero servire come trasmettitori di ordini sulle navi, per comunicare avvisi e notizie all'aria aperta, discorsi in occasione di pubbliche riunioni, ecc. (C. R. Acc. des Sciences 27 nov. 1922, vol. 173, pag. 1051). A. Me.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Economie del 60 per cento in peso con bobine in alluminio invece di quelle in rame nei motori di trazione. — L'uso di bobine con conduttori di alluminio isolate con un procedimento speciale e messe da poco tempo in commercio, ha determinato un notevole progresso nella riduzione del peso dei motori e conseguentemente delle automotrici. Le fabbriche di bobine d'alluminio che lavoravano prima della guerra in Svezia e in Germania, e che erano state chiuse, si sono stabilite da circa un anno a Kansas City. In questo frattempo già cinquanta ferrovie elettriche hanno adottato questo tipo di bobina, che sta prendendo un grande sviluppo.

I principali vantaggi di essa consistono nell'alto grado di isolamento e nell'esiguità del peso. Sostituendo i vecchi avvolgimenti con bobine in alluminio si ottiene una riduzione di peso di circa una tonnellata per le grosse automotrici interurbane e di 300 a 600 kg circa per le comuni automotrici tramviarie.

Le caratteristiche elettriche delle bobine in alluminio e in rame sono identiche, come pure la forma e le dimensioni, cosicchè la sostituzione può effettuarsi senza mutare per nulla le caratteristiche del motore, le connessioni e la disposizione dei circuiti.

L'ottimo isolamento si ottiene usando conduttori di alluminio a sezione quadrata, corrispondenti a quelli di rame, ma isolati mediante uno strato di ossido d'alluminio invece che con cotone, allo scopo di meglio evitare gli inconvenienti dovuti al surriscaldamento o all'umidità.

La fig. 1 rappresenta una bobina aperta in cui appare come l'isolamento sia ottenuto con carta disposta tra i vari strati. La bobina è ottenuta avvolgendo conduttori di alluminio nudi a sezione quadrata, senza alcuna separazione tra i diversi strati, ma con striscie di carta tra ciascun strato.

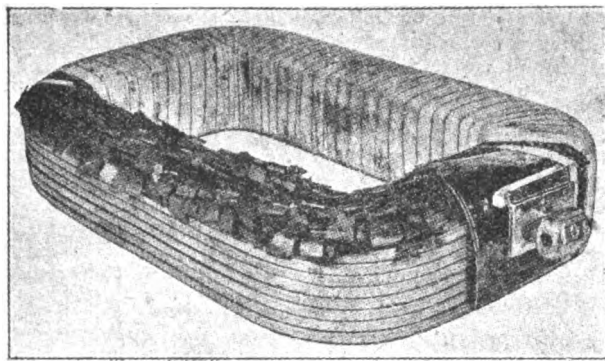


Fig. 1.

La disposizione terminale e l'isolamento con mica è analogo a quello delle bobine di rame; le estremità vengono preservate dall'elettrolisi per mezzo di stagnatura. La bobina nuda viene dapprima riscaldata e immersa in una soluzione ossidante, e in seguito di nuovo riscaldata e introdotta in una vernice isolante. Esternamente viene poi avvolta con cotone, tela lucida e di nuovo cotone. Da ultimo si opera un'immersione e cottura in una vernice isolante.

I fabbricanti attestano che delle oltre 500 bobine in servizio durante lo scorso anno, nessuna ha subito guasti interni, e che si sono avuti solo tre casi di guasti esterni, dovuti a rotture meccaniche dell'involucro. a. r.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BARI.

Verbale dell'Assemblea del 4 marzo 1923.

L'anno millenovecentoventitre, il giorno quattro marzo, alle ore dieci, nella Sala della Sezione di Bari dell'Associazione Nazionale degli Ingegneri di Italia, in seguito a regolari avvisi di convocazione diramati il giorno 19 febbraio c. a., si è riunita l'Assemblea generale ordinaria dei soci della Sezione di Bari dell'A. E. I., sotto la presidenza del Presidente Comm. Ing. Pietro Verole per trattare il seguente

Ordine del Giorno:

- 1.) Relazione morale e finanziaria della gestione sociale 1922;
- 2.) Approvazione del Bilancio Preventivo 1923;
- 3.) Nomina del Segretario in sostituzione dell'Ing. Centonze, dimissionario;
- 4.) Eventuali;
- 5.) Comunicazione del socio, Ing. Carlo Lucifero, sui nuovi Impianti elettrici di Taranto.

Il Presidente constatata la presenza di dodici soci dichiara aperta la seduta.

Sul n. 1 il Presidente comunica:

«La nostra Sezione sorta nell'agosto 1920 con poco più di 40 soci ha ora raggiunto, dopo circa due anni e mezzo, circa 70 soci. Non ci siamo dissimulati fin dall'inizio della fondazione della Sezione le difficoltà che si sarebbero opposte ad un suo rapido sviluppo, date le condizioni ambientali: dobbiamo perciò rallegrarci del risultato conseguito. E' necessario però che ogni maggior sforzo sia svolto dal Comitato Direttivo e da singoli individui per accrescere al nostro Sodalizio gli iscritti onde questo possa avere i necessari mezzi di esistenza.

Grazie alla cortesia della Società Generale Pugliese di Eletticità e del Collegio Nazionale degli Ingegneri che ci diedero ospitalità nei loro locali, potremmo evitare la spesa di alloggio: ciò non deve però protrarsi a tempo indeterminato.

L'attività della Sezione non ha potuto sino ad ora essere grande: tuttavia alcune interessanti comunicazioni ci furono fatte: un'altra ci sarà esposta oggi stesso ed oggi stesso effettueremo una interessante visita alla Stazione radiotelegrafica di San Cataldo. È necessario però che le comunicazioni si rendano più frequenti: esse, come è ovvio, non potranno sempre avere un carattere di originalità, ma se anche si limitino ad esporre qualche risultato della esperienza od osservazione personale di chi esercita la professione di elettricista o a vol-

(2) L'Elettrotecnica, 5 luglio 1920, vol. 7, N. 19, pag. 354.

garizzare qualche argomento di elettrotecnica non sarebbero meno utili ed interessanti.

Io faccio pertanto vivo appello a tutti i Soci volenterosi ed in particolare ai giovani perchè vogliano esporre delle comunicazioni anche brevi che potranno suscitare delle feconde discussioni. La Puglia dovrà, come è noto, essere elettrificata, mercè l'energia proveniente dal Matese e dalla Sila: nell'attesa la nostra Associazione dovrebbe avere il compito di elettrificare le menti e gli animi, dovrebbe in altri termini creare l'ambiente umano adatto perchè le applicazioni dell'elettricità vi abbiano il massimo sviluppo e la massima efficienza.

Una delle applicazioni più interessanti per questa Regione è evidentemente quella della elettro-cultura; intorno a questo argomento dovrebbero in particolare rivolgersi sin da ora gli studi e le discussioni dei soci per cooperare a quel radioso avvenire che si schiuderà certo a questa ubertosa regione quando più non le faranno difetto l'acqua e l'energia elettrica».

Il Presidente espone quindi il seguente Bilancio Consuntivo 1922.

Bilancio Consuntivo 1922

INTROITI	SPESA
Rimanenza anno 1921. . L. 474,70	Rimesso alla Sede Centrale saldo quote 1921. L. 385,—
Incassate 4 quote arretrate del 1921 > 175,—	Rimesso id. quote incassate nel 1922 > 2135,—
Incassate quote 1922:	Gratificazioni, spese postali, diverse > 266,05
22 Soci non residenti. > 889,—	Totale spesa L. 2786,05
17 > residenti . . . > 765,—	Rimanenza in cassa. > 388,65
11 > collettivi . . . > 880,—	
TOTALE. . . L. 3174,70	TOTALE. . . L. 3174,70

Messo ai voti il Bilancio viene approvato all'unanimità.

Sul n. 2, Bilancio Preventivo 1923, il Presidente fa notare come nel seguente bilancio che egli propone si sieno fatte delle previsioni molte modeste nelle attività per modo che è a ritenersi che senza dubbio esse oltrepasseranno le corrispondenti passività:

Bilancio Preventivo 1923

INTROITI	SPESA
Rimanenza anno 1922. . L. 388,65	Contributo Sede Centrale per 55 Soci individ. e 14 collettivi. L. 2905,—
Soci presunti individ.:	Stampati > 590,—
25 residenti. > 1125,—	Spese postali, gratificazioni diverse, ecc. > 200,—
30 non residenti . . . > 1200,—	Totale spesa L. 3695,—
Soci collettivi 14 . . . > 1120,—	Rimanenza > 138,65
TOTALE. . . L. 3833,65	TOTALE. . . L. 3833,65

Messo ai voti il Bilancio Preventivo viene approvato all'unanimità.

Sul n. 3, Nomina del Segretario in sostituzione dell'Ing. Centonze, dimissionario, il Presidente è spiacevole di dover informare che l'Ing. Centonze ha presentato le dimissioni dalla carica di Segretario della Sezione non potendo più attendervi a causa delle sue molte occupazioni. Essendo riuscite vane le pratiche fatte perchè il Signor Centonze rimanesse in carica almeno sino al prossimo agosto, nel quale mese dovrà rinnovarsi il Consiglio Direttivo, il Presidente prende atto delle di lui irrevocabili dimissioni, lo ringrazia a nome di tutti i soci della zelante ed efficace opera da lui prestata, ed invita l'Assemblea a procedere alla elezione del nuovo Segretario.

Il Vice-Presidente, Ing. Comm. Messeni, prende la parola per proporre per tale carica l'Ing. Tarantini. La proposta viene approvata per acclamazione ed al saluto augurale rivolto dal Presidente, il neo Segretario assicura che farà quanto sta in lui per corrispondere alla fiducia admostrategli.

Sul n. 4, Eventuali, non essendo fatta alcuna comunicazione, il Presidente dà la parola all'Ing. Carlo Lucifero, che riferisce sui nuovi impianti della centrale elettrica di Taranto.

La fine della interessante comunicazione viene coronata da applausi. Il Presidente e l'assemblea ringraziano l'Ing. Lucifero, ripromettendosi di recarsi a Taranto anche prima della inaugurazione della centrale per constatare de visu gli interessanti lavori e rendersi conto delle innumerevoli difficoltà che si dovettero superare per condurli a compimento. Dopo di che, constatato che l'Ordine del giorno è stato esaurito, scioglie l'Assemblea, indi i Soci si recano a visitare la Stazione radiotelegrafica di San Cataldo. Il presente verbale è approvato seduta stante; ad esso si allega la comunicazione dell'Ing. Lucifero perchè sia inserita negli atti.

*

SEZIONE DI BOLOGNA

Il 4 marzo fu fatta una interessante visita all'Officina per la carica degli accumulatori delle FF. SS. L'Ing. Cav. Enrico Mariani, Dirigente il Reparto Tecnico, prese occasione per riassumere ai numerosi Soci intervenuti i vari sistemi adottati dalle diverse Amministrazioni ferroviarie per l'illuminazione elettrica dei treni, mostrando i vantaggi del sistema applicato sulle nostre ferrovie; illustrò quindi

gli apparecchi Corbino e ne mostrò il pratico sicuro funzionamento. Gli intervenuti si compiacquero per l'indirizzo moderno che le FF. SS. mostrano di seguire in questo importante servizio.

Il 10 marzo l'Ing. Cav. Alberto Barattini tenne una comunicazione sul tema: «Applicazioni di galvanoplastica alla metallurgia: processo di ramatura elettrolitica per la protezione contro la cementazione», illustrandola con la presentazione di numerosi esemplari trattati in precedenza e con l'effettuazione di alcune esperienze pratiche. Premesso un rapido cenno critico dei diversi metodi finora usati per impedire l'indurimento per cementazione di quelle parti di oggetti di acciaio dolce che invece interessa conservare inalterati, si diffuse nel mostrare i vantaggi offerti dalla ramatura elettrolitica. Il folto uditorio, costituito oltre che dai Soci, anche da ingegneri dell'Associazione e da Insegnanti e da allievi dell'Istituto Aldini, mostrò di interessarsi al nuovo processo ed applaudì la chiara conferenza.

Il 17 marzo l'Ing. Aristide Prosciutto intrattenne i Soci sopra: «Una nuova teoria idrodinamica delle turbine idrauliche». L'oratore, dopo alcune osservazioni critiche sulla teoria classica e sugli studi recenti relativi alle turbine idrauliche, espone i punti fondamentali della sua teoria, basata sulle equazioni generali della idrodinamica. Egli immagina la corrente fluente fra le due pale della turbina, divisa in falde elementari con due dimensioni finite e trova le equazioni valide per il moto di codesta falda. Da queste equazioni ritrae alcune interessanti conseguenze generali, che si prestano per una applicazione immediata, usando dei metodi grafici. Nella nuova teoria è tenuto conto in modo abbastanza completo dell'influenza esercitata dallo spessore finito e non costante delle pale, ed è messo in luce il fenomeno della deviazione dei filetti liquidi nelle varie falde che compongono la vena. L'Oratore riscosse alla fine della interessante sua esposizione l'approvazione ed il plauso dei numerosi intervenuti. La conferenza, densa di calcoli geniali, verrà pubblicata integralmente in un prossimo numero dell'«Elettrotecnica».

*

SEZIONE DI NAPOLI.

Verbale dell'Assemblea del 31 gennaio 1923.

Ordine del Giorno:

- 1.) Comunicazioni della Presidenza;
- 2.) Discussioni sullo stato attuale dei criteri per la «Portata e temperatura di cavi trifasi interrati» sui quali riferirà il socio Ing. Luigi Selmo.

Il Presidente Ing. Luigi Selmo in nome proprio e in nome del nuovo Consiglio Direttivo ringrazia i soci per l'onore conferito chiamandoli a coprire le cariche della Sezione ed espone quali sono le intenzioni della Presidenza che possono riassumersi principalmente così:

- a) Riunione mensile nella quale un socio intratterrà i Collegati su un ramo dell'Elettrotecnica comunicando lo stato attuale degli studi e pubblicazioni in materia, nonché i dati di esercizio riscontrati nella sua pratica;
- b) Visite ai principali impianti elettrici e stabilimenti di Napoli e Provincia;
- c) Conferenze e comunicazioni relative a nuovi studi.

Aggiunge che ha avuto assicurazione da numerosi soci che volentieri riferiranno sugli argomenti relativi alle loro mansioni ordinarie ed è sicuro che le discussioni che ne seguiranno gioveranno a tutti, non solo per mantenersi al corrente dei progressi dell'elettrotecnica, ma anche per un maggior affidamento tra i soci a tutto vantaggio della Sezione.

Dopo di che il Presidente, Ing. Selmo, inizia la serie delle discussioni mensili riferendo sullo stato attuale dei criteri per la «Portata e temperatura di cavi trifasi interrati», aggiungendo notizie di una serie di misure eseguite su cavi trifasi in esercizio alla tensione di 10.000 volt e confrontando queste misure con le tabelle delle Ditte italiane costruttrici di cavi.

Sulle notizie comunicate segue discussione a cui prendono parte i soci, Ing. Eller Vainicher, Le Coultre, Cangia e Cenzato, il quale ultimo riferisce anche su di una particolare installazione di cavi parte in aria e parte in acqua nel canale collegante le due centrali del primo e secondo salto Matese.

Abbonamenti per Laureandi Ingegneri

È aperto un abbonamento speciale all'«Elettrotecnica» per il corrente 1923 (annata completa) al prezzo ridotto di L. 40,— per gli studenti regolarmente iscritti all'ultimo anno della Scuola di Ingegneria del Regno.

Gli studenti che desiderano abbonarsi devono inviare cartolina vaglia all'Ufficio Centrale con una dichiarazione della Direzione o di un Professore della Scuola da cui risulti la loro qualità di Laureandi Ingegneri.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

L'attività delle Sezioni.

Col più vivo compiacimento possiamo registrare un notevole risveglio nella vita di molte Sezioni dell'A.E.I. Esso dimostra quanto poco fosse fondata l'opinione, che cominciava gli anni scorsi a trovare credito, secondo la quale l'attività sempre maggiore della Sede Centrale e l'importanza ognora crescente delle riunioni annuali dovevano andare a detrimento della vita delle Sezioni togliendo praticamente al Sodalizio la sua forma federativa. Si vede oggi invece che la inoperosità di tante sezioni in questi passati anni era essa pure un semplice effetto dei tempi. Oggi che si incomincia a intravedere la fine di questo travagliato dopo guerra — anche se le complicazioni internazionali sembrano invece acuirsi — e che il Paese riprende un più tranquillo ritmo di lavoro, anche le nostre Sezioni, una dopo l'altra vanno riprendendo i loro lavori, con quella maggior lena che il notevole aumento del numero dei Soci ad esse consente. Così mentre a Milano affollatissime riunioni si susseguono per la discussione sulla regolarità dell'esercizio degli impianti elettrici, a Roma, con le comunicazioni Civita e Revessi, si è iniziato un importantissimo esame del problema economico finanziario dell'industria elettrica, ed a Bologna, dopo parecchie interessanti comunicazioni, si è intrapresa con vivo interessamento una discussione sulle applicazioni dell'elettricità all'agricoltura. A Torino, a Firenze si susseguono riunioni e gite, ovunque si hanno confortanti segni di attività che lasciano bene sperare per l'avvenire. Perché se i congressi annuali ed il giornale costituiscono, se è lecito dire, il tessuto connettivo fondamentale dell'Associazione, è nelle riunioni più intime presso le Sezioni che meglio si cimenta la nostra grande famiglia.

La situazione attuale dell'industria elettrica.

Pubblichiamo oggi il testo della Conferenza CIVITA colla quale si è appunto iniziato a Roma l'esame del problema economico-finanziario dell'industria elettrica in Italia. Abbiamo tante volte espresso il nostro parere contro la funesta legge di guerra che volle il prezzo politico anche per l'energia elettrica, che è quasi superfluo il dire come, in molti punti, i giudizi dell'egregio Collega, che ha parlato in difesa degli esercenti, ci trovino pienamente consenzienti. Ci riserviamo quindi di ritornare su un argomento così vitale per la nostra industria, dopo che la discussione si sarà un po' allargata. Speriamo infatti che, indipendentemente dalle riunioni della Sezione di Roma, la discussione possa svilupparsi anche sul giornale, ed invitiamo perciò vivamente i lettori a considerare con attenzione le cifre eloquenti e le conclusioni del Civita. Alcune sue proposte, come quelle relative alle future tariffe ed all'azione governativa in pro degli impianti elettrici, dovrebbero suggerire interessanti osservazioni e controposte.

L'effetto Hall nel bismuto.

Pochi corpi semplici presentano per la elettrofisica l'interesse del bismuto, del quale è noto il singolare comportamento, singolare specie dal punto di vista quantitativo, allorché è posto in un campo magnetico. Ai tanti lavori ai quali esso ha dato origine, uno se ne è aggiunto di recente, di notevole interesse; quello, qui riprodotto, nel quale L. TIERI ed E. PERSICO, studiano una speciale varietà del bismuto, ottenuta facendolo solidificare mentre è sottoposto all'azione di un intenso campo magnetico.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purché ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

LA SITUAZIONE ATTUALE DELL'INDUSTRIA ELETTRICA □ □ □ □ □

Ing. D. CIVITA



:: Comunicazione alla Sezione di Roma - 3 marzo 1923 ::

1. - *Proemio.*

L'illustre Senatore Corbino in una memorabile conferenza tenuta in Roma il 21 febbraio 1921, nella sala dell'Associazione della Stampa, deplorando la scarsità dello spirito industriale in Italia, coraggiosamente spiegava ad un pubblico eclettico l'opera svolta dalle Imprese elettriche, mettendone in evidenza le necessità logiche cui queste obbediscono, per dimostrare quanto ingiuste fossero le accuse che da tempo si lanciano contro la inazione delle stesse, durante e dopo la guerra, contro i presunti monopoli e le asserite manovre per far diffettare l'energia onde aumentarne artificiosamente il costo.

Ancora oggi si sentono ripetere le stesse accuse, dai soliti incompetenti in buona o mala fede, che senza darsi la pena di leggere le statistiche, o di fare un po' di conti o di informarsi del vero stato delle cose e senza sapere che negli altri paesi di Europa si sta per questo riguardo peggio che in Italia, continuano ad inveire contro le Aziende elettriche, protestando altresì contro l'asserito eccessivo costo dell'energia.

Fino a poco tempo fa si invocava addirittura l'intervento statale. Ora per fortuna, le concezioni demagogiche sembrano sopite come clamori, ma restano annidate nell'intimo degli utenti, i nemici naturali e perpetui di qualunque esercente.

Si sente perfino parlare da qualcuno di fallimento della politica del carbone bianco sulla quale tanti fiumi retorici erano stati sparsi.

Non sarà inutile esaminare un po' la genesi di queste accuse per dimostrare, alla stregua dei fatti, la loro infondatezza. E a ciò potranno soccorrere i due diagrammi assai significativi che illustrano questo studio.

2. - *Le accuse contro le Imprese Elettriche.*

Come è nata la prima accusa contro le Imprese Elettriche?

Nel secondo semestre 1915, come ben lo dimostra nel diagramma 1 l'andamento della linea dei consumi di energia, questa devia nettamente da quell'andamento di costante gradiente mantenuto fino a quell'epoca, mentre la linea indicante le potenze medie funzionanti non accusa notevoli variazioni. Del pari subiva un brusco aumento il valore del coefficiente di utilizzazione degli impianti.

Ciò è facilmente spiegabile col fatto che prima della guerra si erano costruiti più impianti di quanti strettamente necessitassero sul momento, onde vi era un margine di disponibilità, che venne largamente impegnato dalle industrie belliche che cominciavano ad accentuare le loro attività in fine del 1915 e nei primi del 1916.

Ma, sfruttati gli impianti al massimo, e crescendo sempre le richieste belliche, cominciava già a palesarsi una certa deficienza di energia che provocava l'intervento statale e dell'Autorità militare nei razionamenti, mentre fra gli industriali, specialmente siderurgici, metallurgici e meccanici, si iniziava la campagna contro le Società elettriche allo scopo di conseguire più rapidamente, e senza formalità di procedura, le concessioni di acqua anche se già accordate ad altri, e ciò non tanto per procurarsi nuove energie quanto col palesato fine di sottrarsi al cosiddetto monopolio delle Società stesse creando impianti concorrenti a spese del Governo. A quella epoca le illusioni erano molte, e tutti facevano i loro progetti per l'avvenire, che ciascuno si prospettava secondo le proprie aspirazioni.

La retorica sul carbone bianco imperava, e già si considerava la possibilità di fare una grande politica siderurgica di indipendenza a base di energia idroelettrica.

I famigerati decreti del gennaio e settembre 1916 segnarono un momentaneo successo per gli avversari delle Aziende elettriche, decreti peraltro abrogati da quello del 20 novembre dello stesso anno, chiamato Legge Bonomi, che stabiliva la nuova legislazione sulle derivazioni d'acqua, sanciva il principio della futura creazione del demanio elettrico statale e dettava le norme per le concessioni non più col criterio della priorità ma con quello della migliore e più vasta utilizzazione.

Nell'inverno 1916-17 la deficienza di potenzialità degli impianti si rendeva, come forse non tutti ricordano, più accentuata, oltre che dall'incremento imprevisto ed imprevedibile della richiesta, da una magra sensibilissima e dalle aumentate deficienze di combustibile, conseguenti all'inizio della lotta dei sottomarini.

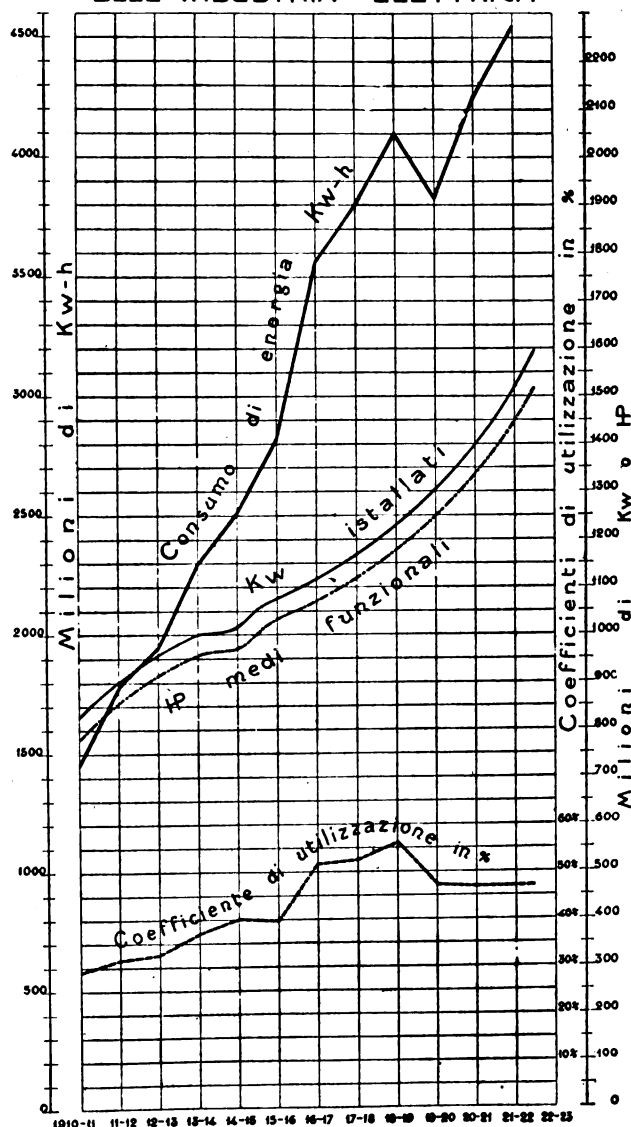
1916-17, ben 3.340, con un aumento del 30 %; e nel 1917-18, 3.600; oltre a 240 milioni di kW-h per luce, mentre nel 1913-14, ultimo anno di pace, gli utenti non ne consumavano che 2.311 in tutto.

Il consumo di energia da prima della guerra a dopo l'armistizio è cresciuto quindi del 70 %, ed oggi è più che raddoppiato.

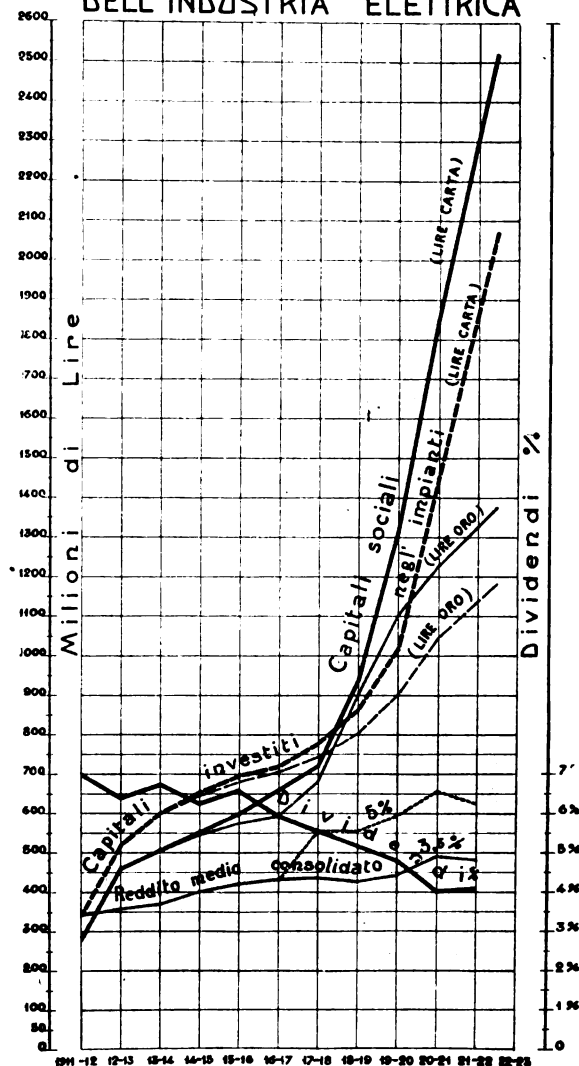
Gli impianti per costruirsi ed essere in condizione di entrare in esercizio richiedono in media parecchi anni. Ad essi si pensa in condizioni normali con un certo anticipo perchè ogni azienda fa i suoi conti guardando principalmente al mercato da servire ed allo sviluppo probabile dello stesso.

L'incerta previsione sulla durata della guerra e l'impossibilità di qualsiasi previsione sulle sorti dell'economia nazionale alla fine delle ostilità, l'incertezza anche maggiore sul futuro potere di acqui-

SITUAZIONE DELL'ESERCIZIO DELL'INDUSTRIA ELETTRICA



SITUAZIONE FINANZIARIA DELL'INDUSTRIA ELETTRICA



Fino al 1915 l'industria elettrica in Italia aveva una fisionomia tutta diversa dall'attuale, per effetto del costo basso del carbone.

Nessuno degli uomini di Stato, nessuno dei militari, nessun uomo politico, nessun industriale o studioso di problemi economici, aveva saputo e potuto prevedere, allo scoppiare della guerra, se fra gli elementi di maggiore importanza per il suo svolgimento, dovesse elencarsi la energia elettrica, e se per conseguenza dovesse immediatamente iniziarsi la costruzione di nuovi impianti idroelettrici.

Questa ed altre purtroppo numerose imprevidenze, agitarono, tutte e direttamente dalla imprevidenza madre, a nessuno imputabile del resto, circa la probabile durata del conflitto. Certo è, in ogni modo, che non una voce si era levata prima della seconda metà del 1916 ad avvertire la necessità di aumentare su vasta scala la dotazione di energia disponibile in Italia.

Il fatto è, come è stato del resto riconosciuto da tutti gli uomini di Governo, che la guerra si è potuta portare in fondo e vincere perchè vi era energia elettrica, e le Imprese, sia pure aiutata dal razionamento e dal lavoro notturno delle maestranze industriali, potevano nel 1915-16 fornire al consumo industriale 2.618 milioni di kW-h; nel

sto della moneta, non potevano, durante la guerra, permettere ad alcuno di formulare programmi post-bellici. Le industrie manifatturiere si lanciavano arditamente alla costruzione di nuovi impianti industriali perchè sapevano, o per lo meno si auguravano, di poterli ammortizzare durante la guerra con i sovrapprofitti. Pagava il Governo ed essi nulla rischiavano. Ma le Società elettriche erano trattate diversamente, e ad esse nulla dava o prometteva il Governo, che anzi ne esigeva il rispetto dei contratti e delle tariffe post-belliche.

Pensare alla creazione di altri impianti elettrici durante il conflitto si palesava quindi come un grande azzardo. Ad onta di ciò, le Aziende elettriche questo azzardo lo affrontavano e nel 1916 disponevano di accelerare la costruzione di numerosi altri impianti.

Finita la guerra, si entrava nel periodo del caos, aggravato dalla questione sociale, fruttifera solo di scioperi, di minore rendimento di lavoro e di grave perturbamento in tutta l'economia capitalistica. Più che mai si palesava oscuro l'avvenire per l'impossibilità assoluta di fare qualsiasi previsione sul futuro andamento del consumo.

Le Imprese elettriche hanno perciò avuto un breve secondo pe-

Potenze installate.

TABELLA N. 1.

	al 1898 Kw	al 1903 Kw	al 1918 Kw	al 1920 Kw	al 1922		
					Idrica	Termica	Totale
Piemonte	20.359,75	80.243,5	294.435	327.117	352.116	30.000	382.116
Lombardia	25.738,73	104.426,5	332.851	345.736	305.804	98.000	403.804
Veneto	5.073,98	29.000,7	80.533	87.633	82.594	12.000	94.594
Liguria	9.106,25	26.108,0	98.907	100.861	21.348	80.800	102.148
Emilia	1.508,18	13.393,5	36.704	39.326	39.879	14.000	52.879
Toscana	5.508,83	20.743,5	67.305	75.451	26.887	60.405	87.292
Marche	1.141,46	13.086,9	25.806	26.300	28.326	2.500	30.826
Umbria	5.398,05	50.485,8	82.290	129.600	151.501 ⁽¹⁾	1.600	153.101 ⁽¹⁾
Lazio	3.758,90	24.359,1	77.600	81.350	59.631	31.350	81.981
Abruzzo	544,98	18.202,3	56.937	68.177	74.026	150	74.176
Campania	5.612,63	30.024,1	38.362	53.569	42.148	32.000	74.148
Puglie	1.309,40	6.277,3	7.873	8.500	3.230	9.000	12.230
Basilicata	139,30	517,5	683	683	1.036	303	1.339
Calabria	165,29	714,0	5.188	5.600	6.245	2.000	8.245
Sicilia	1.024,72	7.443,9	27.022	27.500	15.090	13.000	28.090
Sardegna	180,28	1.007,5	7.837	8.000	—	8.000	8.000
Totali	86.570,73	426.054,1	1.240.333	1385.403	1199.861	395.108	1594.969

(1) Cifre rettifiche per omissioni precedenti.

riodo di sosta e di incertezze. Come potevano i loro dirigenti assumersi la responsabilità di immobilizzare denari svalutati, acquistando materie prime carissime, con la prospettiva di dover vendere l'energia prodotta da tali impianti con le stesse tariffe dell'ante-guerra?

E chi aveva più il coraggio di assoldare numerose maestranze per i lavori quando ad ogni piè sospinto queste erompevano in agitazioni politiche ed economiche ed in scioperi, rendendo sempre più costose le opere, ed incerta e lenta la loro esecuzione?

Ma ben presto fortunatamente tale periodo oscuro della nostra storia si andava attenuando ed il rallentamento nelle costruzioni degli impianti cessava subito, essendo del resto durato un tempo limitatissimo. Venivano così riprese arditamente le costruzioni, ad onta che permanessero, come tuttora permangono, tutte le difficoltà di indole economica e finanziaria. Cade qui in acconcio rilevare come la stasi non si sia verificata solo nella costruzione di impianti elettrici, ma abbia colpito assai più fortemente altre forme di attività.

Durante la guerra e dopo si sono arrestate le costruzioni di ferrovie e tramvie, si è arenata la costruzione delle abitazioni, si sono fermate le bonifiche, i lavori per le irrigazioni, ecc., ossia tutte quelle opere che esigono l'immobilizzazione di ingenti capitali, il cui servizio nel computo delle spese di esercizio forma l'aliquota preponderante.

Ma mentre non si è ancora ripresa l'attività in quest'altro genere di costruzioni, si è accentuata quella da parte delle imprese elettriche.

3. - L'andamento dell'esercizio e lo sviluppo degli impianti.

I due diagrammi mostrano, l'uno la situazione diremo così tecnica o di esercizio, e l'altro quella economica dell'industria elettrica. Essi rimontano al 1910, ed illustrano assai bene il periodo prebellico, il bellico ed il post-bellico.

Le linee dei kwatt installati e dei HP medi funzionanti indicano la situazione degli impianti efficienti alla fine di ciascun anno, e rivelano come dal 1910 al 31 dicembre 1922, vi sia sempre stato un progresso con un gradiente quasi costante, anzi con una accentuazione negli ultimi anni. Nei soli periodi dal 1914-15 al 1917-18 e nel 1919-20 si è avuta quella specie di rallentamento di cui prima si sono spiegate le ragioni.

Nel 1898 le potenze installate, fra centrali idriche e termiche, ascendevano a 86.570 kwatt. Nel 1908 salivano a 426.054, nel 1918 a 1.240.333. Alla fine del 1920 a 1.385.403 e alla fine del 1922 a 1.594.969 kwatt. (Nelle tabelle allegate 1 e 2 sono indicate le ripartizioni regionali).

Per soli impianti idroelettrici, la Segreteria del Consiglio Superiore delle Acque, registra un incremento di 252.398 HP nel biennio 1921-22, cioè del 22 per cento della potenza installata alla fine del 1920, e del 55 per cento di quella installata prima del 1915. Gli impianti ultimati nell'ultimo biennio sono 67, i serbatoi compiuti 15, per complessivi 78.375.000 mc.

Nello stesso biennio sono stati iniziati i lavori di 51 nuovi impianti per una potenza complessiva di HP medi nominali 364.654 e di 27 serbatoi per complessivi mc. 209.656.000.

Sono di imminente inizio altri impianti già concessi, nei vecchi confini e nelle nuove Provincie, ed il programma delle Società elettriche tende a raggiungere fra pochi anni, forse nel 1928, una potenza media di 2.400.000 HP, idrici, più che doppia di quella installata alla fine del 1918 (vedi tabella 3).

Oltre agli impianti idrici vi sono da considerare quelli termici la cui potenza installata supera oggi i 500.000 HP (395.108 kwatt) per

cui già oggi noi disponiamo, entro i vecchi confini, di circa 2.500.000 HP installati.

Nel diagramma 1 sono indicate le potenze medie funzionanti, che

TABELLA N. 2.

Impianti idroelettrici superiori a 800 HP ultimati nel biennio 1921-22 ed in corso di costruzione - In HP nominali medi.

	Attuati a tutto il 1920 HP	Ultimati nel biennio 21-22 HP	In corso al 31 dicembre 22 HP	Totale a lavori ultimati HP
Piemonte	392.822	86.055	89.286	568.163
Lombardia	355.619	60.274	218.589	634.482
Veneto	105.480	6.848	105.096	217.424
Liguria	28.345	688	11.902	40.935
Emilia	34.411	7.584	13.700	55.695
Toscana	49.526	2.360	11.314	61.400
Marche	31.007	7.516	3.984	42.507
Umbria	173.903	32.138	—	206.041
Lazio	67.858	1.000	18.398	87.256
Abruzzi	92.497	8.178	20.903	121.578
Campania	29.441	27.880	—	57.321
Puglie	—	4.400	—	4.400
Basilicata	380	1.000	1.153	2.153
Calabria	5.447	3.045	102.510	110.995
Sicilia	11.650	3.432	—	15.082
Sardegna	—	—	10.380	10.380
Totali	1.378.379	252.398	605.215	2.235.992

ci danno un valore, stimato secondo le direttive del Consiglio Superiore delle Acque, di 1.520.000 HP. Questa differenza con la poten-

TABELLA N. 3.

Potenze installate per centrali idriche e termiche, quali si avranno fra tre o quattro anni, in Kwatt.

Piemonte	465.000	(comprese le termiche utilizzanti torbe e ligniti)
Lombardia	594.000	
Veneto	200.000	
Liguria	110.000	
Emilia	55.000	
Toscana	180.000	(comprese le termiche a lignite in costruzione)
Marche	35.000	
Umbria	200.000	
Lazio	100.000	
Abruzzi	90.000	
Campania	75.000	
Puglie	12.000	
Basilicata	2.000	
Calabria	85.000	
Sicilia	30.000	
Sardegna	16.000	
Totali	2.249.000	Kwatt

NB. - Aumento di 1.009.000 Kwatt sulla potenza installata al 1918.

za installata è facilmente spiegabile perchè le potenze termiche, (salvo quelle delle centrali delle Puglie, e qualcuna delle Calabrie e delle Isole che provvedono esclusivamente al servizio e che non raggiun-

gono complessivamente i 7000-8000 kW), non sono da sommarsi a quelle idriche in quanto servono alla loro integrazione durante le magre, e le potenze funzionanti idriche debbono stimarsi in base alle acque medie più che in relazione al macchinario installato, mentre anche le potenze degli impianti a serbatoi, tipo Adamello, Conti, ecc., sono da valutarsi come le centrali termiche.

L'apprezzamento delle potenze medie funzionanti, derivante anche delle concessioni accordate è quindi attendibile. Il non perfetto parallelismo delle due linee (kwatt installati HP medi funzionanti) dipende dall'influenza delle centrali integrative.

Dal 1915 al 1922, si ha, fra centrali idriche e termiche e serbatoi, un aumento di potenza media funzionante di 480.000 HP essendo stato limitato l'aumento complessivo delle potenze termiche.

La linea dei consumi di energia (dedotta dalle statistiche ufficiali) segue un andamento quasi costante fino alla nostra entrata in guerra, poi sale rapidamente (vedi tabella 4).

TABELLA N. 4.

Consumi di energia elettrica.

Anni	Luce Kw-h	Forza motrice ed altre applicazioni Kw-h	Totale Kw-h	Rapporti luce a forza motr
1908-09	116, 450, 700	981, 540, 000	1, 097, 990, 700	11,8 %
1909-10	131, 268, 700	1, 154, 000, 000	1, 285, 268, 000	11,4 %
1910-11	146, 176, 400	1, 324, 900, 000	1, 471, 076, 700	11,02 %
1911-12	164, 972, 600	1, 551, 853, 116	1, 716, 825, 716	10,6 %
1912-13	182, 746, 200	1, 778, 850, 927	1, 961, 597, 127	10,2 %
1913-14	196, 768, 700	2, 115, 161, 644	2, 311, 930, 344	9,3 %
1914-15	209, 408, 900	2, 319, 311, 939	2, 528, 720, 839	9 %
1915-16	216, 339, 600	2, 618, 679, 337	2, 835, 018, 937	8,25 %
1916-17	230, 827, 770	3, 340, 662, 929	3, 571, 490, 629	6,9 %
1917-18	237, 423, 832	3, 589, 100, 436	3, 826, 524, 268	6,55 %
1918-19	263, 143, 933	3, 847, 994, 150	4, 111, 136, 083	6,9 %
1919-20	312, 700, 888	3, 513, 861, 292	3, 826, 562, 180	8,85 %
1920-21	368, 488, 341	3, 833, 860, 436	4, 252, 348, 777	9,50 %
1921-22	413, 820, 200	?	?	

È interessante vedere come dal 1° luglio 1919 riprenda l'andamento di prima. Può così essere nettamente identificato il consumo eccezionale dovuto alla guerra che risulta dal calcolo dell'area della zona di 1460 milioni di kW-ora in più del consumo normale che si sarebbe verificato col gradiente annuo precedente e susseguente. Dev'essere però notare che parte del consumo normale è stato anche assorbito dalle lavorazioni belliche, onde effettivamente la cifra suesposta, deve ritenersi di molto inferiore al vero, e si può stimare che il consumo di energia per le lavorazioni belliche superi i 3 miliardi di kW-h.

La guerra è finita al novembre 1918, ma il massimo consumo di energia si è verificato dopo le infauste giornate di Caporetto, fino alle battaglie del Piave e di Vittorio Veneto; però l'impulso dato alle officine lavoranti per la guerra ha seguito anche dopo l'Armistizio.

Il coefficiente di utilizzazione degli impianti ha anche esso, e per logica naturale conseguenza, subito un aumento nettamente circoscritto al periodo di guerra. L'andamento delle linee è stato progressivo dal 1910 al 1914; ha subito una stasi nel periodo della nostra neutralità, ha avuto un balzo nel primo anno di guerra, ed è giunto al massimo negli ultimi mesi della guerra. (vedi tabella 5).

TABELLA N. 5.

Situazione di esercizio.

Anno	Potenze funzionanti HP medi	Consumo di energia elettrica in Kw-h	Coefficiente di utilizzazione % sulla potenza media funzionante
1910-11	780, 000	1, 471, 076, 400	24,29
1911-12	870, 000	1, 716, 825, 716	31,96
1912-13	920, 000	1, 961, 597, 127	33,18
1913-14	960, 000	2, 311, 930, 344	37,4
1914-15	970, 000	2, 528, 620, 839	40,5
1915-16	1, 040, 000	2, 835, 018, 937	39,5
1916-17	1, 070, 000	3, 571, 490, 629	52,7
1917-18	1, 120, 000	3, 826, 524, 268	52,8
1918-19	1, 180, 000	4, 111, 136, 083	55,2
1919-20	1, 250, 000	3, 826, 562, 180	47,66
1920-21	1, 378, 379	4, 252, 348, 777	47,77
1921-22	1, 480, 000	?	
?	1, 520, 000		

Oggi tende a mantenersi costante; segno evidente che gli impianti efficienti possono far fronte alla richiesta.

Il miglioramento del coefficiente attuale rispetto al prebellico è facilmente spiegato con i miglioramenti tecnici apportati all'eser-

cizio, con i collegamenti a distanza degli impianti, con le marcie in parallelo di più centrali anche appartenenti a Società differenti, con gli scambi di energia e con le integrazioni collettive fatte da centrali a serbatoi, con tutte cioè quelle provvidenze che hanno servito ad eliminare gli sprechi di acqua dovuti ai funzionamenti autonomi caratteristici dei primordi della nostra industria.

In quanto alla integrazione termica, essa è stata nettamente anormale solo per il periodo novembre 1921-aprile 1922, per effetto della eccezionale siccità in Alta Italia. Nel 1920-21 la produzione termica è stata di circa 140 milioni di kW-h, di cui meno di 40 nell'Alta Italia di contro a quasi 3 miliardi idrici, circa 55 nell'Italia centrale di contro a meno di 1 miliardo idrico, e circa 45 fra Mezzogiorno ed isole, di contro a meno di 80 milioni idrici. Nel 1921-22 la produzione termica è salita, secondo le cifre del De Marchi, ad un po' più di 150 milioni termici nell'Alta Italia, a 70 milioni nell'Italia Centrale, ed è stata un po' minore, (32,5 milioni) nel Sud, mentre la produzione idrica non ha avuto che una diminuzione nel totale della cifra annuale di circa l'8 % (circa 300 milioni di kW-h).

Nel complesso quindi, nel Nord, il rapporto normale dell'1,3 % si è eccezionalmente elevato nell'anno critico al 5,5 %, quello del 6 % del Centr'Italia è giunto al 7,2 %, e quello del Sud dal 36 % è sceso al 30,5 %.

Mentre in generale si produceva e si torna a produrre meno del 3 % di energia termica rispetto a quella idrica, nel 1921 si è giunti al 5 %. Giova al proposito osservare come in merito alle integrazioni termiche si sia molto scritto dai soliti oppositori delle Imprese Elettriche e si sia anche molto errato.

Si è detto, ad esempio, come le Società trovino più comodo marciare a carbone, facendo pagare agli utenti il sovrapprezzo anziché costruire nuovi impianti idrici.

Ora, la centrale termica integrativa dovrebbe avere la funzione di pareggiare il diagramma di produzione con quello del consumo. In Italia vi è una potenza installata termica pari al 33 per cento di quella idrica e al 25 % della totale (nell'Alta Italia, rispettivamente 29,2 % e 23 %).

Si potrebbe quindi far servizio comodamente con le centrali termiche tenute in funzionamento per un più lungo periodo senza bisogno di creare subito nuovi impianti idrici. Ma al contrario di come si crede, non conviene alle Aziende elettriche di marciare a carbone, poichè ad onta delle facoltà decretate di ripetere parte del sovrapprezzo dagli utenti, la quota restante a loro carico per il carbone e quella per i lubrificanti, materie di consumo, personale, manutenzione, ecc., è troppo forte per essere sopportata dai bilanci. Quindi, le Aziende cercano di ridurre al minimo la marcia termica, e le cifre prima indicate lo dimostrano chiaramente.

Dovrebbe anzi, per ridare la necessaria elasticità al servizio e per evitare ogni e qualsiasi restrizione nel consumo, intensificare sia la creazione di nuove centrali termiche che il loro funzionamento.

Prima della guerra il ruolo delle centrali integrative era ben compreso. Col rincaro dei combustibili si è troppo presto dato l'ostracismo ad esse e si è formata una mentalità contraria, nè è valso l'incoraggiamento del Governo per la creazione di centrali utilizzanti i combustibili nazionali, da considerarsi alla stregua delle centrali sfruttanti le nostre acque. Gli industriali non hanno ancora afferrato l'importanza del problema ed hanno lasciato cadere le buone occasioni.

Si preferisce ancora oggi bruciare carbone inglese anzichè lignite o torba!

E siccome il carbone costa caro, ci si limita a bruciarne il meno possibile.

La centrale termica ha il vantaggio di consentire di meglio sfruttare le acque, elevando la portata media utilizzabile. Se invece del 3 % si elevasse al 10 o 12 % la produzione termica media italiana rispetto a quella totale, si potrebbero sfruttare maggiori quantità di acque che oggi in gran parte vengono perdute.

Ma è certo che la integrazione col carbone oscillante fra 200 e 300 lire la tonna, ciò che porta il costo del kW-h a 50 ÷ 70 centesimi di cui metà restano per i noti decreti a carico delle Aziende, mentre esse vendono in media al kW-h a 20 centesimi, non è possibile. E così il pubblico, per la palese ostilità contro il decreto fissante il sovrapprezzo, finisce col fare il proprio danno rinunciando ad avere l'energia a miglior mercato per tutto il resto dell'anno. D'altra parte, fino a tanto che vi sarà il regime vincolativo dipendente dalle bardature di guerra non si potranno stabilire tariffe medie che tengano conto dell'integrazione termica, non si potrà organizzare tutto il servizio della produzione su basi più logiche, e si dovrà andare avanti alla meglio in attesa di poter riconquistare la libertà commerciale.

A prescindere da ciò, resta tuttavia il fatto che non può parlarsi di attuale deficienza di energia poichè è piccolissimo il rapporto di integrazione che per il combinato giuoco dei diagrammi

delle precipitazioni e del consumo, finisce col caratterizzare esattamente anche il rapporto fra la disponibilità e la richiesta.

Quest'inverno, ad onta che le precipitazioni in Alta Italia siano state del 10 % al disotto della media normale, si è fatto servizio senza alcuna restrizione e con una integrazione termica insignificante, minore della media, segno certo che con i nuovi impianti entrati in esercizio si è provveduto alle esigenze del consumo, il quale è stato dappertutto in sensibile aumento, dove del 10 e dove del 25 % rispetto ai corrispondenti periodi dell'anno passato.

Questa tendenza all'aumento di consumo è una conseguenza non tanto del maggior benessere individuale che si rivela specialmente nel forte aumento del consumo per la luce, quanto della ripresa di attività industriale e del minor consumo industriale di carbone.

Ora, altra accusa che insistentemente si ripete contro le Società elettriche è quella di aver impegnato e venduto più energia di quanto disponessero.

Le cifre esposte smentiscono tale accusa, ma se anche fosse vera, quale colpa potrebbe attribuirsi alle Aziende?

Durante la guerra, furono obbligate ad allacciare nuove utenze ed a servirle a preferenza. Le utenze vecchie e nuove consumano di più, e guai a richiamarle nei limiti!

I nuovi utenti, se non vengono allacciati, strepitano più degli altri, specialmente se si reagisce verso di essi rendendo loro proibitivo l'attacco o il contratto.

E si può forse stabilire esattamente il limite del vendibile, oggi che la maggior parte delle centrali è collegata ad altre e scambia con esse l'energia prodotta da acqua di differenti bacini imbriferi non concordanti nelle precipitazioni? Quale punto di riferimento si deve prendere rispetto alle portate dei fiumi od alle precipitazioni quando vi sono altresì i serbatoi che funzionano da accumulatore?

Per misura di prudenza le Società dovrebbero attenersi alle portate minime dei corsi d'acqua di una data regione per essere sicure di avere sempre acqua sfiorante, ma così facendo il costo dell'energia aumenterebbe sensibilmente, e con le tariffe bloccate, chi sopprimerrebbe alle differenze? E con le nuove energie che costano assai più care, come potrebbe pretendersi di poter riabbassare il coefficiente di utilizzazione al 0,28 prebellico che certo dava maggiori tranquillità? Non vi sarebbe altro che appoggiarsi largamente alle integrazioni termiche; ma quale Azienda ha il coraggio di farlo senza o perdere somme ingenti, o aumentare la propria impopolarità?

Voler essere serviti in modo inappuntabile, voler fare i propri comodi col prendere o meno energia a seconda delle proprie esigenze, ma non voler pagare il giusto prezzo e non voler compensare convenientemente l'integrazione termica che soltanto potrebbe consentire le maggiori elasticità, è un problema insolubile. E di ciò dovrebbero convincersi gli utenti, ed è ciò che gli elettrotecnici dovrebbero spiegare al pubblico.

4. - La situazione finanziaria.

L'altro diagramma mostra la situazione finanziaria dell'industria elettrica. Si sono considerati gli elementi di tutte le aziende elettriche sommandoli come se si trattasse di una unica grandiosa azienda esercente in tutta l'Italia.

Si rileva come salvo il primo periodo bellico, non si sia mai avuto un sol momento di deflessione nella immobilizzazione dei capitali che ha proseguito dal 1916 in poi con una costanza impressionante.

Fino al 1918, i capitali sociali sono pressochè eguali a quelli immobilizzati; dopo si mantengono superiori. Ciò può spiegarsi col fatto che molte grandi Società hanno assunto recentemente un carattere finanziario oltre che industriale ed hanno quindi parte del proprio capitale investito in titoli di Società collegate.

Su un gruppo di 160 Società particolarmente analizzato, con capitali superiori a 100.000 lire, quelle col capitale superiore a 25 milioni rappresentano un totale di investimenti immobiliari pari al 76 % del capitale sociale escluso obbligazioni. Sono appunto le grandi Società che funzionano da Banche e da sovventrici delle minori collegate. Per le altre Aziende invece, vi è una quasi parità fra il capitale sociale e quello immobilizzato.

Nel complesso, il rapporto risulterebbe di circa l'85 %. Ma naturalmente queste cifre sono alquanto incerte, mancando i valori di tutte le aziende non anonime, che non pubblicano i bilanci, e delle aziende miste che pubblicano bilanci globali con le altre industrie esercite (gas, elettrochimiche, elettrosiderurgiche, ecc.).

La cifra di debiti delle varie Società è anche tutt'altro che trascurabile, ma considerando i crediti ed il portafoglio titoli da un lato e i debiti dall'altro si ha una differenza attiva che spiega la magnifica assistenza che si possono dare le Aziende l'una con l'altra e le sane fondamenta della nostra industria.

Per un gruppo di 19 Società scelte fra le 160 di cui sopra di diversa importanza, e delle varie regioni di Italia si hanno le seguenti cifre, desunte dai bilanci del 1921 o del 1921-22:

Capitali sociali versati	928.000.000
Obbligazioni in circolazione	89.630.000
Debiti	682.055.000
Totale passivo	1.699.685.000
Valori patrimoniali impianti	824.580.000
Crediti e titoli in portafoglio	711.000.000
Totale attivo	1.535.580.000

La differenza è rappresentata da valori in magazzino, ammortamenti, riserve, utili, ecc., cioè dalle alte partite di bilancio che qui non interessano. Anche per quest'altro gruppo studiato in dettaglio, si ha che il valore immobilizzato negli impianti rappresenta l'81 % del capitale più le obbligazioni.

In quanto alle obbligazioni, l'ammontare loro è stato sempre piccolo. Oggi, di fronte ad un capitale statutario delle Società Anonime Elettriche di 2.360.280.050, di cui 2.047.580.050 versato al 31 dicembre 1922, e 312,7 milioni in corso di versamento, si hanno solo 219.700.000 lire di obbligazioni in circolazione, cioè il capitale obbligazionario è inferiore al 10 % di quello azionario. Alcune di queste obbligazioni sono in oro, e collocate all'estero, prima della guerra, ma ciò interessa solo per il servizio degli interessi.

Devesi avvertire che il capitale statutario delle Anonime, più le obbligazioni, più i capitali investiti nelle Aziende Elettriche Municipali più quello delle Aziende private sub-distributrici, ascende alla rilevante cifra di 2.850 milioni circa, ciò che colloca l'industria elettrica fra le più importanti categorie di industrie italiane. Nel corso di quest'anno si supereranno i 3 miliardi, e se si tien conto anche dei debiti, non si va lontano dai 4 miliardi impegnati attualmente al passivo nell'industria elettrica, contro meno di 1 miliardo di valori mobiliari detenuti dalle Società, e di crediti.

La migliore utilizzazione delle energie disponibili ottenuta, come prima si è detto, durante il periodo bellico e fino al 1919, che il diagramma indica nettamente, ha avuto la sua ripercussione sull'andamento economico, poichè la maggior vendita di energia a quasi pari spese di esercizio per un cambio tenuto artificialmente basso dall'intervento Statale, ha funzionato come causa compensativa consentendo alle Imprese di mantenere le vecchie tariffe, cioè di ottemperare senza eccessivo fastidio al decreto del 20 giugno 1915, che costituiva la prima bardatura di guerra per l'industria elettrica.

Ma a guerra finita, le condizioni sono mutate.

Il rapido rincarare del costo della vita, le pretese operaie sempre più incalzanti, il cambio in fantastico aumento (¹), l'introduzione delle otto ore e quindi il mutamento profondo del diagramma del consumo con un aumento di potenza massima impegnata ed una minore utilizzazione di essa, la necessità di remunerare maggiori capitali immobilizzati durante la guerra, mettevano i bilanci delle Aziende elettriche in condizioni sempre più miserevoli, e il diagramma infatti ci mostra fra il 1918 e il 1919 la parità fra il dividendo medio del titolo elettrico e quello del nuovo Consolidato 5 %.

Come conseguenza di questo stato di cose si ebbe un certo arresto dell'afflusso spontaneo del capitale alle Aziende elettriche, complicato poi dal fatto che mentre durante la guerra era stato consentito l'investimento dei sopraprofiti in esenzione di sovra imposta per gli impianti elettrici, leggi successive revocavano tale provvedimento, causando un vero scompiglio nei piani finanziari delle Società.

L'intervento del Governo, sollecito nel non dare esecuzione o nel rimangiarsi le promesse fatte durante la guerra, è stato tardivo nel soccorso. Soltanto nel dicembre 1919 si è avuto un primo decreto concedente un aumento del 25 % sulle tariffe prebelliche e la promessa del sussidio di 40 lire per HP nominale medio concesso per i nuovi impianti, e solo a fine marzo 1921, un secondo decreto concedeva un successivo aumento del 50 % sulle tariffe vincolate da vecchi contratti. Mentre la lira oggi vale la quarta parte di prima, le tariffe dell'energia elettrica non sono state neanche raddoppiate (87,5 per cento di aumento legale), e se si tien conto dei contratti liberamente stipulati, oggi il prezzo medio di vendita dell'energia non raggiunge il parametro 2,5 mentre le tariffe ferroviarie hanno il parametro 4, quelle telegrafiche il parametro 5, le postali quello 3,5-4, le telefoniche quello 4 a 5, le tramviarie il parametro 4 a 5; mentre il pane costa oltre 4 volte più di prima, la carne 5 a 6 volte, il vino 8 a 10 volte, il tabacco 8 a 10 volte, la biancheria, gli

(¹) Cambio medio oro (dollaro):

1913-14, 106.- %; 1916-17, 140.- %; 1919-20, 296.3 %
 1914-15, 114.6 > ; 1917-18, 152.6 > ; 1920-21, 444.- > ;
 1915-16, 127.5 > ; 1918-19, 164.- > ; 1921-22, 443.- >

abiti, le scarpe da 6 a 8 volte di più, ecc., ecc. La possibilità del credito alle Imprese elettriche e del loro finanziamento è stata quindi in un primo tempo addirittura paralizzata dalla prospettiva di bassi redditi, che, se sono indifferenti per industrie che non debbono fare nuovi impianti, sono esiziali in industrie alle quali il Paese domanda continuamente che aumentino la produzione e forniscano nuove sorgenti di energia.

A queste difficoltà di finanziamento si è aggiunta poi la concorrenza statale nell'assorbire il risparmio che si va accumulando nel Paese, lasciandone poca disponibilità per la nostra industria.

Ora; le industrie che hanno bisogno di capitali circolanti, anche se sono indebitate, purché diano un reddito certo, trovano questo capitale circolante col credito bancario, ma non è possibile trovare col credito un capitale da immobilizzare quando non vi sia la prospettiva di una adeguata remunerazione e di rapida smobilizzazione.

E così vediamo i titoli elettrici passare gradatamente ma incessantemente dall'indice (1) 153 mantenutosi fino a metà del 1919, a 99 alla fine del 1921, per iniziare poi un lento movimento di ascesa, che oggi ha raggiunto appena il 120. E in questa ascesa ha avuto influenza il secondo decreto facoltizzante l'aumento del 50 % che ha permesso una leggera miglioria dei bilanci.

Anche qui è bene intendersi. Molti del pubblico guardando i bilanci di qualche Società li ritengono assai floridi poichè veggono un dividendo dell'8 o del 9 %. Sono rarissimi i casi di dividendi superiori a tali cifre e sono da attribuirsi esclusivamente ad aziende sub-distributrici che non hanno dovuto immobilizzare capitali in nuovi impianti o che si trovano in eccezionali circostanze che non possono far regola. Ma oggi la Borsa capitalizza il titolo elettrico al 100 per 10, e in qualche raro caso, al 100 per 8; e con titoli sotto la pari, è impossibile fare aumenti di capitale, mentre il credito viene accordato a condizioni troppo onerose.

Ma, si potrà obiettare che ad onta di tutte queste difficoltà, la linea indicante i capitali sociali delle Aziende elettriche è in continuo aumento, segno che i risparmiatori continuano ad investire i loro denari nell'industria.

In linea assoluta, le Società più importanti, quelle che hanno continuato a distribuire gli stessi dividendi o li hanno alquanto migliorati, hanno potuto e possono senza troppe difficoltà convertire i loro debiti in capitale azionario, ma non è noto quante di queste azioni siano ancora conservate nel portafoglio delle Banche o di altre Società finanziatrici, in attesa di collocamento fra i risparmiatori, nè è noto quanti di questi aumenti di capitali hanno fatto affluire denaro nuovo.

Comunque, lo stato di fatto attuale crea una specie di situazione privilegiata a pochi gruppi di Aziende collegate con le maggiori Società, e spiega la funzione che queste hanno dovuto assumere di *banchiere* delle minori, per far loro avere, sotto la loro garanzia, quei mezzi che altrimenti non troverebbero più nel mercato. Ciò è un bene da una parte, ma può essere anche un male perchè finisce col localizzare ed individuare troppo le iniziative escludendone molti che pur avrebbero voglia di fare, ed accredita sempre più nel pubblico la convinzione che si sieno creati dei trust o dei monopoli, senza pensare che solo così facendo si sono potute sormontare finora le difficoltà finanziarie, e che è ridicolo parlare di monopolio quando si vende l'energia sotto costo!

Nel diagramma le ordinate rappresentano le lire, ma mentre fino al 1914 si trattava di lire oro successivamente rappresentano lire carta. Considerando invece il valore del cambio medio, anno per anno, il diagramma assume tutt'altro aspetto, che è indicato dalle linee tracciate calcolando gli aumenti in lire oro.

Esiste sempre un andamento crescente, ma esso è ben lungi dall'essere impressionante come quello indicato dai singoli capitali espressi in lire carta, ed anzi palesa una depressione dovuta appunto alle difficoltà di finanziamento, che meglio emerge pensando all'aumento assai forte dei debiti contratti dalle Società per eseguire gli impianti. Le medie dicono una cosa, ma se si vanno ad analizzare le singole situazioni, si trovano condizioni del tutto diverse.

La differenza fra le due valutazioni costituisce una incognita paurosa, poichè rappresenta l'influenza della variazione del potere di acquisto della lira nel servizio del capitale da remunerare e da ammortizzare. Se le tariffe potessero stabilirsi anche esse in lire oro, nulla vi sarebbe da temere, ma siccome gli utenti pagano in lire carta e le tariffe non possono essere variate di continuo nè regolate dalla sola volontà degli esercenti, cosa accadrebbe qualora si raggiungesse rapidamente la parità del cambio? Che tutto ciò che si è oggi immobilizzato in più resterebbe infruttifero, e quindi le Aziende dovrebbero portare una svalutazione nel loro capitale sociale pari a quella indicata dalla divergenza fra le due linee (lire carta e lire oro).

Nè può dirsi che è possibile valutare in lire carta i vecchi impianti, con che il patrimonio creato anteriormente al 1914 oggi potrebbe valutarsi a quattro volte di più. Le tariffe sono aumentate in media del 150 %, ma, come vedremo più innanzi, l'aumento non è sufficiente a coprire le maggiori spese vive di esercizio per personale, spese generali, tasse, manutenzione, ecc. Quindi il saggio di remunerazione del capitale e la quota di ammortamento finiscono con l'essere inferiori a quelle normali dell'ante guerra, e siccome tale remunerazione è fatta in lire carta che valgono 25 centesimi, si è avuta come una vera e propria falciatura del capitale immobiliare, tale quale l'hanno avuta i detentori dei titoli di rendita. Infatti i possessori dei 700 od 800 milioni di titoli elettrici acquistati prima che il cambio fosse giunto a 140, oggi percepiscono un dividendo col quale possono comprare appena la quarta o quinta parte delle merci che prima erano abituati ad acquistare.

I proprietari coltivatori di terreni ricavano dalla vendita dei prodotti almeno quattro o sei volte più di prima, per cui per essi il cambio non ha influenza, salvo eccezioni dovute ai decreti di calmieramento sugli affitti agrari, oggi scomparsi. I proprietari di case, quelli di stabilimenti industriali, possono o potranno ricavare il reddito adeguato, e cioè essi finiscono col farsi pagare i fitti reali o presunti in lire oro.

L'industria elettrica ciò non può fare perchè ha le tariffe ancora bloccate, e sovrasta anzi su di essa la indecisione sulla sorte riservata ai vecchi contratti alla fine del 1924.

Per tutte queste ragioni quindi è più che mai ammirevole l'opera svolta dalle Imprese Elettriche, poichè esse avevano non una ma diecimila buone ragioni per stare a vedere lo svolgersi delle evoluzioni economiche, mentre invece, fidanti nell'avvenire, hanno lavorato ed intensamente lavorato e, più che tutto, hanno arrischiato.

Esse, hanno tralasciato ogni altra considerazione speculativa per fare onore agli impegni verso la propria clientela e per mantenersi all'altezza della situazione. E ciò è completamente misconosciuto dal pubblico che le accusa del contrario.

La linea dei dividendi, inferiore al reddito medio del Consolidato è calcolata sul totale dei bilanci delle Società, e comprende naturalmente le perdite e le svalutazioni subite annualmente da qualche Azienda, anche importante, o il nessun dividendo distribuito da moltissime di esse.

Per far comprendere l'influenza delle perdite conviene dire che su un gruppo di 61 Società, particolarmente studiate, fra le più importanti, e che da sole rappresentano 1.472 milioni di capitale versato, nell'esercizio 1921 (o 1921-22), di fronte ad un totale di utili di 91 milioni, vi sono stati ben 30 milioni fra perdite e svalutazioni di capitale. Ed è appunto ciò che abbassa il livello medio dei dividendi. E lo stesso fenomeno si sta ripetendo da qualche anno.

Prescindendo dalle perdite, per le dette 61 Società, si sarebbe peraltro avuto un dividendo medio di poco superiore al 6 % che oggi è sempre troppo basso.

Il totale degli utili ripartiti, al netto delle perdite, per il 1921 (1921-22), rappresenta il 4.08 del capitale sociale delle anonime, escluse le aziende Municipali e le private sub-distributrici. Nelle Municipali, salvo eccezioni, si notano piuttosto perdite che utili.

Mentre potrebbe apparire contraddittorio il fatto che i capitali siano aumentati, mentre il reddito è diminuito e si mantiene di molto inferiore al Consolidato, devesi por mente, come anche prima si è messo in evidenza, che solo le aziende che hanno distribuito dividendi superiori al 7 o 8 % hanno potuto elevare il proprio capitale, e con i denari così ricavati e col credito goduto, esse aiutano le altre meno fortunate. Debbono pertanto distinguersi le Società elettriche in tre categorie: quelle che erano e si mantengono in floride condizioni, quelle che non lo sono più tanto, e quelle che sono semi rovinare. Chi porta avanti oggi l'industria è la prima categoria, mentre il peso delle altre fa abbassare le medie.

Il basso livello del dividendo medio deve essere non pertanto attentamente considerato poichè dà la misura del disastro che si verificherebbe qualora ad esempio lo Stato volesse gestire burocraticamente tutto il servizio elettrico italiano, come un paio di anni fa proponevano i Socialisti!

5. - Il costo dei nuovi impianti e le tariffe.

Il Governo, in adempimento dei voti della Commissione del dopo guerra, e delle Associazioni interessate, nell'ottobre 1919 emanava un Decreto-legge col quale prometteva 40 lire di sussidio per HP nominale medio concesso.

A quell'epoca il cambio sul dollaro oscillava fra 150 e 170, tutti si facevano l'illusione che la svalutazione della moneta si sarebbe consolidata fra il 2 ed il 2,5: cioè che il costo dei nuovi impianti sarebbe stato di 2 volte a 2,5 volte maggiore del prebellico. Siccome questo si aggirava sulle 500 lire per HP, si pensava che fossero sufficienti 1000 a 1250 lire, e quindi le 40 lire per HP per quindici anni,

(1) Il rapporto fra il valore di Borsa e quello nominale.

avrebbero rappresentato un alleggerimento di 600 lire, cioè del 60 al 50 %, od in altri termini, con esse il Governo avrebbe preso a suo carico la svalutazione della lira.

Purtroppo le previsioni furono fallaci. Il cambio sul dollaro saliva a 300 nel 1919-20, per soffermarsi sul 440 negli anni successivi, ed ancora supera 400, onde le 40 lire per HP finiscono col rappresentare oggi appena la quarta parte del valore degli impianti buoni, e del 15 al 20 % di quelli meno economicamente convenienti e tale sussidio ha perduto completamente quella efficacia che si riprometteva il Governo agli effetti delle tariffe.

Comparando i due diagrammi, si può rilevare in qual modo vada salendo il costo capitale per kW-ora prodotto e per Kwatt installato.

Attualmente, si può valutare il costo medio generale dei Kwatt finora installati ad oltre il doppio dei prebellici per l'effetto dei nuovi impianti.

Più interessante è considerare i valori corrispondenti ai singoli aumenti annuali.

Anni	Kwatt installati annualmente in più	Aumenti patrimoniali annuali	Costo medio del nuovo Kwatt installato	
			lire carta	lire oro
1916-17	30.000	23.000.000	768	550
1917-18	50.000	52.000.000	1040	680
1918-19	60.000	87.000.000	1450	700
1919-20	70.000	151.000.000	2150	718
dal 1° luglio 1920 a tutto il 1922	270.000	1.060.000.000	3920	890

Si sono considerati gli impianti dal 1° luglio 1920 al 31 dicembre 1922 perchè in questo periodo il cambio è stato sensibilmente costante e perchè è difficile conoscere la separazione per il secondo semestre 1922.

Si è fatto altresì il raffronto con le lire oro per dimostrare come non sia vero che oggi sono finiti gli impianti buoni e si debbono affrontare soltanto quelli meno economici. Se consideriamo quanto si è prima rilevato, e osserviamo che l'indice di costo degli impianti era fino all'anno scorso assai superiore al parametro dell'oro, abbiamo la soddisfazione di constatare come si stiano ancora allestendo impianti di quasi pari convenienza di quelli prebellici. Conseguentemente alla questione del sempre crescente costo degli impianti viene quella delle tariffe che è la più importante da considerare giacchè le tariffe rappresentano la vita delle aziende, e se fino ad oggi esse sono state in un certo numero di casi sufficienti a consentire la remunerazione del capitale, specialmente per quelle Aziende vecchie che avevano potuto compiere buoni ammortamenti e che producono la più gran parte dell'energia con i vecchi impianti, diverranno in breve insufficienti allorchè l'energia dei nuovi impianti, sia prodotta in proprio che acquistata da terzi, diverrà sempre più preponderante.

Vi è poi anche un altro fattore da considerare.

Col sistema dei collegamenti in parallelo, e degli scambi di energia a distanza, tutti i quadri e le apparecchiature dei vecchi impianti disegnate e costruite per la marcia autonoma, sono divenute inadeguate ed insufficienti.

Molte linee debbono essere rifatte per aumentare gli isolamenti. Se si vorrà assicurare il servizio in modo da far cessare qualsiasi interruzione e qualsiasi lagnanza, dovranno le Imprese Elettriche fra breve affrontare spese non lievi per migliorare i propri impianti, senza che ad esse corrisponda creazione di maggiore energia. Già fin dalla guerra gli impianti sono stati sfruttati e sovraccaricati oltre misura, e non si è potuto fare che una manutenzione insufficiente.

Fare tali spese su debiti è economicamente sconsigliabile. Non essendo esse fruttifere, non è possibile effettuarle che sulle riserve. Ma queste oramai non esistono più perchè le Società per poter dare dividendi convenienti onde non chiudersi ogni possibilità di finanziamento e di crediti, hanno dovuto purtroppo lesinare sugli accantonamenti e su ammortamenti. Quindi è solo sui margini della vendita che esse debbono contare, e sino a che non vi saranno, di lavori del genere non sarà possibile parlare, ed il servizio andrà come andrà, sempre meno peggio di quello pubblico statale, ma non certo come sarebbe desiderio dei nostri tecnici coscienti che andasse.

Vi sono quindi non una ma molteplici ragioni che imporrebbero la revisione delle tariffe, che stabilite ancora in base ad una organizzazione di servizio e con poteri di acquisto della moneta diversi dagli attuali non rispondono più alle esigenze odierne.

Ben pochi si rendono un conto esatto delle alterazioni subite dai vari capitali di spesa, dei quali la tariffa deve tenere conto.

È difficile qui generalizzare per le enormi differenze fra le dimensioni e le funzioni delle singole aziende per le quali la preponderanza di una spesa sull'altra è assai differente.

Prima della guerra, ad esempio le tasse e canoni si stimavano nella misura di circa il 2.5 % del capitale (esclusa la imposta sulla luce). Oggi, tale cifra va quasi raddoppiata, per l'inasprimento delle aliquote e delle sovraimposte.

Le spese generali si possono considerare quadruplicate, e del pari quelle locali degli esercizi, delle officine, delle agenzie, ecc.

Aumentata è del pari la spesa per l'acquisto in blocco dell'energia integrativa, che non sempre è adeguatamente ripetibile dall'utenza per la diversità di trattamento fatto dal R. D. n. 288 del 13 marzo 1921 fra le utenze minori o maggiori di 100 Kwatt.

La mano d'opera in cifra assoluta e per effetto del Lodo Labriola è più che sestuplicata. Le spese di manutenzione sono del pari più che quintuplicate. Ammettere in media una quadruplicazione delle spese è mantenersi al disotto del vero.

La differenza fra aziende ed aziende sta tutta nel rapporto fra la quota assorbita dal servizio del capitale e tasse rispetto a quella assorbita dalle pure spese di esercizio che si possono ritenere, in certo qual modo indipendenti dal capitale. Ad esempio, per le piccole aziende del Mezzogiorno d'Italia, produttori energia con mezzi esclusivamente termici, la sola spesa per il personale raggiunge in qualche caso 1 lira per kW-h e vi sono anche degli esempi in cui ascende a L. 1.40 !

Come si rileva dai diagrammi e si è ricordato prima nella media generale può considerarsi attualmente raddoppiato il costo capitale del kW-h, e cioè, fermo restando l'aliquota del 10 % circa per servizio del capitale, il numero di centesimi che rappresenta tale servizio, sul kW-h venduto, finisce ad essere doppio del prebellico. Tenendo conto delle altre alterazioni di spese, si vede come si vada assai in su col costo dell'energia, e per tutte le aziende.

Per dare ancora una idea di come influiscano queste alterazioni, si può fare il paragone per una azienda che prima della guerra, col costo capitale del kW-h, ad esempio di 50 centesimi, poteva vendere all'ingrosso ed in media la sua energia a 12 centesimi a kW-h, di cui 5 centesimi erano assorbiti per il servizio del capitale, poco più di 1 per le tasse e 6 circa per le spese di esercizio. Qualora fosse oggi aumentato a 1 lira il costo capitale del Kwatt-ora, il servizio del capitale assorbirebbe 10 centesimi, le tasse circa 5 centesimi, e tutte le altre spese circa 25 centesimi.

Quindi detta Società avrebbe un costo del kW-h di 40 centesimi, cioè circa 35 volte più forte dei 12 centesimi prebellici. Se il costo capitale fosse invece di 1.50, le spese ammonterebbero a 15 centesimi per il servizio capitale, a 7.5 centesimi per le tasse, mentre resterebbe quasi immutata la quota dei 25 centesimi per le altre spese di esercizio. In totale, il costo del kW-h ascenderebbe a centesimi 47.5.

L'alterazione media del 250 al 350 % sui costi prebellici, può del resto considerarsi generale per tutti, come si è ripetutamente rilevato nel corso di questo studio.

Per avere una idea del come dovrebbero essere regolate in conseguenza le tariffe, osserverò che in generale l'energia si vende per forza e per luce, comprendendo nella forza anche la trazione e le altre applicazioni. Non si fa parola dei *cascami* giacchè oramai non credesi che possa asservi più convenienza a favorire industrie che non possono vivere se non pagando l'energia a prezzi bassissimi, mentre col sistema dei collegamenti degli impianti e dei compensi interregionali o alpino-appenninici, di vera energia sprecata non dovrebbe esservene più.

Il consumo per luce si mantiene grosso modo sul 9 % di quello per forza motrice (vedi tabella 4). Per ricavare una media di 40 centesimi dovrebbe la luce vendersi sulla base di almeno 2 lire per kW-h, per potere praticare tariffe sopportabili per le grandi, medie e piccole forze motrici.

La luce a 2 lire per kWh sarebbe d'altra parte, tutt'altro che cara, ad onta che gli utenti strepitino già ora che la pagano da 80 centesimi a 1.30 o 1.40. Con le lampade da circa 1/2 watt per candela che ad onta del loro prezzo di acquisto sono sempre le più diffuse, la candela-ora costerebbero circa 1 millesimo, mentre non più tardi di 15 anni fa, quando si usavano le lampade da 3.5 watt per candela, e l'energia costava in media 70 cent. a kWh la candela veniva pagata millesimi 2.45. Si starebbe ancora a meno della metà del costo prebellico.

Oggi nelle grandi città come Roma, Milano, Torino, ecc. la candela costa poco più di 1/3 di millesimo di lira, mentre quella fornita dalla lampada a gas, a prezzi medi e col gas attuale, costa circa 5 volte tanto (1.5 millesimi), quella fornita del petrolio da 7 ad 8 volte (2 millesimi circa), ecc.

Nello stabilire le proporzioni fra luce, piccole e grandi forze motrici, ed altre utenze, deve anche considerarsi l'influenza dei contratti di favore con i Municipi per la pubblica illuminazione e quella dei contratti con le Amministrazioni statali, e con le Aziende tramviarie e ferroviarie private.

Per essi deve segnalare una grave colpa del Governo, che anzichè venire in aiuto dell'industria, allorchè si tratta dei suoi affari, fa sempre la parte del leone. Così nei decreti facoltizzanti aumenti di tariffe, si sono imposti limiti agli aumenti, e si sono

messe in condizioni le Aziende che disgraziatamente sono fornitrici delle Amministrazioni statali, a cominciare da quella ferroviaria, di dover gravare la mano sugli altri utenti, e dove non lo hanno potuto fare, di segnare forti perdite nei bilanci.

Dovrebbero tutti compenetrarsi d'ora in poi di una grande verità: che l'energia è una merce e che non vi è ragione al mondo perchè la si debba avere a condizioni di favore, giacchè il favore si converte in un danno per gli altri.

Si impone quindi e soprattutto la revisione di contratti che non si possono che definire immorali ed iniqui, e che sono per talune aziende e per talune ragioni causa principale di un grave malessere.

Soltanto facendo concorrere tutti i provvedimenti di aiuto, il Governo potrà mettere in condizioni le Aziende di non elevare troppo le tariffe, e per l'Italia è questione di capitale importanza potere avere energia abbondante ed a buon mercato.

Vi sono troppe cause di variazioni in vista per poter calcolare oggi in lire e centesimi l'entità dell'aiuto Governativo, ma è certo che fra esoneri fiscali, sovvenzioni e facilitazioni nei finanziamenti a interesse modesto, si potrà raggiungere lo scopo. La sola facoltà dell'aumento delle tariffe non sarebbe più efficace, giacchè le tariffe non si possono spingere al di là del limite di sopportazione dell'utenza senza arrecare all'industria un grave danno.

6. - L'azione del Governo.

Quale è stata ed è in tutto questo l'azione del Governo verso l'industria elettrica?

È difficile dirlo poichè da quattro o cinque anni in qua, vi sono stati tanti mutamenti di Ministri e di indirizzi che non si è mai potuto affermare una vera politica elettrica statale.

Dopo il decreto del 2 ottobre 1919 che stabiliva i sussidi delle 40 lire per HP, nessun altro intervento si è avuto. Non è il caso di parlare dei sussidi per i laghi e serbatoi, assolutamente insufficienti, nè di quelli per le centrali termiche utilizzando combustibili nazionali, oramai soppressi dopo essere stati poco utilizzati.

Le 40 lire per HP idrico rappresentano una forma di assicurazione contro la rivalutazione della lira, che può avere la sua efficacia nel rendere meno aspra la differenza fra il costo dei nuovi impianti rispetto a quelli prebellici. Il male è che finora quasi nessuno ha ancora ricevuto un centesimo di tali sussidi, ed oggi siamo minacciati di vedercoli addirittura sopprimere!

Il bilancio statale è in forte perdita, si dice, e non si può più largheggiare con le sovvenzioni. Tutto ciò è vero, ma è anche vero che l'elettricità forma oramai una parte così essenziale della vita nazionale che deve ad ogni modo assicurarsi l'esistenza di chi la produce e la vende.

Se il Governo non vuol più sopportare l'onere dei sussidi, che potrà rappresentare, tutto compreso, una somma globale di 400 a 500 milioni divisi in diciassette anni, qualcosa come 25 a 30 milioni l'anno in media, applichi una tassa addizionale sulla luce elettrica. Basterebbero oggi 8 centesimi per kWh per rifarsi della somma: cioè basterebbe portare da 10 a 18 o a 20 centesimi l'attuale tassa luce, che potrebbe altresì più utilmente essere percetta in altro modo, con notevole risparmio sulle attuali spese di controllo ed accerciamento. Ed è certo che val meglio far pagare tale 8 centesimi a tutti che facilitare la Società a rialzare le tariffe per rifarsi del mancato sussidio, ciò che non sarebbe la stessa cosa. Infatti non tutti gli esercenti debbono avere il sussidio perchè non tutti sono produttori, mentre un rialzo generale di tariffe farebbe godere indebitamente di lucri eccessivi i semplici distributori che per i vecchi contratti non tutti li riverserebbero ai produttori.

È solo il Governo che può agire perchè esso ripartirebbe in misura modesta l'onere su tutti, mentre la stessa misura applicata singolarmente raggiungerebbe effetti completamente anormali, ed opposti.

Ma, oltre che con i sussidi, specialmente nel presente momento, si reputa necessario l'intervento statale nel facilitare i finanziamenti.

Le gravi difficoltà oggi si incontrano principalmente nel procurarsi i mezzi per costruire gli impianti.

Le Banche private soprattutto dopo la catastrofe della Banca Sconto, sono riluttanti ad immobilizzare i depositi in operazioni a lunga scadenza, come sono quelle necessarie per la industria elettrica e oltre a richiedere forti tassi di interesse, premono continuamente per gli smobilizzi. Le Imprese finiscono coll'essere continuamente assillate, e talvolta sono obbligate a rallentare i lavori e licenziare personale o rinviare le commesse per assoluta deficienza di mezzi.

In queste condizioni gli impianti ritardano e vengono a costare di più.

Il Governo dovrebbe autorizzare uno degli organismi già esistenti (ad esempio quello per le sovvenzioni ai costruttori di opere pubbliche), ad estendere le sue operazioni alle Società Elettriche,

creando obbligazioni garantite sui vecchi e sui nuovi impianti, o da Consorzi di società elettriche collegate.

Tali obbligazioni dovrebbero godere delle stesse esenzioni fiscali e privilegi già concesse alle cartelle del Credito fondiario, ed alle obbligazioni emesse dallo stesso Istituto. Questo le potrebbe collocare nel pubblico od all'estero, ed esse verrebbero acquistate perchè garantite, e perchè potrebbero essere collocate a condizioni alquanto più vantaggiose del Consolidato, cioè sotto la pari, ma col rimborso alla pari.

Non dimentichiamo che oggi il Tesoro funziona da pompa aspirante per il risparmio nazionale e fa una forte concorrenza alle obbligazioni ordinarie. Se esso pompasse un po' di più e riversasse il denaro a chi può dimostrare di ben spenderlo nell'interesse generale, non vi sarebbe nulla di male. In fondo, lo Stato aumenta i propri debiti di parecchi miliardi all'anno poichè si debbonoappare le falle del bilancio ordinario e di quello straordinario e di questi debiti noi supporteremo il peso per tutto il futuro perchè sono debiti consuntivi.

Fare un po' più di debiti, ma riproduttivi, cioè creatori di nuova ricchezza, rimborsabili e fruttanti interesse, sarebbe una operazione saggia ed avveduta.

Finora ciò non si vuol capire perchè non si vuol fare distinzione fra debiti e debiti, e così si ostacola il risorgimento del Paese. Ma a furia di battere, forse si vinceranno le ritrosie.

Quel che è necessario, è di fornire alle Imprese il denaro occorrente ed a basso tasso. O si aumentino i sussidi (purchè si diano) magari col compenso della tassazione straordinaria sulla energia destinata per luce, o si fornisca danaro a buon mercato, l'essenziale è che si tenga basso il costo capitale del kW-ora.

Il provvedimento annunziato recentemente dell'esonero della R. M. sui prestiti esteri, è certo buono, ma non può servire che a pochi e sarà di efficacia limitata. L'estero è diffidentissimo perchè ha poca fiducia in noi tutti. Nessuna garanzia è mai sufficiente per i banchieri anglo-americani e lo vediamo dalle interminabili pratiche che si stanno svolgendo da oltre un anno e che a nulla ancora hanno concluso.

L'esonero ha il semplice scopo di non far pagare al debitore italiano la tassa nostra e quella estera, ed è certo un vantaggio, ma sarebbe preferibile che il Governo intervenisse in prò di tutti, e non di quei pochi gruppi che possono trattare per le speciali circostanze in cui si trovano, ed estendesse l'esonero anche ai mutui o prestiti interni.

Per accelerare la costruzione delle case si sono studiate molteplici provvidenze. Per la nostra industria non si fa nulla e si pretende tutto!

L'intervento statale diretto a facilitare il finanziamento delle Società elettriche o ad agevolare i prestiti, o ad aumentare i sussidi sarebbe del resto giustificato anche da un altro ordine di considerazioni contingenti e sociali.

Il nostro Paese attraversa una crisi di lavoro, che sarà piuttosto aggravata che alleviata dai prossimi licenziamenti su larga scala cui si vuole accingere l'attuale Governo per apportare la necessaria economia nel bilancio. Gli impianti idroelettrici sono il caso tipico in questa materia; perchè la loro costruzione richiede cospicue masse di lavoratori per la parte idraulica, ed attraverso alle commesse per le tubazioni, il macchinario e le apparecchiature fa affluire lavoro anche a molte altre categorie di industrie ed in special modo a quelle meccaniche.

L'intervento che si richiede al Tesoro per facilitare questo vasto compito non solo è una frazione irrilevante dell'ammontare totale dei benefici arrecati, ma potrebbe essere ripartibile su un numero ragguardevole di anni, con inizio in un periodo che è posteriore a quello in cui i lavori stessi si creano, e mentre il vantaggio politico e sociale di queste provvidenze è ragguardevole ed immediato, l'onere per il Tesoro è piccolo e dilazionabile a quegli esercizi che già avranno risentito la influenza delle restaurazioni future nazionali.

L'onere erariale può essere d'altra parte ridotto a zero, facendo contribuire, come è detto sopra, gli stessi utenti a sopportarlo in una misura per essi assolutamente tollerabile.

L'Inghilterra, per alleviare la disoccupazione che grava sul suo bilancio per qualcosa come 100 milioni di sterline all'anno, ha stanziati 50 milioni di sterline per opere pubbliche (lavori stradali, di rimboschimento, di bonifica, telegrafici e telefonici, sovvenzioni alle industrie, elettrificazione di ferrovie, impianti di nuove centrali termoelettriche a bocca di miniera, ecc.).

Da noi il Governo deve provvedere a circa 300.000 disoccupati, e spende più di un milione al giorno in sussidi in piena perdita. Se una parte di tale somma accordasse, o facesse accordare con la sua garanzia, come prestito rimborsabile alle Imprese Elettriche e ad altre Imprese esecutrici di opere pubbliche, le metterebbe in condizioni di occupare parte dei disoccupati, alleggerendo l'onere statale.

7. - Conclusioni.

Per il poderoso sforzo compiuto specialmente in quest'ultimo anno 1922 sono entrate in servizio le centrali di Valdo della Conti (30 milioni di kW-h, si sono aumentate le termiche della Edison a Milano, e installate due nuove termiche a Monza ed a Novara della stessa Conti; si è ultimato l'impianto di Iselle della Dinamo (6000 kwatt), la Centrale di Temù dell'Adamello (18.000 kwatt, 65 milioni di kW-h) che ha anche effettuato il passaggio delle acque dal Salaro al Lago d'Arno per aumentare di 70 milioni di kW-h la sua produzione e con le centrali di Ligonghio sull'Ozola, ed altri provvedimenti l'Adamello si è messa in condizione di fornire 300 milioni di kW-h in più annualmente alla propria clientela.

La Società Lombarda anch'essa con varie provvidenze può oggi fornire 12.000 kW in più.

Sono entrati altresì in servizio gli impianti di Roasco dell'A. E. M. di Milano, e molteplici altri di Ditte esercenti e private che però cedono energia alle Imprese distributrici.

Nel Piemonte sono state ultimate alcune delle Centrali dell'Ansaldo in Valle d'Aosta, è entrata in servizio quella di Calcinere a Verzuolo Monviso, e la S. I. P. con le sue colleghe ha compiuto nuove linee ed una serie di lavori in modo da poter distribuire circa 150 milioni di kW-h all'anno in più.

Nel Veneto fervono i lavori del Lago a S. Croce e già fin da questo anno l'Adriatica e le sue colleghe sono in condizioni di far fronte ad un consumo medio normale di 900.000 kW-h al giorno con oltre 1.100.000 kW-h di disponibilità.

Nel Bresciano, in Toscana, nell'Emilia i lavori fervono per migliorare le condizioni degli impianti e delle linee. Intorno a Roma l'impianto del Farfa è entrato in esercizio, ed in Sicilia quello dell'Alto Belice presso Palermo.

Complessivamente, in tutta l'Italia vi è ora una maggior disponibilità di 600 milioni di kW-h annui rispetto all'anno precedente.

Sono in costruzione più o meno avanzata tanti nuovi impianti idroelettrici sparsi in tutte le regioni d'Italia per oltre 700.000 cavalli. Di questi HP 290.000 si avranno nel Piemonte, 218.000 in Lombardia (Ovesca, Liro di Chiavenna, Alto Brembo, ecc.), 105.000 nel Veneto (S. Croce ed altri), 18.000 nel Lazio (Tivoli ed altri), 102.000 in Calabria (Sila ed altri), 10.000 in Sardegna (Tirso già molto avanti nei lavori), 21.000 negli abruzzesi (Sagittario ed altri), ecc.

Vi sono poi i grandiosi impianti nel Trentino che saranno fra i più colossali e che permetteranno di ottenere l'energia a prezzi molto convenienti.

Vi sono poi in costruzione più o meno avanzata gli impianti termici utilizzando combustibili nazionali di Torre del Lago (15.000 kW) già quasi ultimati, Pietrafitta, anche di 15.000 kW, Branca ed altri.

Forse sarà iniziata la costruzione di una centrale di 80.000 kW a S. Giovanni Valdarno che dovrebbe funzionare come la grande integratrice degli impianti del Nord e di quelli del Centro, sempre che il Governo si decida a mantenere gli impegni promessi di sovvenzione.

Questa Centrale che potrebbe produrre 300 milioni di kW-h all'anno, consentirebbe una effettiva economia di almeno 45.000 tonnellate di carbone all'anno, che ai prezzi di oggi costano oltre 125 milioni, e rappresenterebbe un vero *polmone* capace di assicurare tutta la possibile elasticità di servizio della distribuzione di mezza Italia.

Con gli impianti idrici e con quelli termici in costruzione, la produzione potrà aumentare di oltre 1.5 miliardi di kW-h all'anno. Già oggi possono fornirsene 5, onde fra qualche anno (forse tre o quattro) si arriverebbe a 6.5.

Guardando la curva del consumo, notiamo che se si manterrà nell'andamento così ben delineato, essa raggiungerà i 6 miliardi nel 1925-26.

Se anche si conservasse inalterato il coefficiente di utilizzazione, ai sei miliardi dovrebbero corrispondere 1.960.000 HP medi funzionanti, ovvero 2.060.000 kW installati. Con i soli impianti in corso di costruzione, e senza contare su quelli che si inizieranno nel 1923, si avranno 2.250.000 kW. Quindi, il piano organico predisposto dalle Aziende Elettriche, private e municipali, è largamente calcolato, e fra due o tre anni si ritornerà, salvo casi imprevedibili, ad avere energia in cerca di collocamento.

Ma per raggiungere questi risultati si deve far fronte ad un fabbisogno di oltre 2 miliardi di lire. Due anni fa si calcolava il fabbisogno in 3 miliardi, ma di questi, già quasi uno è stato speso o impegnato.

Il problema è oggi quello di trovare con relativa facilità tali 2 miliardi.

Ammettendo che nel 1926 siano tutti spesi, si avrà una immobilizzazione totale di circa 4 miliardi per 6 miliardi di kW-h di presunto consumo.

Si verificherà il fatto, apparentemente anormale, che col cre-

scere della disponibilità e degli impianti, crescerà il costo dell'unità di energia, ma ciò è stato sempre da noi previsto, e solo coloro che non si danno la pena di approfondire le cose potrebbero meravigliarsi del fenomeno che sembra contraddire alle leggi economiche, e che si manifesta tale sol perchè si sono violentate le leggi economiche per l'intervento politico.

Di questo lento ed inevitabile aumento nei costi dovrà tenersi conto nello stabilire le tariffe, se non si vorrà piombare l'industria elettrica in una grave crisi con l'arresto di ogni ulteriore attività.

Già oggi, le tariffe sono inadeguate al costo effettivo medio dell'energia perchè corrispondono ad un costo capitale quale era all'epoca in cui fu studiato il provvedimento per l'aumento del 50 % (anno 1921), ed a quell'epoca anche rispetto a tale costo, l'aumento concesso per moltissime aziende è stato insufficiente.

È il solito errore che si commette a volere stabilire aliquote fisse, che sono come il vestito di taglio unico che finisce col non andar bene a nessuno.

È perciò necessario che il Governo intervenga facoltizzando la revisione dei contratti tutti, senza eccezione, tenendo presente le variazioni degli stipendi e salari ed oneri accessori relativi, le variazioni del costo dei materiali e del cambio, le mutate condizioni degli impianti esistenti e l'eventuale entrata in servizio di nuove centrali o di nuove linee, i miglioramenti apportati agli impianti, e soprattutto cercando di realizzare la perequazione delle tariffe per togliere gli stridenti contrasti attuali. Inoltre deve mantenere i sussidi promessi onde la cifra dei 3 miliardi spesi potrà discendere di circa 500 milioni, e il costo capitale del kW potrà ridursi corrispondentemente, e deve facilitare i finanziamenti a basso interesse in modo da ridurre il valore del coefficiente di esercizio. Infine deve concedere larghe agevolazioni fiscali, come ha fatto per l'industria edilizia. Tali provvedimenti, concomitanti, potranno influire sulle nuove tariffe contenendole nei limiti che l'utenza possa sopportare.

La misura di questa sopportazione è difficile indicare, ed il provvedimento più opportuno dovrebbe essere quello di lasciare che si riprendano i contatti diretti fra produttori, sub-distributori ed utenti senza ulteriore intervento statale, come si è fatto per i fitti delle case, e come si deve fare se non si vuole soffocare l'industria elettrica impedendole di vivere e svilupparsi. Si stabiliscano pure commissioni od arbitrati per la definizione delle controversie, ma si lasci la libertà di trattare direttamente.

E non si abbia paura che le Aziende abusino della libertà!

Non lo hanno mai fatto, ed i loro bilanci sono la più bella dimostrazione che i presunti monopoli sono stati sempre volti a favore del miglioramento del servizio, non per coercire gli utenti.

Quest'Industria, onore e vanto del nostro Paese, non deve essere stroncata. Il Governo fascista non lo può volere. Ad essa sono riservati ancora compiti magnifici.

Il bisogno di trovare collocamento alla energia esuberante ha spinto gli elettrotecnici ad occuparsi, negli anni precedenti la guerra, della industria manifatturiera, e ad essi in gran parte deve la meravigliosa creazione di una industria italiana che prima del 1900 era da tutti considerata come una utopia.

Ad essi deve se abbiamo migliaia di chilometri di tramvie e ferrovie elettrificate, che hanno di molto migliorato il problema delle comunicazioni, aumentando il benessere e le comodità. Oggi è il momento di occuparsi di intensificare la produzione agricola, di risolvere il problema della regimazione delle acque e dello sfruttamento delle falde subacquee che consentirà a due milioni di ettari improduttivi di entrare in coltura.

Di fronte a tali brillanti prospettive, a tali compiti di importanza vitale per l'Italia, come non preoccuparsi della sorte dell'industria elettrica?

Descrizione impianti elettrici italiani.

Si è iniziata in Gennaio sull'*Elettrotecnica* la pubblicazione di una serie di descrizioni di alcuni recenti ed importanti impianti elettrici italiani. Ciascuna descrizione sarà successivamente pubblicata in fascicolo a sé, tanto su carta comune che su carta patinata.

Tali fascicoli, con copertina, saranno posti in vendita all'Ufficio Centrale dell'A. E. I. ai seguenti prezzi:

Per ogni 8 pagine (di testo e illustrazioni)

su carta comune L. 2,40

su carta patinata » 3,—

In più, quando ne sia il caso, L. 0,50 per la spedizione di ogni fascicolo sottofascia e L. 1,— raccomandato.

I Soci dell'A. E. I. e gli abbonati dell'*Elettrotecnica* che si prenoteranno entro il 5 febbraio prossimo avranno uno sconto del 25 %, cioè pagheranno, per ogni 8 pagine, su carta comune L. 1,80, su carta patinata L. 2,25.

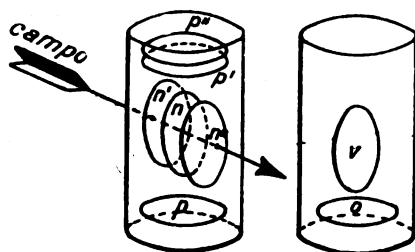
L'EFFETTO HALL NEL BISMUTO SOLIDIFICATO NEL CAMPO MAGNETICO⁽¹⁾ □

L. TIERI e E. PERSICO

Se si esamina, anche ad occhio nudo, la superficie di frattura di un pezzo di bismuto, si constata facilmente che il metallo ha struttura granulare: i granuli, la cui forma è irregolare, e la cui grandezza dipende dalle condizioni di raffreddamento, si presentano come tanti frammenti di materia omogenea, i cui assi cristallografici sono orientati diversamente da granulo a granulo⁽²⁾. In generale questi assi si distribuiscono con eguale probabilità in tutte le direzioni, e ne segue che il metallo si può considerare non solo omogeneo, ma anche *isotropo*, in tutti quei fenomeni in cui entrano in giuoco regioni abbastanza estese per contenere un gran numero di granuli (isotropia statistica)⁽³⁾.

Se però durante la solidificazione agisce una causa qualsiasi atta a produrre negli assi cristallini una tendenza a orientarsi in una data direzione, cesserà l'isotropia statistica, e il metallo si comporterà come un corpo *anisotropo* avente l'asse nella direzione nella quale tendono a orientarsi gli assi cristallini: l'anisotropia sarà in generale minore di quella che si riscontra in un singolo cristallo, e che corrisponderebbe a una orientazione completa di tutti gli assi nella stessa direzione: si avrà, in altre parole, una varietà di bismuto di proprietà intermedie fra quelle del bismuto ordinario e quelle del bismuto cristallino.

Siamo, infatti, riusciti a creare una tale varietà di bismuto, e a studiarne le proprietà elettriche, in particolare l'effetto Hall: come causa orientatrice degli assi è servito un intenso campo magnetico. È noto, infatti, che un cristallo di *Bi*, liberamente sospeso in un campo magnetico, tende a orientarsi col suo asse principale parallelo al campo: da ciò si può prevedere che un campo magnetico deve aver azione sull'orientamento dei cristalli durante la solidificazione, e che il metallo così ottenuto deve presentare nella direzione in cui ha agito il campo, proprietà simili a quelle del bismuto cristallino nella direzione del suo asse principale. La maggior difficoltà delle esperienze consiste nell'allontanare ogni causa di orientazione in direzioni diverse da quella del campo: infatti nella solidificazione del metallo in forma avviene che i cristalli più vicini alle pareti di questa tendono a orientarsi in direzione normale alla parete stessa, donde deriva una anisotropia variabile da punto a punto, che si sovrappone (specialmente nelle regioni più esterne) alla regolare anisotropia prodotta dal campo: diremo in seguito le precauzioni prese per evitare questo inconveniente.



Cil. solid. nel campo. Cil. solid. fuori campo

In una prima serie di esperienze abbiamo colato due cilindri uguali di *Bi*, facendo solidificare l'uno in un campo magnetico di 7550 gauss normale al suo asse e l'altro fuori del campo. Da ciascuno di questi cilindri vennero tagliati due dischi del diametro di cm 2 e dello spessore di circa cm 0,1, l'uno normale all'asse del cilindro (che durante la solidificazione era verticale), e l'altro parallelo a quest'asse: essi saranno nel seguito contrassegnati con una lettera, e cioè:

solid. fuori (o (orizz.); solid. nel (p (parall. al campo)
del campo (v (vert.); campo (n (norm. al campo)

I dischi *p* ed *n* corrispondono, per la posizione relativamente al cilindro, ai dischi *o* e *v* rispettivamente, cosicché le condizioni di raffreddamento sono uguali per le due coppie (salvo la vicinanza, per la seconda coppia, delle grosse masse di ferro costituenti le espan-

sioni polari del magnete). Dal cilindro solidificato nel campo furono poi ricavate altre due coppie di dischi, dello stesso diametro dei precedenti e dello spessore di cm 0,05 (*p'* ed *n'*) e 0,15 (*p''* ed *n''*) nelle stesse orientazioni di *p* ed *n*. I dischi di ciascuna coppia furono torniti insieme, per averli dello stesso spessore. Sul contorno di ognuno di questi dischi, agli estremi di due diametri ortogonali, furono poi saldati quattro elettrodi puntiformi: nei dischi paralleli al campo (*p*, *p'*, *p''*) una delle coppie di elettrodi fu posta nella direzione in cui agì il campo durante la solidificazione.

Alle misure dell'effetto Hall servì un galvanometro Siemens di 25 ohms di resistenza interna, cui ne furono aggiunti altri 100 nel circuito; in queste condizioni il galvanometro era aperiodico ed abbastanza pronto per fare le letture senza notevoli errori di origine termica. La corrente primaria che percorreva il disco era di 0,1 amp, e si chiudeva solo per il tempo necessario alla lettura; il campo era di circa 11000 gauss. Per ogni disco si misurava la deviazione del galvanometro col campo in un verso (Δ_+), col campo invertito (Δ_-) e col campo nullo (Δ_0), facendo, per ognuna di queste determinazioni, due osservazioni con la corrente primaria in sensi opposti e prendendone la media, per eliminare le influenze termo-elettriche del riscaldamento Joule (che del resto erano assai piccole). Poi si scambiavano, mediante un commutatore, gli elettrodi primari coi secondari, e si determinavano di nuovo, con altre sei osservazioni, le deviazioni (Δ_+ , Δ_- , Δ_0).

Le deviazioni osservate provengono per una parte, che diremo *E*, dall'effetto Hall, e per una piccola parte *C* dall'inevitabile caduta ohmica fra i due elettrodi secondari: poichè per la 1ª parte si inverte col campo e la 2ª no, si può separare l'effetto Hall puro, calcolando $E = \frac{1}{2}(\Delta_+ - \Delta_-)$. La caduta ohmica è invece data da $G = \frac{1}{2}(\Delta_+ + \Delta_-)$: essa risulterebbe uguale alla deviazione senza campo Δ_0 , se la conducibilità del bismuto non fosse alterata dal campo: si è invece trovato sempre $C > \Delta_0$, come era da prevedersi. Lo scambio degli elettrodi permetteva poi di verificare il teorema di reciprocità⁽⁴⁾.

Ecco i risultati relativi all'effetto Hall nelle varie coppie di dischi:

o) 4,65	p) 5,78	p') 13,2	p'') 4,45
v) 4,91	n) 4,47	n') 9,9	n'') 1,22
Diff. % : -5,5	25,5	28,6	57

Come si vede, la differenza per i due dischi (*o* e *v*) solidificati fuori del campo è notevolmente minore che per le altre coppie: però non è nulla, come ci si aspetterebbe a prima vista. Essa può essere attribuita alle diverse condizioni di raffreddamento dei due dischi, essendo l'uno (*v*) tagliato nella parte più interna del cilindro, l'altro (*o*) più vicino a una base: una analoga perturbazione avrà presumibilmente alterato i risultati delle due coppie seguenti, *diminuendo*, come si vede dal segno, la differenza dovuta al campo; quanto alla coppia *p''*, *n''*, per essa le condizioni di raffreddamento erano notevolmente diverse che per le precedenti, essendo tagliato il disco *n''* in prossimità della superficie del cilindro.

Da queste prime esperienze si poteva dunque concludere che per una lamina tagliata parallelamente alla direzione del campo l'effetto Hall è notevolmente maggiore che per una lamina normale a questa: esisteva dunque l'anisotropia prevista. Quanto al teorema di reciprocità; esso fu confermato in tutti i casi, anche per il disco parallelo al campo, il quale, per quanto si è detto, si deve ritenere come una lamina anisotropa: esempio (disco *p*):

	Campo diretto	Campo invertito
I posizione del commutatore	$\Delta_+ = 4,1$	$\Delta_- = -7,5$
II posizione del commutatore	$\Delta_+ = -7,5$	$\Delta_- = 4,1$

Inoltre ai dischi *p'* ed *n'* furono saldati altri quattro elettrodi a 45° dai precedenti, ottenendo sensibilmente gli stessi risultati, come pure si ottenne lo stesso risultato dal disco *n'* con elettrodi distribuiti irregolarmente nel contorno.

Per confermare questi risultati, e per meglio eliminare le cause perturbatrici dovute alle diverse condizioni di raffreddamento, abbiamo colato quattro cilindri (diam. cm 2,5) facendoli solidificare tutti fra le espansioni polari del magnete; ma per due di essi (*n*. 2 e 4) questo era eccitato (8250 gauss) e per gli altri due (*n*. 1 e 3) no. Dalla parte più interna di ciascun cilindro fu ricavata una sola lamina, parallela all'asse (quindi verticale), in un piano parallelo o perpendicolare all'asse del magnete, secondo lo schema seguente:

- N. 1: senza campo e normale asse magnete;
- N. 2: col campo e normale asse magnete (quindi normale al campo);

⁽¹⁾ A Tieri è dovuta l'idea della ricerca, ad entrambi la parte sperimentale.
⁽²⁾ Il *Bi* cristallizza nel sistema esagonale. Per le proprietà elettriche l'asse principale cristallografico si comporta come asse di simmetria d'ordine ∞ .

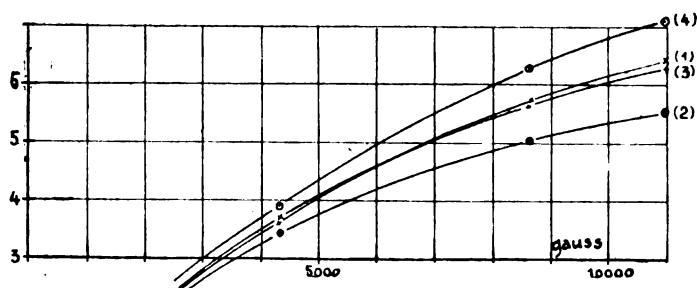
⁽³⁾ Questa condizione, nelle ordinarie esperienze sul *Bi*, è realizzata molto imperfettamente, il che può render ragione d'una certa variabilità casuale nei risultati delle misure.

⁽⁴⁾ cfr. V. VOLTERRA, N. bim. 9, 1915, p. 23; LOWND, Drude Ann. 9, 1902, pag. 677.

N. 3: senza campo e parallelo asse magnete;

N. 4: col campo e parallelo asse magnete (quindi parallelo al campo).

Per le lamine 1 e 2 le condizioni di raffreddamento sono identiche, e così per la coppia 3-4: per le due coppie esse devono differire assai poco, essendo determinata la differenza unicamente dalla orientazione delle lamine rispetto alle espansioni polari, le quali erano separate dal Bi mediante una parete di vetro e uno strato di amianto, e quindi non dovevano agire termicamente in modo notevole: tuttavia una piccola differenza c'è, come si vedrà dal confronto delle lamine 1 e 3. Si prese anche un'altra precauzione per evitare, al momento della colata un troppo rapido raffreddamento superficiale, e cioè si riscaldarono a circa 250° i tubi di vetro fasciati di amianto nei quali si colava il metallo, mediante una corrente elettrica che si interrompeva appena riempiti i tubi. Per assicurarsi che le quattro lamine avessero lo stesso spessore, esse furono tornite insieme: si diede loro la forma quadrata, di cm 2,2 di lato e cm 0,1 circa di spessore, e nel punto medio di ciascun lato fu saldato un elettrodo puntiforme.



L'effetto Hall, misurato con lo stesso metodo delle esperienze precedenti, è dato dalla seguente tabella (deviazione del galvanometro, in centimetri):

Campi in gauss	N. 1	N. 2	N. 3	N. 4	Media		Differenza %	
					N. 1 e 3 (senza campo)	N. 2 e 4 (col campo)	N. 1 e 3 (senza campo)	N. 2 e 4 (col campo)
4325	3,6	3,45	3,70	3,90	3,65	3,67	2,7	12
8625	5,75	5,05	5,63	6,30	5,69	5,67	- 2,1	22
10975	6,45	5,55	6,3	7,1	6,37	6,32	- 2,35	25

Si ricava da questa tabella, o dal diagramma che la riassume:

1) che fra i due dischi solidificati nel campo esiste una differenza nell'effetto Hall assai maggiore di quella che può essere determinata dalle condizioni di raffreddamento, o da inhomogeneità casuali, quale quella esistente nell'altra coppia: inoltre nella coppia 2-4 la differenza cresce col crescere del campo, mentre nell'altra le due curve si intersecano, ciò che fa ritenere che in quest'ultima la piccola differenza sia dovuta a cause accidentali.

2) che per ciascun valore del campo, la media delle deviazioni relative ai due dischi solidificati nel campo è uguale alla media delle deviazioni relative agli altri due.

Dunque: nella lamina parallela al campo orientatore l'effetto Hall è notevolmente più intenso che nel bismuto ordinario e di altrettanto è inferiore all'ordinario l'effetto Hall nella lamina normale al campo orientatore.

Dalle esperienze di Van Everdingen (*) risulta che questo comportamento è analogo a quello del Bi cristallino, quando si faccia corrispondere l'asse principale alla direzione del campo orientatore: però, come è naturale, nel Bi cristallino l'anisotropia è maggiore, e cioè non è già il 25% circa, come nel caso nostro, ma 230% (per un campo di 4600 gauss).

Il teorema di reciprocità fu verificato, anche in questo caso, su tutte e quattro le lamine: anche sulla lamina n. 4, che è fortemente anisotropa.

Roma, R. Istituto Fisico

(*) Arch. de Sc. Phys et Nat. (4) 11, 1901, p. 433.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Telefonia, telegrafia, ecc.

Milano, 19 Febbraio 1023.

Eg. Signor Redattore Capo dell'«Elettrotecnica»,

Sul giornale Il Secolo del giorno 2 febbraio 1923, n. 20770, sotto la rubrica «Fatti e figure del giorno», parlando del Telefono viene rivendicata la priorità della scoperta al nostro Antonio Meucci, fiorentino, in contrasto con quanto gli Americani vorrebbero affermare per stabilire che la gloria dell'invenzione del Telefono è dovuta a Graham Bell. Già in tempo passato mi sono appassionato della cosa, e mi ricordo di aver letto in un opuscolo molto vecchio (data 1878, edito da Nicola Zanichelli, Bologna, sotto il titolo «Cenni descrittivi sul Telefono») che l'inventore sarebbe certo Manzetti di Aosta.

Ora non saprei più a chi dare la precedenza, se al Meucci od al Manzetti. Perciò, nell'interesse degli studiosi, Le sarei grato se per mezzo del giornale, Ella potesse fare le indagini del caso e stabilire veramente a chi tocchi il merito dell'invenzione.

A maggior chiarimento, mi permetto riportare integralmente il periodo dell'opuscolo sopra nominato dove si parla di questo Manzetti di Aosta.

G. PICENA.

Dall'opuscolo Cenni descrittivi sul Telefono edito da Nicola Zanichelli, Bologna, anno 1878:

«Era quasi ultimata la stampa del presente lavoro, quanto ci capitò sott'occhi il Petit Journal di Parigi del 22 novembre 1865. Nella sua rubrica «Curiosités de la science», leggevasi il seguente articolo, che siamo ben lieti di riprodurre.

«Scoperta della trasmissione del suono e della parola col telegrafo. — Una nuova scoperta, la quale avrà immensi risultati nelle applicazioni che si potranno fare nelle arti e nell'industria, ha testè aumentato il numero delle meraviglie di questo secolo: si è la trasmissione della voce e dei suoni mediante il telegrafo.

«L'autore di questa scoperta è il signor Manzetti d'Aosta, autore di un celebre automa.

«Il Manzetti trasmette la parola pel semplice mezzo d'un filo telegrafico, con un apparecchio più semplice di quello che serve oggi per i dispaoci. D'or innanzi due negozianti potranno trattare istantaneamente dei loro affari da Londra a Calcutta, informarsi delle loro speculazioni, concertarsi, ecc.

«Diversi esperimenti sono stati fatti. Essi sono completamente riusciti a confermare la possibilità pratica di questa scoperta. Si trasmette perfettamente la voce umana, la musica, ecc.»

Molti giornali in quell'anno e nel seguente, hanno fatto menzione di questa scoperta: e il giornale Montagnard Valdostain nel riprodurre questo articolo, soggiunge che fino dal 1860 il Manzetti aveva partecipato a parecchi la sua scoperta.

Il Manzetti era povero; l'Italia, come al solito, curante solamente delle cose che vengono d'oltralpe o d'oltremare, mentre accolse con tanta facilità e tanta smania la scoperta che portava il nome straniero del Bell, non la degnò di attenzione quando aveva quello di un modesto geometra.

La scoperta del telefono, del quale si fa tanto rumore e che tiene occupati da parecchi mesi i fisici dei due mondi, dopo che Graham Bell ebbe fatto i primi esperimenti in America, sarebbe nientemeno che un'invenzione di un italiano.

Oggi il Manzetti è morto, ignoto e povero; ma non neghiamo almeno al suo nome la postuma gloria, che è gloria della patria comune».

Non possiamo che girare all'erudizione dei Colleghi la questione sollevata dal sig. Picena.

(N. d. R.).

* *

Sull'avviamento di motori asincroni.

Riceviamo:

Egregio Signor Redattore,

Nel n. 4 dell'«Elettrotecnica» di quest'anno, a pag. 82, leggo il sunto di un articolo di D. L. Hamilton, dove si descrive un dispositivo di avviamento dei motori a campo rotante, che non è affatto nuovo. Un dispositivo identico fu ideato dal Boucherot molti anni fa; non saprei al momento dirLe la data dell'invenzione del Boucherot, ma è certamente anteriore al 1906, perchè io ne diedi la descrizione già nella prima edizione del mio Corso d'Elettrotecnica, (Volume II°) che è appunto del 1906.

Prof. G. GRASSI

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

L. A. TERVEN — Applicazioni dei relais IV. (The Electric Journal, settembre 1922, pag. 395).

Sulle linee di trasmissione si hanno talora delle sottostazioni che servono soltanto per sezionamento. Questo caso è illustrato nello

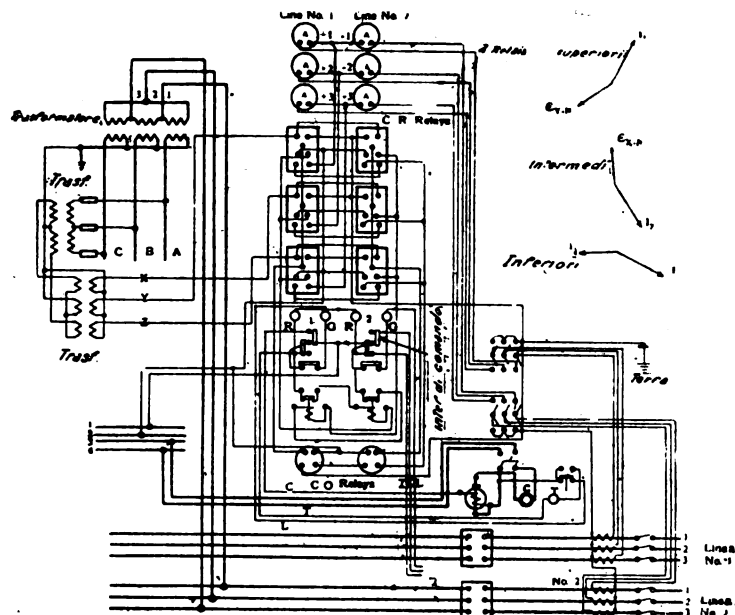


Fig. 1.

schema di figura 1. In questi casi non è necessaria alcuna protezione contro i sovraccarichi, bastando salvaguardarsi contro gli eventuali guasti sulle linee.

La protezione entro la cabina è effettuata con relais differenziali cosicché la protezione riguarda solo le linee in partenza dalla cabina e non quelle in arrivo. I relais operano indipendentemente dalla direzione della distribuzione dell'energia, poichè fin tanto che due linee sono equilibrate, non si verifica alcuna corrente sui neutri sui quali sono inseriti i relais differenziali. Tuttavia lo scatto avviene soltanto quando dalla cabina venga inviata dell'energia per un guasto verificatosi.

Nel caso in cui una linea venga messa fuori servizio, l'altra linea può utilizzare i suoi relais differenziali come relais di massima che scattano per un sovraccarico del 300 per cento. Questa funzione dei relais è essenziale perchè nel caso che, essendo una linea già fuori servizio, si verifichi un guasto nell'altra, per staccare quest'ultima si deve contare appunto sul funzionamento dei relais come relais di massima.

Se una fase di una linea va a terra, i contatti di massimo dei relais di ritorno vengono messi in corto circuito lasciando in funzione soltanto i contatti di ritorno poichè di solito i contatti di massimo e di ritorno sono in serie fra loro, essendo l'azione di entrambi essenziale per il funzionamento descritto.

Se si verifica una terra, si forma una corrente dalla cabina alla terra, e il relais della fase interessata riceve corrente in senso contrario al normale, i contatti di ritorno si chiudono anche per piccoli valori della corrente di inversione. L'interruttore della fase interessata viene allora a scattare, e così pure scatta l'interruttore all'altro estremo della linea.

Questo schema permette l'uso di forti resistenze sulla connessione a terra del neutro dei trasformatori, limitando così l'intensità della corrente verso terra a valori tollerabili. Vale a dire

che i relais agiscono anche con una piccola corrente verso terra, ma esigono una corrente di corto circuito elevata prima di agire. Come si vede dalla fig. 1, l'intera corrente, va dai trasformatori di corrente, attraverso i rispettivi amperometri, ai tre punti di congiunzione, uno per fase. In condizioni normali, qui le correnti si equilibrano perchè + 1 incontra - 1 e così via; perciò in queste condizioni nessuna corrente passa attraverso i relais di ritorno, alla terra. In caso di un corto circuito delle tre fasi su una linea, nessuna corrente attraversa i relais differenziali perchè la somma delle correnti nelle tre fasi è sempre zero. Tuttavia, se una fase va a terra, si verifica una corrente nei relais differenziali i quali scatteranno, mettendo in corto circuito i contatti di massima dei relais differenziali.

Un corto circuito di una o di tre fasi, non produce l'azione dei relais a meno che la corrente che dalla cabina va al corto circuito raggiunga il valore per il quale sono indotti ad agire i contatti di massimo dei relais differenziali. Vale a dire se avviene un guasto sulla linea 1, la differenza fra la corrente nelle linee 1 e 2 agisce nella direzione opportuna allo scatto nei relais della fase 1; se questa differenza è sufficiente, l'interruttore della linea guasta si aprirà.

I diagrammi vettoriali che accompagnano la figura 1 sono tracciati nell'ipotesi che in condizioni normali la corrente vada alla cabina, e che la corrente sia di 30° in anticipo sulla tensione.

Se, per esempio, si verifica una terra sulla fase 1 della linea 1, una corrente passa attraverso i due relais di ritorno della fase 1, ma la direzione della corrente nel relais della fase 2 è tale da non produrre lo scatto, mentre nella linea 1 la tensione si trova di 150° in anticipo sulla corrente (supposto un fattore di potenza eguale all'unità) e quindi si produce lo scatto dell'interruttore N. 1.

La figura 2 è uno schema simile a quello di figura 1 ma con quattro linee che vengono accoppiate alla loro estremità. Sono necessari quattro interruttori: uno per la messa a terra; uno per mettere in parallelo 1-2 e 3-4; uno per mettere in parallelo 1-3 e 2-4; e uno per 1-4 e 2-3. L'interruttore di terra o di corto circuito è disposto in modo che i morsetti dei trasformatori di corrente possono essere messi in corto circuito, mentre vengono azionati gli altri interruttori.

Con questo schema due linee qualunque fra la centrale di generazione e questa cabina possono essere manovrate insieme, usando la protezione con relais differenziali come si è descritto per lo schema precedente. Se una linea è fuori servizio, due delle rimanenti possono ancora essere manovrate nello stesso modo, e la terza resta protetta dai relais che funzionano come relais di massima.

R. S. N.

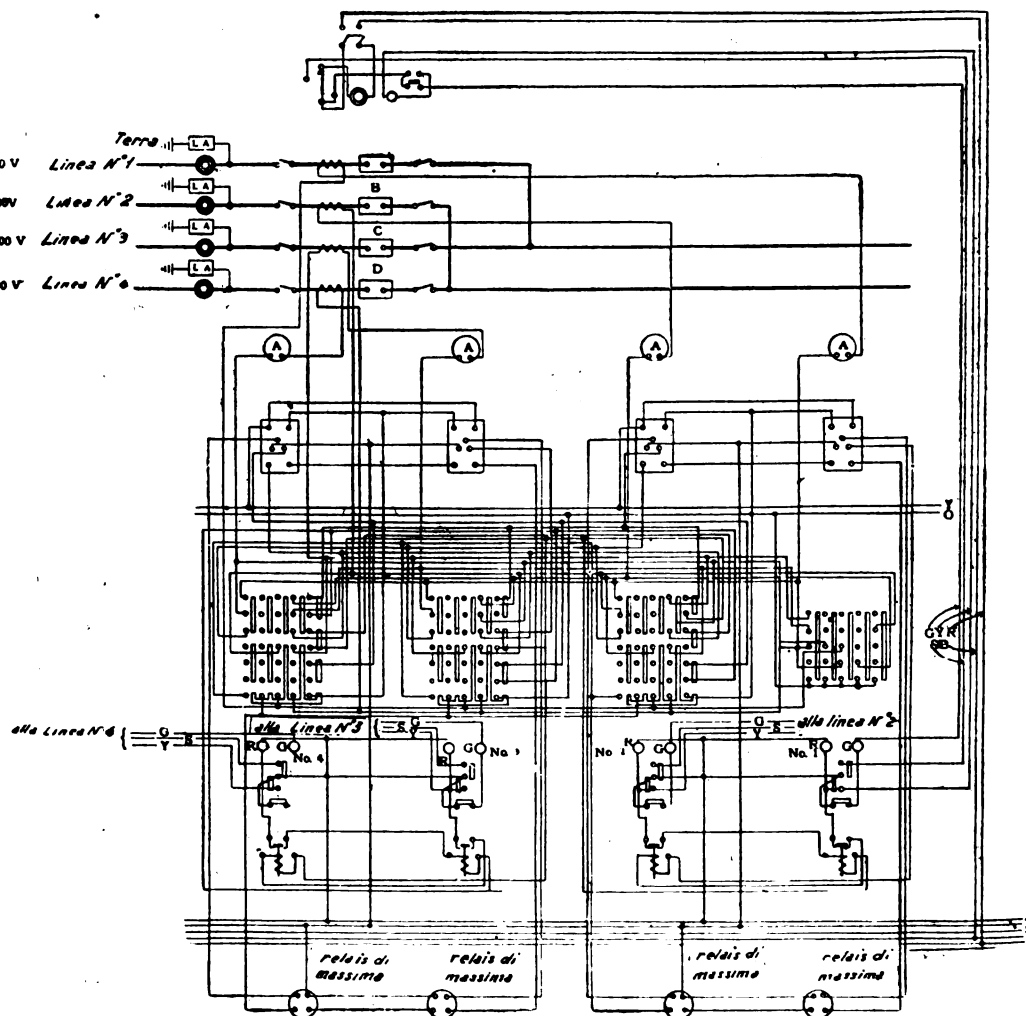


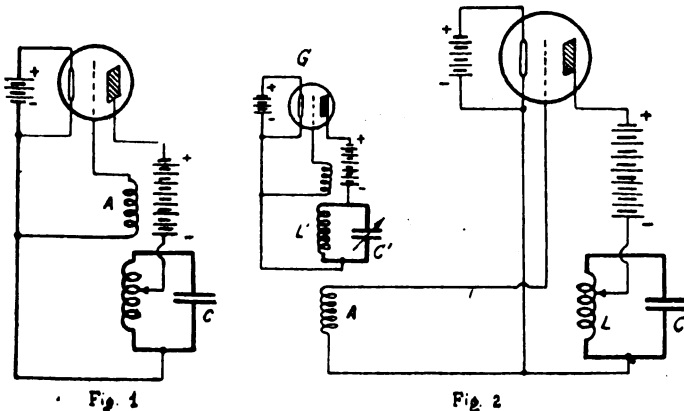
Fig. 2.

* *

ELETTROFISICA.

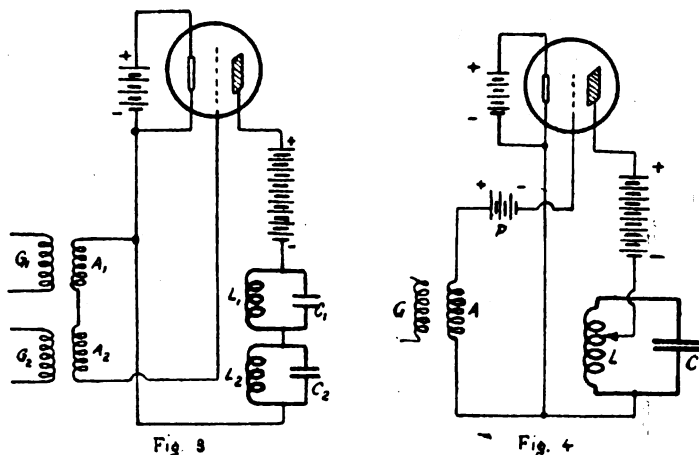
GUTTON — Sul modo di mantenere contemporaneamente in oscillazione più circuiti per mezzo di un solo triodo. (Annales des Postes et Télégraphes, maggio-giugno 1922, Vol. 11, N. 3, pag. 676).

1. — Sono assai noti ⁽¹⁾ i numerosi dispositivi che permettono di far funzionare i triodi come generatori di oscillazioni. Uno dei più comuni è quello indicato dalla fig. 1, in cui l'induttanza A del



circuito di griglia è accoppiata con quella L del circuito oscillatorio inserito nel circuito anodico. È noto anche, come si possa far funzionare il triodo principale (fig. 2), non più ad autoeccitazione, ma bensì ad eccitazione separata, facendo indurre nel suo circuito di griglia la f. e. m. alternata di un altro generatore (il piccolo triodo G nel caso della fig. 2) portando il circuito oscillatorio principale LC in risonanza con la frequenza di eccitazione e regolando la presa su L fino ad avere la massima corrente. In questo caso il triodo principale funziona semplicemente da amplificatore.

2. — Accoppiando il circuito di griglia del triodo amplificatore con i circuiti G_1 e G_2 di generatori di frequenze diverse, è possibile (fig. 3) mantenere in oscillazione diversi circuiti $L_1 C_1$, $L_2 C_2$ accordati per le singole frequenze. Poiché la potenza che il triodo può fornire ai circuiti oscillatori è limitata, l'intensità di corrente oscillatoria in uno dei circuiti diminuisce, quando si perfeziona l'accordo dell'altro col suo circuito eccitatore e si fa quindi crescere in esso la corrente.

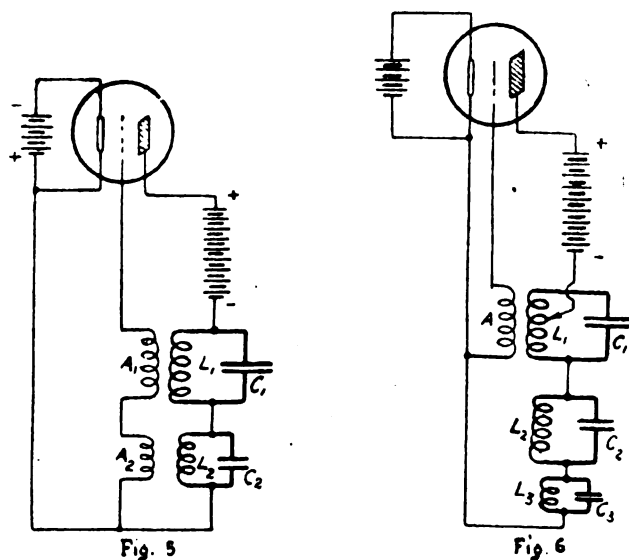


3. — Eccitando l'amplificatore con due frequenze poco diverse e alimentando con esso un circuito oscillatorio unico, accordato per una frequenza intermedia, si provoca una oscillazione risultante che presenta il noto fenomeno dei battimenti. Questa oscillazione, irradiata da un'antenna, ha il carattere delle così dette emissioni modulate a frequenza musicale e può essere ricevuta senza eterodina.

4. — Si può ottenere dall'amplificatore la produzione, nel circuito LC (fig. 4), di una oscillazione di frequenza doppia che quella del generatore G , dando alla griglia una tensione negativa conveniente. Per effetto dell'azione raddrizzatrice del triodo si può, infatti, in tal modo ottenere che la corrente anodica presenti solo impulsi positivi, mentre le semionde negative di tensione di griglia hanno effetto nullo.

In tali condizioni è facile vedere che nella corrente anodica esiste una forte armonica di doppia frequenza, e accordando per questa il circuito LC si può far mettere in giuoco da questo duplicatore una potenza di poco inferiore a quella, che si ottiene nel semplice funzionamento come amplificatore della fondamentale.

5. — Ritornando allo schema ordinario del triodo generatore (fig. 1), ma adattandolo all'inserzione di diversi circuiti oscillatori (fig. 5), si constata in generale che non è possibile ottenere le oscillazioni, se non in uno solo dei circuiti e cioè con una sola frequenza. Se, variando gli accoppiamenti fra circuiti oscillatori e circuito di griglia, si riesce a far innescare l'oscillazione in un nuovo circuito, essa si spegne contemporaneamente nell'altro, che prima oscillava.



Solo se le varie frequenze sono multiple una dell'altra, è possibile avere simultaneamente le diverse oscillazioni. In tal caso non è neppure necessario accoppiare il circuito di griglia con tutti i circuiti oscillatori, ma basta accoppiarlo solo con quello a frequenza più bassa (fig. 6). Le armoniche sono in questo caso tanto più energiche quanto più stretto è l'accoppiamento fra A ed L_1 , e quanto meglio si sceglie la tensione media di griglia, inserendo nel circuito relativo alcune pile o un potenziometro, così da utilizzare anche l'effetto raddrizzante sull'uno o sull'altro dei gomiti della caratteristica. Le armoniche sono invece tanto più deboli, quanto più l'accoppiamento è lento e prossimo a quello critico, al di sotto del quale cessa il funzionamento del triodo come generatore. Usando, oltre al circuito della fondamentale, accoppiato con quello di griglia, un altro solo circuito di cui si possa variare con continuità la frequenza propria, è possibile ottenere successivamente tutta la serie delle armoniche fino a quelle di ordine assai elevato. Ed anche se la regolazione di questo secondo circuito non è perfetta, l'oscillazione che vi nasce non è quella sua propria, ma quella dell'armonica più prossima. Si ha con ciò un dispositivo, diverso da quello dell'Abraham e dagli altri noti, per ottenere agevolmente più frequenze le quali stiano fra loro in un determinato rapporto semplice.

6. — Il funzionamento di un triodo generatore per la produzione simultanea di varie frequenze armoniche si spiega facilmente tenendo conto della forma delle caratteristiche. Quando l'accoppiamento è lento e il punto di funzionamento iniziale si trova verso la parte mediana del tratto pianeggiante della superficie caratteristica (in coordinate tensione di griglia, corrente anodica, tensione anodica ⁽²⁾), esso punto si muove, durante l'oscillazione, su una curva chiusa all'incirca ellittica e limitata a quella parte pianeggiante. In tal caso, a variazioni sinodali di tensione di griglia corrispondono variazioni sinodali di corrente anodica; ma, se si stringe l'accoppiamento e si aumenta l'inserzione di L_1 mediante il contatto scorrevole o se si porta la tensione media di griglia fuori della zona media delle caratteristiche, alla variazione ancora relativamente sinodale della tensione di griglia, indotta dal circuito $L_1 C_1$, corrisponde una escursione del punto di funzionamento assai fuori del tratto pianeggiante della superficie caratteristica e quindi anche la produzione di una corrente anodica assai ricca di armoniche. Ogni circuito oscillatorio $L_2 C_2$, $L_3 C_3$ inserito nel circuito anodico come in fig. 6 e risonante per una data armonica, si mette in oscillazione per essa e tende a cancellarla dalla corrente anodica risultante. Questa cancellazione delle armoniche accresce in genere anche l'ampiezza della fondamentale, quando l'accoppiamento è stretto, ossia sensibilmente superiore a quello critico. Ciò migliora il rendimento e diminuisce quindi il riscaldamento del triodo, così che può costituire anche un vantaggio per i grandi trasmettitori r. t. di questo tipo.

⁽¹⁾ L'Elettrotecnica, 25 gennaio 1917, Vol. XIV, N. 3, pag. 43, e Pubblicazione N. 1 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

⁽²⁾ v. loc. cit. nota ⁽¹⁾ e particolarmente il § 17.

* *

IMPIANTI.

La centrale di Milwaukee a carbone polverizzato. — (E. R. J., 15 aprile 1922, pag. 633-640).

La principale caratteristica della nuova centrale sul lago di Michigan della Milwaukee Electric Railway & Light Co., consiste nel fatto che essa utilizza come combustibile il carbone polverizzato. È questo il primo grande impianto così equipaggiato, e costituisce una innovazione del massimo interesse.

costruita molto in basso sopra profondi scavi, per ridurre il sollevamento dell'acqua di circolazione. Una prima parte di essa, condotta a termine in meno di un anno, sviluppa 40 000 kW; altri due reparti daranno 80 000 kW ciascuno, cosicchè la potenza totale sarà di 200 000 kW. Il definitivo impianto termico comprenderà ventiquattro caldaie.

Recentemente è stato aggiunto un turbo-generatore della potenza di 30 000 kW.

La figura rappresenta la pianta dei principali edifici della centrale. Al nord della sala turbine si trova una struttura a due piani: il pianterreno serve come officina di riparazioni; il secondo piano

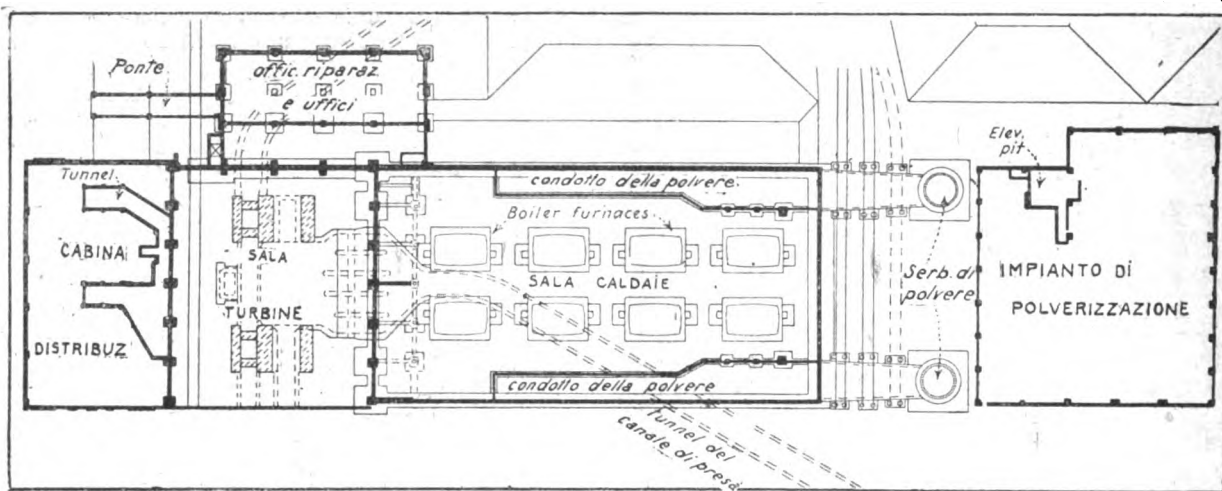


Fig. 1. — Pianta degli edifici principali della centrale.

La decisione di impiantare questo nuovo tipo di centrale è stata presa in seguito alle prove fatte dalla Compagnia Oneida Street a Milwaukee; le quali attestarono gli ottimi risultati che si ottengono col carbone polverizzato, specialmente quando gli impianti siano costruiti appositamente per questo tipo di combustibile.

è adibito a uffici e riparto prove. Ad est della sala caldaie è situato l'impianto di polverizzazione che occupa una superficie di m 38 x 33, la cui estremità rivolta verso est arriva fino al lago. Questo impianto può alimentare l'intera centrale. I silos della polvere sorgono da terra nello spazio fra il locale di polverizzazione e la sala caldaie, con la quale comunicano a mezzo di condotti sotterranei aventi una sezione di m. 2,45 x 3,35. Al nord dell'impianto di polverizzazione, e distante da esso circa 120 m dalla parte del promontorio a picco sul lago, (fig.2) è situato allo scopo di utilizzare il dislivello, il reparto per la frantumazione del carbone e il servizio trasporto.

Il fabbisogno d'acqua per la centrale completa è di circa 1650 m³ al minuto, vale a dire 2 350 000 m³ circa nelle ventiquattro ore. Allo scopo di assicurare questo quantitativo anche in periodi di magra è stato costruito uno sbarramento, costituente una specie di bacino; la diga serve anche a impedire l'affluire di immondizie, sabbia e ghiaccio nell'edificio di presa e lo ripara contro le onde del lago. Il canale di scarico è stato costruito in modo ch'esso possa sboccare a volontà tanto fuori che nell'interno del bacino, così ch'è d'inverno l'immissione dell'acqua di scarico nel bacino stesso, impedisce il congelamento di quella che già vi si trova. La diga si eleva di circa m 2,50 dal pelo dell'acqua normale ed ha una larghezza di tre metri circa in sommità, con una pendenza di 2 a 1 dalla parte del lago e di 1 e mezzo a 1 verso l'interno. Essa è costituita di pietra calcarea: tutta la parte esterna è di granito in blocchi grezzi.

Il canale tubulare di presa ha il suo cielo a circa m 1,50 sotto il livello dell'acqua e sbocca a circa 15 metri dalla sponda, alimentato da un canale apposito. Nell'interno della centrale l'acqua passa attraverso grate di filtrazione ed entra in una grande camera di aspirazione tra le fondazioni delle turbine N. 1 e 2.

Casotti con porte sono disposti all'estremità dei canali di presa e di scarico per la regolazione dell'entrata e del deflusso dell'acqua. Oltre 335 metri lineari di canali sotterranei e 45 metri di scavo furono necessari per la circolazione dell'acqua, unitamente a casotti di presa, a una grande paratoia, camera di carico posta sotto i condensatori e pompe nella sala turbine.

Come si è detto tutto l'impianto fu fatto a un livello inferiore a quello del lago, comportando approssimativamente una cubatura di scavo di circa m³ 100 000.

Nella costruzione furono usate circa 2300 tonnellate di ferro, per i silos carboniferi, sopporti del macchinario, gallerie e scale. Nell'impianto di polverizzazione la struttura in ferro fu costruita e calcolata in modo da sostenere i silos della capacità di circa 3600 tonnellate.

L'equipaggiamento della centrale consiste in due turbo-generatori da 20 000 kW, 13 200 V, trifasi, 60 periodi, che lavorano ad una pressione di vapore di 18 kg-cm² surriscaldato a circa 315° con vuoto di 97.

Il macchinario ausiliario di ciascuna unità, comprende:
 un condensatore di circa 3250 m²;
 una pompa per l'acqua di circolazione 60 cm, 80 000 litri al minuto, comandata da un motore di 125 kW;
 una pompa per l'acqua di circolazione analoga alla prima, azionata da una turbina a vapore di 125 HP;
 una pompa di condensazione azionata da un motore di 35 kW;
 una turbo-pompa d'aria comandata da un motore di 75 kW;
 una pompa d'aria con getto di vapore.

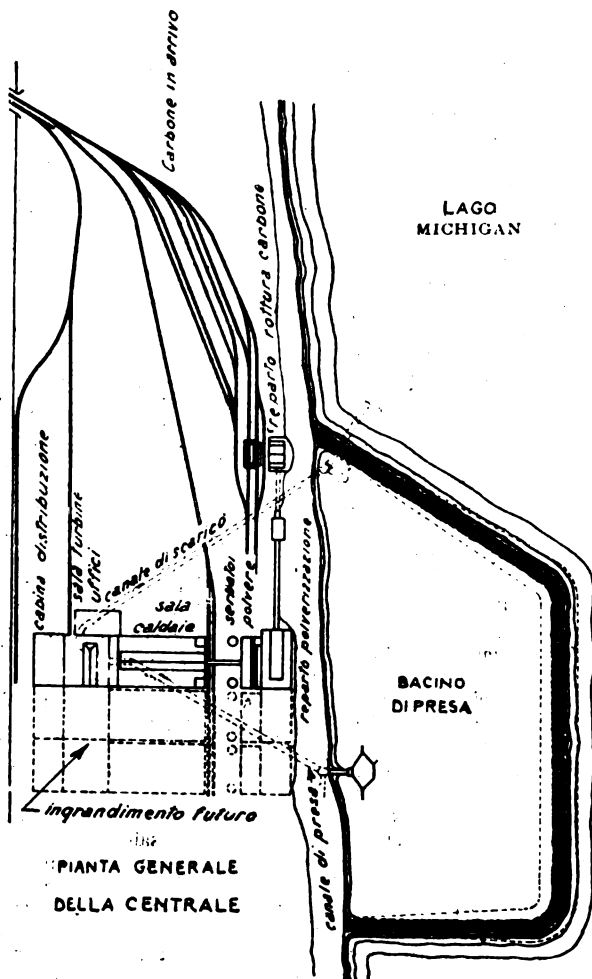


Fig. 2.

Il nuovo impianto è in esercizio dal 15 dicembre del 1920 e da allora non si è avuta alcuna interruzione dovuta al suo equipaggiamento meccanico.

La centrale situata in prossimità del lago di Michigan è stata

Delle due pompe suaccennate per l'acqua di circolazione, adibite al servizio di ciascun condensatore, una sola lavora nell'inverno, mentre in estate sono ambedue necessarie.

Impianti speciali opportuni sono stati fatti per l'aerazione della sala turbine e sala caldaie, sia in estate che in inverno, per evitare e spegnere gli eventuali incendi con estintori di vario tipo, per la pulizia del macchinario e la manutenzione in genere.

Al quarto piano dell'edificio sono disposti i meccanismi degli interruttori in olio, che si trovano invece al terzo; le sbarre collettrici principali, i riduttori di tensione e di corrente, le sbarre del gruppo degli alimentatori sono al secondo piano; i trasformatori di corrente degli alternatori, i parafulmini, gli interruttori degli alimentatori, al primo.

La corrente per i servizi ausiliari (impianto polverizzazione) è data

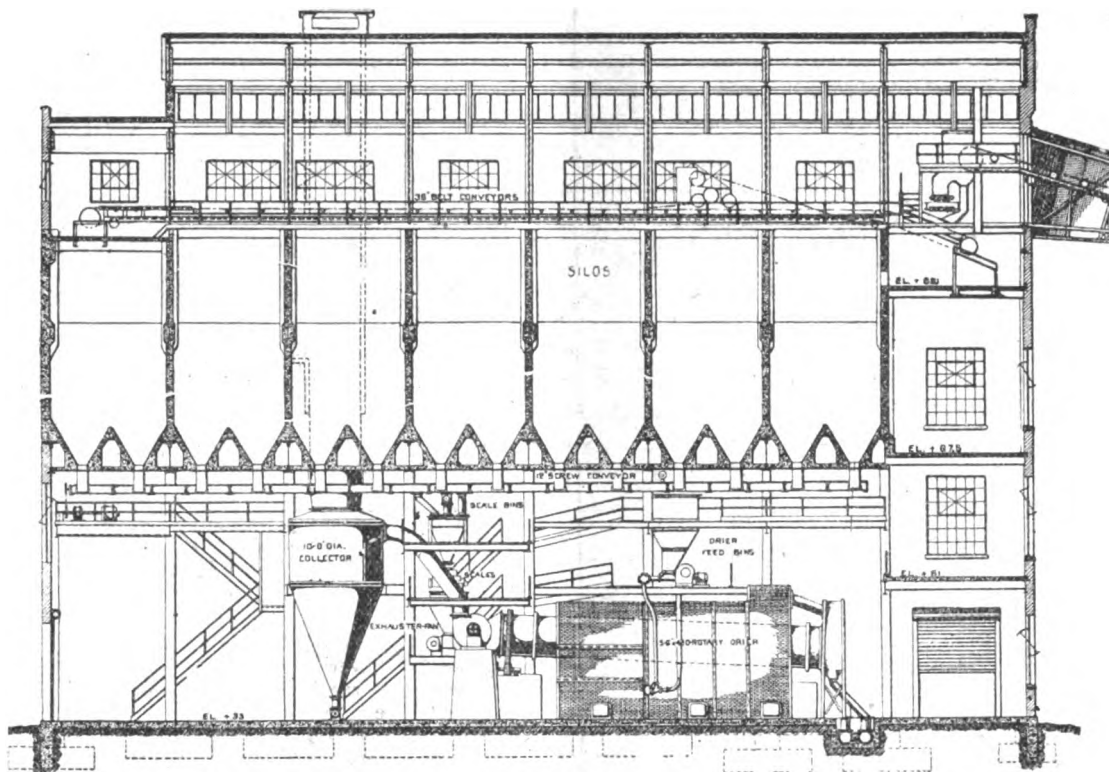


Fig. 3. — Sezione longitudinale dell'impianto di polverizzazione.

L'equipaggiamento iniziale della sala caldaie comprendeva otto caldaie Edge Moor costruite per una pressione di 21 kg e disposte in due file di quattro. Esse lavorano normalmente per una produzione doppia della normale. A questo regime tre caldaie bastano per una turbina di 20 000 kW, di modo che rimangono due caldaie a riposo per la manutenzione. Dette caldaie sono munite di surriscaldatori e sono costruite appositamente per bruciare carbone polverizzato.

L'acqua di condensazione delle turbine è pompata entro un serbatoio superiore dal quale ridiscende per gravità in un bacino di alimentazione situato sotto la sala caldaie. Di qui, per mezzo di pompe e attraverso un apparecchio misuratore, viene portata al luogo di utilizzazione.

L'acqua di alimentazione necessaria per tutte le otto caldaie lavoranti al regime del 200% di produzione è al massimo di 5700 litri al minuto.

La cenere che si produce nei fornelli in piccola quantità e molto fina e suddivisa viene convogliata allo scarico da trasportatori a getto di vapore.

L'impianto di polverizzazione del carbone (fig. 3) comprende i silos della capacità di circa 3500 tonnellate, bastevoli per circa tre giorni e mezzo di lavoro in pieno. Esistono inoltre trasportatori a chiocciola, bilance, essiccatoi per ridurre l'umidità del carbone dal 10% all'1%.

Otto mulini polverizzano circa sei tonnellate di carbone all'ora, riducendolo a un grado di finezza tale che passi attraverso una rete a maglie convenientemente fitte. Ciascun mulino comprende ventilatori, separatori a ciclone, separatori magnetici, trasportatori che convogliano la polvere ai magazzini. L'ultimo passaggio di polverizzazione è eseguito a mezzo di mulini a martelli, aventi una produzione di 160 tonnellate circa all'ora.

La centrale genera corrente a 13 200 V e la trasmette a mezzo cavi ai luoghi vicini di utilizzazione. Per località oltre i 10 km è predisposta fuori della centrale una stazione di trasformazione a 26 400 V.

Gli alternatori, forniti dalla General Electric Co., hanno le seguenti caratteristiche: 20 000 kW, $\cos \varphi = 0.8$, trifasi, 13 200 V, 60 periodi, 1800 giri al minuto. L'eccitazione è fornita a 240 V da un'eccitatrice coassiale ad ogni alternatore.

Il sistema di controllo degli interruttori in olio è a 120 V, alimentato regolarmente da una batteria e da una generatrice speciale. Per evitare guasti e per maggior sicurezza, le sbarre e i cavi sono ricoperti da un sottile strato di vernice e da una fettuccia di cotone impregnato di sostanza incombustibile.

Gli interruttori principali dei diversi generatori sono disposti a una certa distanza l'uno dall'altro e separati da tre o quattro gruppi di interruttori dagli alimentatori, allo scopo di isolare i guasti.

da due trasformatori di 3000 kVA, 13 800-13 200 V al primario, 480 V al secondario, 60 periodi, trifasi, con raffreddamento ad acqua, di cui uno di riserva.

Essendo il quadro di distribuzione in un locale completamente separato da quello dei gruppi generatori, i comandi vengono dati a mezzo di segnali ottici e telefonici.

a. r.

* *

MATERIALI.

W. Höpp — Prove di ossidazione su fusibili per 60 Ampère (E. T. Z., 20 aprile 1922).

La ricerca venne intrapresa onde stabilire se le dimensioni dei consueti fusibili a tappo da 60 A siano sufficienti ed in particolar modo se oltre questa intensità sia necessaria la lavorazione all'utensile della filettatura, (generalmente di lamiera d'ottone stampata), che permette l'avvitamento del tappo. Il materiale sperimentato possedeva appunto viti Edison stampate, in ottone, (spessore 0,8 mm), bollone inferiore di contatto di 4 mm di altezza; i bolloni di presa di corrente erano ben saldati al ponticello della vite e tutte le parti di contatto erano nichelate (eccetto la capsula n. 3).

I fusibili venivano assoggettati a 66 A (corrente alternata), durante giorno e notte per 27 periodi di esercizio (un giorno ed una notte costituivano 2 periodi). Dal 27 al 57 periodo si intercalava giornalmente una pausa bioraria.

Da principio venne misurata, con c.c. solo la caduta di tensione totale e poi anche quella fra testata della capsula e cappello della vite ed altri punti.

I risultati delle misure sono forniti dalla fig. 1 ove le curve superiori mostrano il variare col tempo della caduta di tensione complessiva E, misurata fra i bolloni di collegamento, che da principio per tutte 6 le valvole ammontava a 315 mV, salendo poi rapidamente per quelle 3 e 5 e lentamente per quella 1. Le curve inferiori forniscono, per le stesse valvole, la caduta di tensione fra cappello della vite e testata della capsula (la misura al contatto era impossibile per inaccessibilità). La curva superiore punteggiata fornisce una idea delle forti oscillazioni della caduta di tensione in una valvola già assai ossidata durante 90 minuti di riscaldamento, partendo dallo stato freddo.

Premesso che nella vite Edison la caduta di tensione praticamente non si è trovata variare, le deduzioni più salienti si possono così riassumere:

1) Nei punti di contatto tra capsula e valvola, nonostante la nichelatura delle superfici di contatto, ha luogo una progressiva ossidazione.

2) Dopo il ricambio di una capsula bruciata sussiste quasi sen-

pre il pericolo d'un appoggio di parti non in sufficiente contatto, con grande accelerazione del processo di ossidazione.

3) Con un moderato ingrassamento ed arrotondatura della capsula sul contatto, lo strato d'ossido può essere sufficientemente evitato.

ossidazioni. L'ingrassamento presenta il pericolo di far mantenere aderenti dei granellini di sabbia o altro materiale estraneo uscenti eventualmente dalla capsula; per cui bisogna curare al massimo l'ermeticità delle capsule.

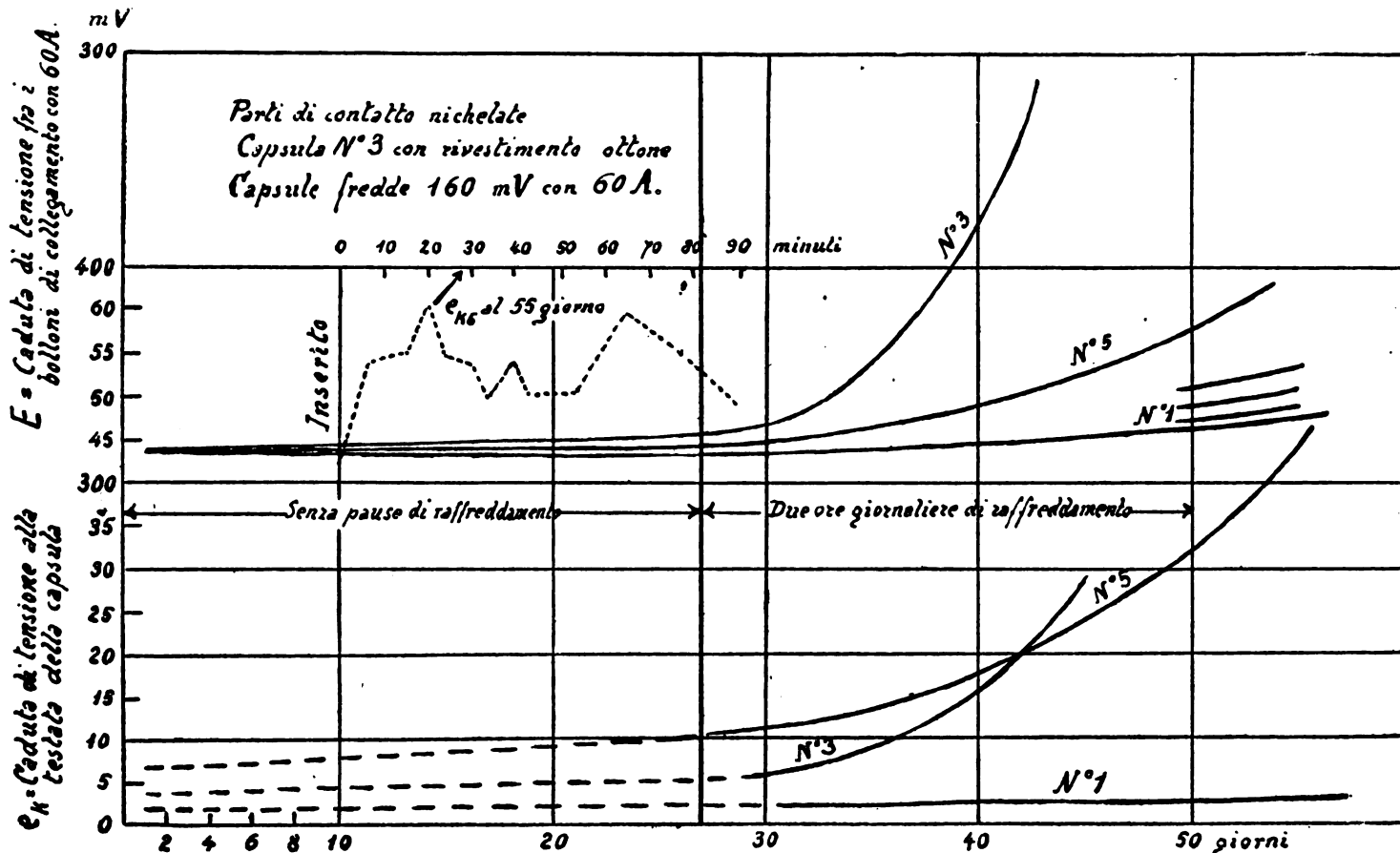


Fig. 1.

4) Le viti di contatto inferiore si possono conformare in guisa tale (con testa arrotondata ed appoggio anulare) che una volta serrate correttamente, non si svitino più.

L'aumento, più o meno lento, nella resistenza di contatto, che, l'autore ha riscontrato in tutte le valvole sperimentate, non deve ascriversi a deficienze nella vite di contatto, ma solo al fatto che la pressione di contatto originale fra cappello a vite, capsula e contatto inferiore non rimane per lungo tempo invariata, a causa delle dilatazioni termiche che si verificano nell'intera valvola.

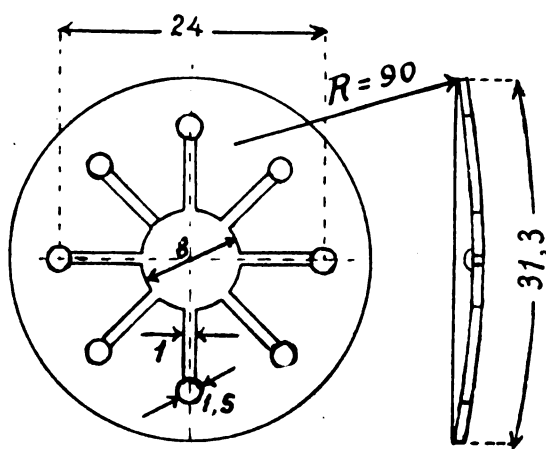


Fig. 2.

Se per la lunghezza relativamente grande delle parti di porcellana non si possono evitare le forti dilatazioni, si dovrà intercalare un organo cedevole elastico onde impedire che le parti in contatto possano alternativamente spostarsi a seconda delle oscillazioni del carico e, quindi, della temperatura. Anche la pressione eccessiva sulla cartuccia (nonostante la rigidità di questa), dovuta all'impiego di filettature da tubi od a un forte avvvitamento del cappello a vite Edison, preventivamente ingrassato, danneggia il fondo della capsula e sovente anche la capsula stessa.

Anche l'inserzione, nel fondo del cappello dell'organo intermedio elastico (fig. 2) per la compensazione delle variazioni di lunghezza e di pressione, non si è dimostrata suscettibile di evitare le

L'influenza della specie della vite, diversa da quella Edison, più che per la maggiorata estensione della superficie d'appoggio [come è menzionato nel libro di Klement e Paulus ⁽¹⁾] è resa sensibile

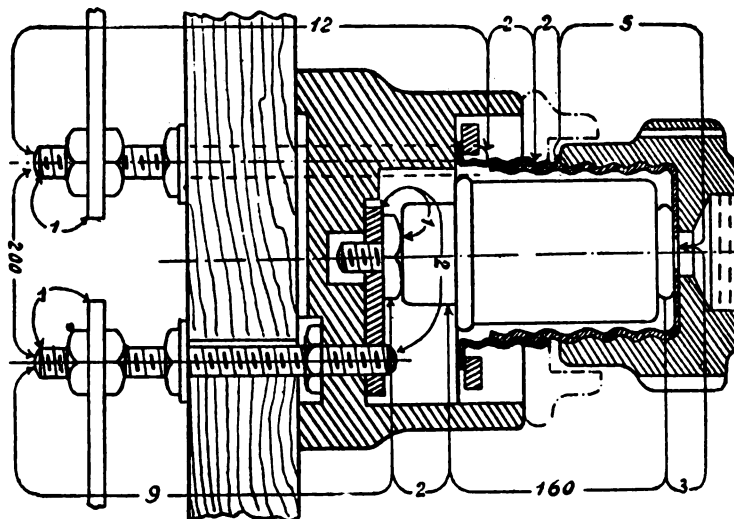


Fig. 3.

dall'incremento di pressione che si può avere con viti a filetto minuto ed a spigoli vivi. Il confronto delle dilatazioni dei vari corpi:

Ferro	12×10^{-6}
Ottone	18×10^{-6}
Porcellana	$3,33 \times 10^{-6}$

illumina sulla necessità d'intercalare un organo molleggiante.

Date le differenti temperature, lunghezze e sezioni delle parti che entrano in giuoco, occorrerà calcolare le variazioni di pressione che possono derivarne, oppure compensarle mediante un dimensionamento opportuno.

⁽¹⁾ V. KLEMENT e PAULUS - Per l'unificazione del materiale d'installazione.

L'aumento di pressione e la diminuzione delle perdite di tensione traendo in impiego le diverse specie di viti, a pari momento di rotazione nel cappello a vite, risulta dalla seguente tabella (prima colonna pressione di contatto P in kg, seconda colonna caduta di tensione, sotto i 60 A, in mV):

Vite Edison usata attualmente	9.15	1,97
Vite da tubi da 7/8 di pollice	14.30	1,26
Vite a filetto appiattito (caso estremo)	17.20	1,05

Dalla tabella risulta che la riduzione della caduta di tensione non è di per sé forte; però l'impiego di viti vere e proprie rassicura sulla possibilità del mantenimento della caduta di tensione nel corso del tempo. Poiché i buoni collegamenti a vite notoriamente non si ossidano, mentre il contrario accade nei contatti a strisciamento con i quali sono generalmente ottenibili solo basse pressioni, deve esistere una determinata pressione di contatto per la quale l'aria non può più penetrare in quantità sufficiente nei punti di contatto (pressione critica di contatto).

E' interessante conoscere il riparto delle perdite nelle singole parti della valvola, perdite che sono riportate anche nella fig. 3. Esse, per 60 A di intensità di corrente e valvola fusibile ancora fredda, corrispondono ai seguenti valori:

a) fra barre di collegamento e bollone corto	1 mV
b) attraverso il bollone lungo	12 "
c) dal bollone allo spigolo superiore dell'anello a vite	2 "
d) passaggio attraverso alla vite Edison	2 "
e) caduta nella vite del cappello	5 "
f) cappello a vite fisso alla testata della capsula	3 "
g) capsula, calda	240 "
" fredda	160 "
h) fra capsula e vite inferiore	2 "
i) vite infer. fino alla barra di contatto inferiore	1 "
k) barra di contatto inferiore	2 "
l) nel bollone corto di collegamento	9 "
m) bollone fino alla barra di collegamento	1 "

Somma (a freddo) $E=200$ mV
(a caldo) $E=240$ mV
G. E.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI

C. SCHRADER — Riduttori di corrente resistenti agli effetti dei corti circuiti. (E. T. Z., 14 dicembre 1922, pag. 1478).

Premesse alcune considerazioni sulla necessità di premunire i riduttori di corrente dagli effetti elettrodinamici prodotti dalle correnti di corto circuito le quali possono raggiungere delle centinaia di migliaia d'Ampère, l'A. descrive la disposizione adottata dalla Società Siemens

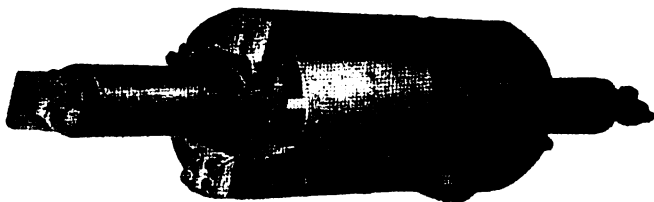


Fig. 1.

e Halske per ottenere questo scopo. L'avvolgimento primario è costituito da uno o pochi conduttori rettilinei infilati in un nucleo magnetico ad anello sul quale sono avvolte le spire del secondario. L'isolamento

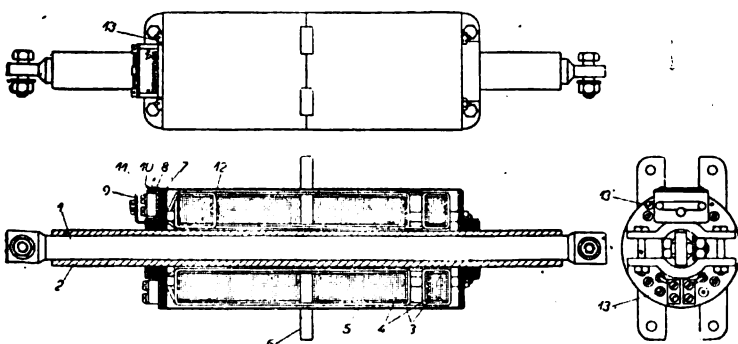


Fig. 2.

fra primario e secondario avviene per mezzo di un isolante denominato repelite che riveste l'avvolgimento primario e che è disposto in modo analogo a quello degli isolatori passanti a condensatore ideati da Nagel. Se i riduttori devono avere una potenza secondaria elevata e alimentare

contemporaneamente strumenti di misura e relais essi sono provvisti di due nuclei ad anello, di cui uno porta l'avvolgimento alimentante gli strumenti di misura e l'altro quello alimentante i relais. Le fig. 1 e 2 danno l'aspetto esterno e la sezione di un riduttore per correnti

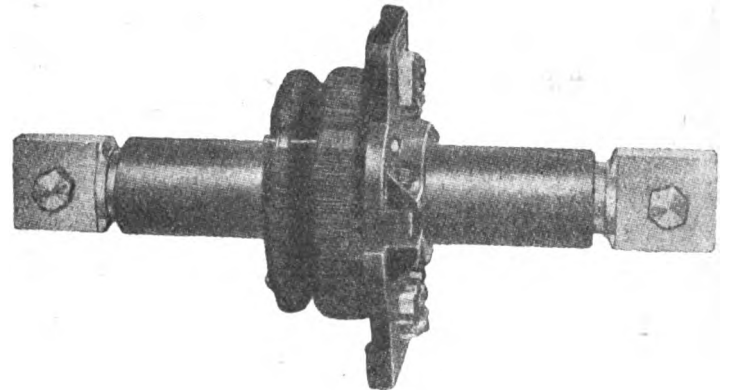


Fig. 3.

fino a 500 Amp. le fig. 3 e 4 quelli di un riduttore per correnti primarie di 2000 Amp. Il conduttore formante l'avvolgimento primario (1) è rivestito da un tubo di repelite a condensatore (2); ambedue sono infilati nei due nuclei ad anello (4) formati da dischi di la-

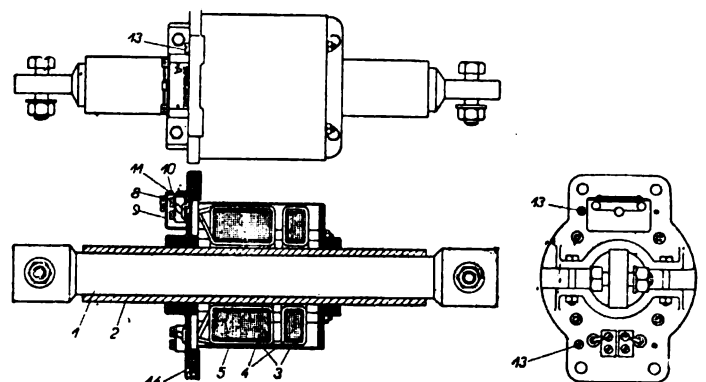


Fig. 4.

mierino di ferro e portanti l'avvolgimento secondario (3). Un mantello (5) ricopre detto avvolgimento. I nuclei vengono ammassati a una staffa (6 della fig. 2) oppure ad una piastra a collare (14 della fig. 4) fissata la prima a sua volta ai collari laterali (7) di ancoraggio dell'isolatore di repelite. Gli attacchi (8) dell'avvolgimento secondario sono ricoperti da una calotta smontabile (9) piombata. Lateralmente è disposto un cantonale di ferro (10) al quale è applicata la targhetta (11).

Ciascuna metà dei collari laterali è provvista di una vite (13) per la messa a terra.

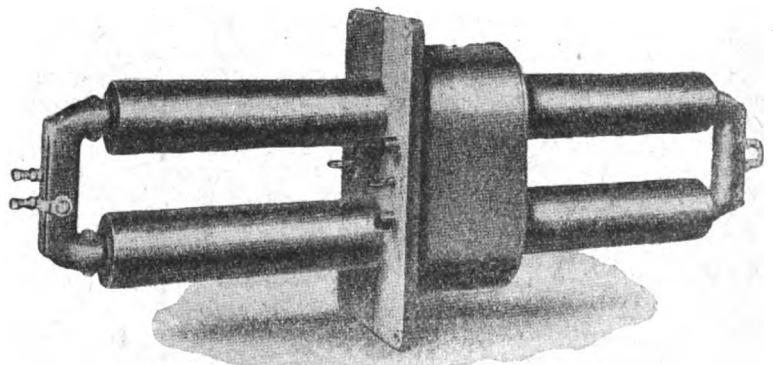


Fig. 5.

I vantaggi offerti da questo tipo di riduttore consistono, oltre che nella immunità contro gli effetti dei corti circuiti, nell'ottimo isolamento, nella sua forma compatta e pratica, che ne rende facile il montaggio. L'uso di due nuclei magnetici per l'alimentazione separata di strumenti di misura e di relais garantisce un funzionamento sicuro e indipendente di queste due parti permettendo di mantenere ad un valore assai basso la saturazione del nucleo dell'avvolgimento alimentante gli strumenti di misura e quindi un valore praticamente costante del rapporto di trasformazione, mentre consente di adottare una saturazione elevata dell'altro

nucleo con evidente vantaggio dei relais, alimentati dall'avvolgimento rispettivo, i quali vengono in tal modo protetti da sovraccarichi. La costruzione speciale di questi riduttori costringe ad adottare dei nuclei magnetici tanto più lunghi quanto più bassa è la corrente normale e più elevata è la tensione d'esercizio.

L'A. dà quindi l'enumerazione dei tipi di costruzione normale ed i risultati di parecchie prove eseguite su diversi di essi che ne dimostrano le caratteristiche di funzionamento. Seguono parecchi cenni sul modo d'installazione dei riduttori.

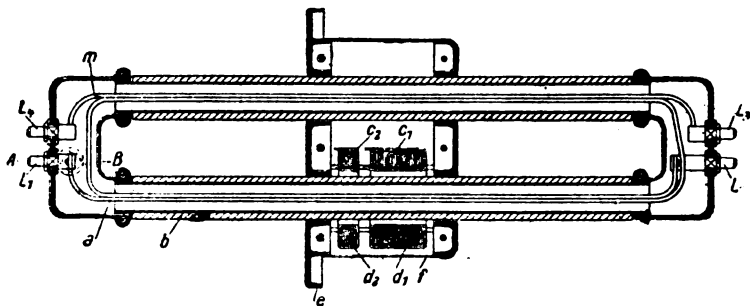


Fig. 6.

Per correnti d'esercizio inferiori a 300 Amp. il riduttore a conduttore primario singolo non dà risultati abbastanza esatti per poter servire a misurazioni wattometriche. In tal caso si usa il tipo a più conduttori primari raffigurato nelle fig. 5 e 6, che permette di elevare il numero delle ampere-spire primarie fino a raggiungere il valore desiderato. La piastra di ancoraggio (e) e i due collari che all'altra estremità servono a fissare i passanti di repelite (b) formano un insieme compatto coi nuclei (c_1 , c_2) applicati ad un passante e cogli avvolgimenti secondari (d_1 , d_2).

Le teste dell'avvolgimento primario (a) e quelle dei conduttore ausiliario (m) sono ricoperte da calotte metalliche, dalle quali sporgono i morsetti superiori (L_1 , L_2) e quelli inferiori (L_3 , L_4), che possono venire collegati in modo da permettere l'attacco del riduttore alla linea tanto superiormente o inferiormente, che superiormente e inferiormente. Il riduttore è provvisto pure di uno spinterometro che serve a proteggerlo dagli effetti delle onde perturbatrici.

L'A. termina il suo articolo dando i risultati di prove effettuate con uno di questi riduttori e dimostrando col calcolo sulla base di un caso speciale che anche il tipo di riduttore a più conduttori può sopportare facilmente le sollecitazioni dovute a corti circuiti.

e. e. s.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

C. F. ELWELL — *Ipotesi sulla pressione del vento per il progetto di piloni r. t.* (The El. 26 gennaio 1923, vol. 90, N. 2332 pag. 88).

La questione teorica della pressione del vento risale per lo meno a Galileo e la prima formula, quadratica rispetto a v , in cui si tien conto anche della temperatura e della pressione, fu data da Newton. A temperatura 0° , a livello del mare e sul 45° parallelo di latitudine questa formula si può scrivere:

$$p = 0,044 \div 0,062 v^2$$

ove p è la pressione in kg m^2 su una lamina piana normale alla direzione del vento e v è la velocità di quest'ultimo espressa in km/h . Molte altre formule più complesse sono state proposte, ma nel caso presente le maggiori incertezze derivano dalle ipotesi sulla velocità del vento.

L'A. riconosce che tra le osservazioni relative alla velocità del vento meritano particolare attenzione quelle raccolte dai Fabris a Vigna di Valle durante il 1910 ed il 1911 mediante il lancio di palloncini sonda. I diagrammi delle velocità in funzione dell'altezza sono riprodotti in fig. 1 e, sebbene si riferiscano ad altezze superiori a quelle che interessano per la costruzione dei piloni, pure sono interessanti, perchè mostrano il generale incremento della velocità al crescere dell'altezza.

Molte altre osservazioni furono fatte, ma non si è giunti ancora a specificazioni concordate. S. P. Wing sulla base di esperimenti eseguiti a Ballybunion assume per la faccia del pilone esposta al vento una pressione massima, che cresce progressivamente con l'altezza. Essa ammonterebbe a circa 130 kg/m^2 alla base, a 210 kg/m^2 a 100 m da terra, a 270 kg/m^2 a 200 m e a 290 kg/m^2 a 250 m. Per le torri della nuova grande stazione di New York, alte 122 m, fu assunta per i tre quarti superiori una pressione di 146 kg/m^2 riferita al doppio della superficie proiettata di una faccia della torre; per il quarto inferiore si riferì la stessa pressione a una volta e mezza la superficie proiettata. Quest'ultima regola fu seguita per intero nel calcolo delle torri da 250 m di Croix d'Hins (Bordeaux) progettate negli Stati Uniti. In una specificazione pubblicata dal General Post Office britannico per torri da 250 m è fissata una pressione di 292 kg/m^2 per tutta l'altezza del pilone, da riferirsi alla superficie di una faccia di esso e da moltiplicarsi per 1,6 nel caso di piloni triangolari

e per 1,8 nel caso di piloni quadrati. M. S. Ketchum consiglia di assumere 250 kg/m^2 per tutta la superficie proiettata della struttura del traliccio, laddove R. Fleming trova tale cifra esagerata.

La varietà delle opinioni espresse e dei dati finora assunti dimostra, secondo l'A., l'opportunità di meglio definire la questione.

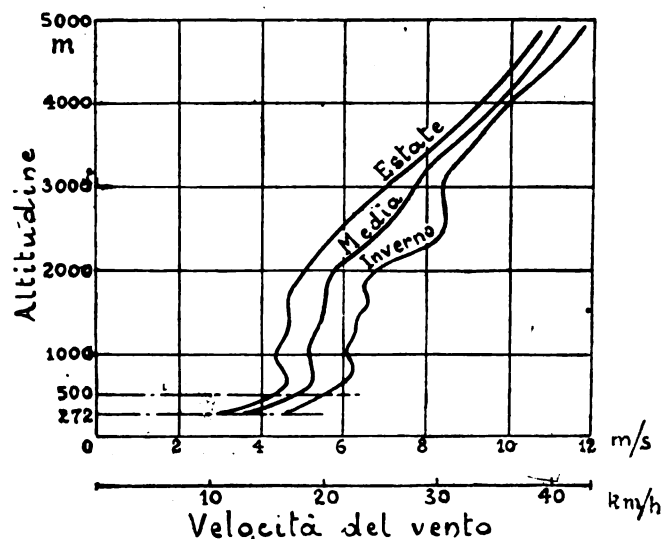


Fig. 1.

Nelle costruzioni ordinarie l'assumere egual pressione di vento a tutte le altezze non produce inconvenienti. Ma nei piloni r. t. il carico del vento è il carico più importante e un'ipotesi erronea in confronto con la realtà può rendere fallaci i calcoli più accurati. L'A. ritiene giustificata l'ipotesi di un aumento graduale della pressione dal basso all'alto e probabilmente eccessiva la pressione massima di circa 300 kg/m^2 . Egli dimostra, mediante i valori relativi riportati nella seguente tabella, l'economia che si può conseguire con una giudiziosa scelta delle ipotesi. I valori stati dedotti da progetti comparativi per un pilone da 260 m con controventi in acciaio.

Pressione del vento in kg/m^2	Uniforme 292	Graduale	
		130 a 290	65 a 145
Traliccio	128	100	75
Controventi	140	100	50
Calcestruzzo	155	100	50

L'A. ritiene urgente che le Amministrazioni o le Ditte le quali possiedono ed esercitano i grandi impianti r. t., facciano sistemare, ai piedi, al vertice e ad altezze intermedie dei piloni, appropriati organi registratori della velocità o della pressione del vento ed invoca a tal fine anche la collaborazione delle società scientifiche e degli uffici meteorologici.

In merito alla comunicazione dell'Elwell, W. H. Eccles fa osservare che, se in condizioni ordinarie la velocità del vento cresce con l'altezza, non può dirsi altrettanto nei momenti di vento eccezionale e turbolento. Per di più, se si calcolano i piloni in modo da rendere possibili spostamenti del vertice per qualche metro, non basta lo studio statico, ma bisogna tener conto delle sollecitazioni dinamiche. L'ipotesi di pressione uniforme, indipendentemente dall'altezza, ha anche in genere il vantaggio di abbassare il baricentro della struttura. A. S. Angwin riferisce che sul famoso ponte del Forth (presso Edimburgo) fu osservata una pressione di 316 kg/m^2 durante un uragano. In risposta alle osservazioni l'A. conferma che, dopo aver assunto l'una o l'altra ipotesi circa la pressione del vento, si esegue sempre il calcolo dei piloni con un notevole margine di sicurezza (ad es. coefficiente 4 per il traliccio e 3 per i controventi) e che a suo giudizio il largheggiare ulteriormente accresce di molto la spesa senza aumentare in maniera sensibile la sicurezza della costruzione. Lo studio delle sollecitazioni dinamiche vien fatto a parte in base ad altre ipotesi supplementari e così pure si tien conto separatamente dello sforzo esercitato sui piloni dell'aereo r. t.

* *

I. LANGMUIR — *L'uso dei tubi elettronici di potenza elevata.* (The El., 8 dicembre 1922, Vol. 89, N. 2325, pag. 651).

La tecnica dei tubi elettronici trasmettenti, di elevate potenze oscillatorie, ha recentemente compiuto, per merito dell'A., progressi assai notevoli, come dimostrano gli esperimenti di trasmissione testé compiuti, con esito assai soddisfacente, fra Rocky Point (Stati Uniti d'America), e Nauen (Germania), usando un apparato costituito da sei pliotron in parallelo, ciascuno della potenza unitaria di 20 kW .

Il regolare funzionamento di triodi di potenza così elevata è stato reso possibile dall'uso di vuoti assai spinti, capaci di assicurare l'emissione termionica pura, e dall'azione di particolari forme di elettrodi.

Per rendere l'anodo atto a dissipare la grande quantità di calore che su di esso si sviluppa, senza accrescerne di molto le dimensioni, cosa che avrebbe esaltato l'effetto delle cariche spaziali, diminuendo il rendimento, l'A. ha provveduto a raffreddarlo mediante circolazione di acqua fredda. L'anodo inoltre, invece di esser posto, come negli ordinari triodi, nell'interno del bulbo, costituisce esso stesso una parte dell'involucro del triodo, mentre all'altra parte, che è di vetro, è lasciato il compito di isolare i conduttori, che collegano gli elettrodi ai circuiti esterni. Questa particolare disposizione dell'anodo fa sorgere tuttavia nuovi problemi: è infatti necessario di garantire, mediante un mastice opportuno, la perfetta tenuta fra l'anodo cilindrico, che ha un diametro piuttosto grande, e il bulbo di vetro e crescono le difficoltà per mantenere l'elevatissimo vuoto necessario.

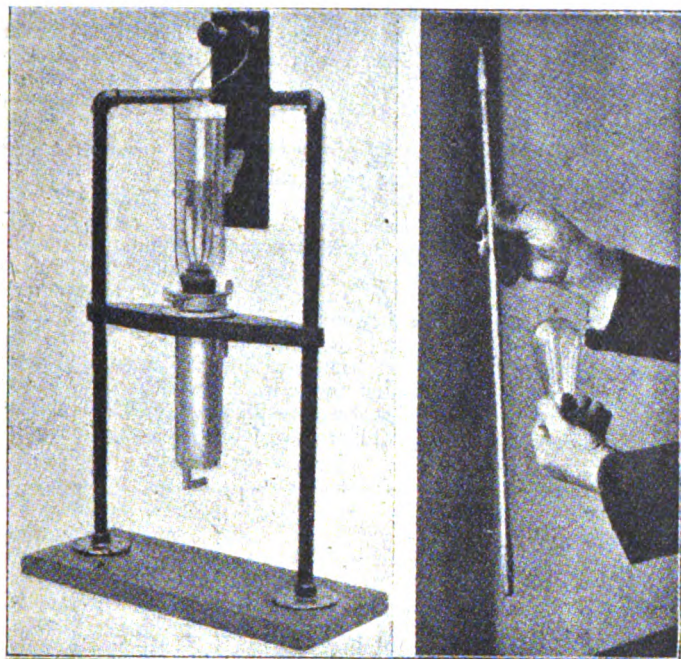


Fig. 2.

La fig. 1 rappresenta la vista esterna di un plotron da 20 kW. La parte inferiore del tubo è l'anodo, costituito da un cilindro di rame del diametro esterno di circa 4,8 cm e dell'altezza di 19,3 cm: esso è collegato al bulbo di vetro, del diametro di 7 cm, e dell'altezza di 24,5 cm, per mezzo di un attacco conico di rame, in fogli sottilissimi, rivestito di acciaio al nichel, materiale che si presta a sostituire con notevole vantaggio economico il platino.

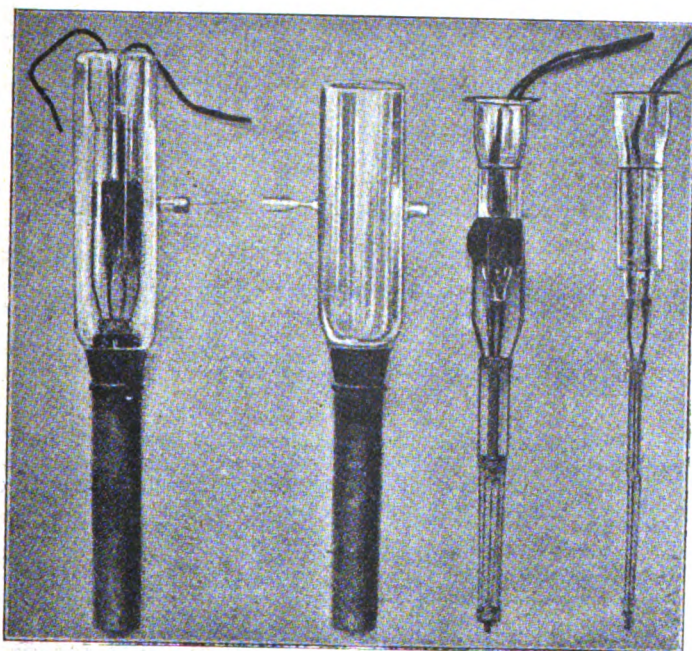


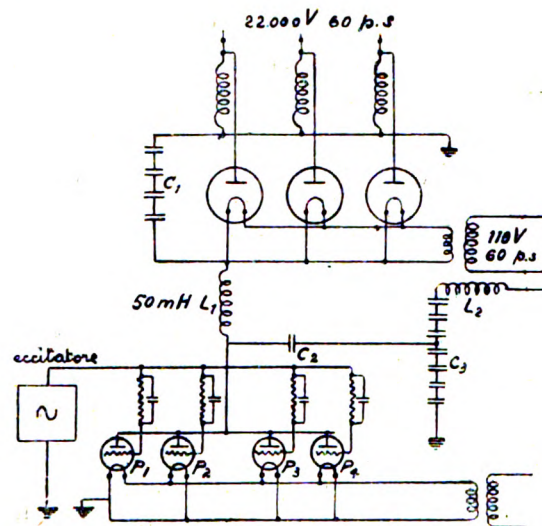
Fig. 3.

La fig. 2 illustra le parti interne del tubo. Il catodo, ripiegato a forma di W e sostenuto da robusti supporti di tungsteno, è un grosso filamento di tungsteno del diametro di circa 1 mm, che assorbe per la sua accensione una potenza di 1 kW, richiedendo una corrente di circa 50 A alla tensione di 20 V. All'anodo viene applicata una ten-

sione rispetto al catodo di circa 15 000 V; la sua parete esterna è a contatto diretto coll'acqua di circolazione, che deve essere fornita in ragione da 8 a 12 litri al minuto.

Il rendimento di uno di questi plotron da 20 kW è assai più elevato di quello di un ordinario triodo generatore con anodo di molibdeno per basse potenze. Quando il plotron è usato per la produzione di correnti oscillatorie, dà un rendimento dell'ordine del 75 per cento, o, se si tien conto anche della potenza di 1 kW spesa per l'accensione del filamento, del 70 per cento. Questi valori non rappresentano però i rendimenti limiti, che si possono ottenere da questi triodi, perché, lavorando su basse frequenze, essi crescono notevolmente.

Lo schema dell'apparato trasmettente, usato negli esperimenti accennati, che si sono protratti per circa sedici ore, è indicato dalla figura 3. La tensione di 10-15 000 V da applicare agli anodi dei sei triodi (plotron, secondo la nomenclatura della G. E. C.) generatori in parallelo, è provveduta raddrizzando, mediante tre diodi (kenotron), corrente trifase a 60 p. s. e 22 000 V. Ciascuna delle tre fasi di linea è messa alla terra mediante una bobina d'induttanza, così da realizzare l'ordinario schema a stella con centro di stella alla terra, ed inoltre è collegata all'anodo di un diodo. Questi diodi, con raffreddamento ad acqua, riproducono esattamente i triodi da 20 kW, già descritti, colla sola differenza che la griglia manca: la corrente di accensione ai filamenti è fornita da apposito trasformatore, isolato da terra, e alimentato con corrente alternata a 60 p. s. e 110 V. La tensione continua, raddrizzata dai diodi, prima di venire agli anodi dei triodi è egualizzata dai condensatori C_1 e dall'induttanza L_1 di 50 millihenry. Le griglie dei triodi sono ad eccitazione separata, e alimentate da un generatore di correnti oscillatorie da 1,5 kW, che imprime ad esse una tensione di circa 1250 V: sono in parallelo, e ciascuna è fornita di condensatore con resistenza di dispersione. Il circuito degli anodi è accoppiato all'antenna mediante il condensatore C_2 , in un punto della serie dei condensatori C_3 , che collegano l'antenna alla terra. L'antenna usata è del tipo ad antenna multipla di Alexanderson.



Schema dell'apparato trasmettente a plotron da 20 kW

Fig. 4.

Tubi generatori per potenze superiori ai 20 kW, e che all'incirca riproducono le caratteristiche di questi, sono attualmente in costruzione: fra essi un plotron da 100 kW per opera di White e Nolte, dal quale si attende la stessa regolarità di funzionamento, ma un rendimento ancora migliore che nei plotron da 20 kW.

Un tipo completamente diverso di tubo trasmettente per elevate potenze, e che deriva dal magnetron di Hull, è stato costruito dal Payne: in esso il controllo del flusso elettronico invece di essere elettrostaticamente esercitato dalla griglia, come avviene nei triodi de Forest, è effettuato dal campo magnetico prodotto dalla corrente di accensione ad elevatissima frequenza, che circola nel filamento. È stato possibile costruire un tubo di questo tipo per la potenza di 1000 kW. L'anodo, raffreddato con acqua di circolazione è un cilindro del diametro di 44,5 mm e dell'altezza di 760 mm; ed, in corrispondenza al suo asse, ha un filamento (o meglio una sbarra) di tungsteno lungo 560 mm e del diametro di 10 mm (indicato a destra nella fig. 1), alimentato da una corrente di accensione di 1800 A a 10 000 p. s. La potenza assorbita dal filamento è di circa 20 kW. La corrente anodica, costituita dal flusso di elettroni, che dal filamento vanno all'anodo, è interrotta ad ogni semiperiodo della corrente alternata di accensione del filamento dal campo magnetico associato a questa: poiché la frequenza della corrente di accensione è di 10 000 p. s. la corrente anodica è interrotta 20 000 volte al secondo. Essa può essere impiegata ad eccitare circuiti opportunamente sintonizzati, nei quali si rende così disponibile potenza oscillatoria. Con una tensione continua di 20 000 V sull'anodo, l'apparecchio fornisce 1000 kW di potenza oscillatoria a 20 000 p. s. con un rendimento del 70 per cento.

Rendimenti dell'ordine del 70-80 per cento sono assai soddisfacenti in apparati r. t. trasmettenti, ma non rappresentano in altre applicazioni elettrotecniche tutto quello che si può desiderare: perciò gli studi attualmente in corso tendono a realizzare rendimenti ancora migliori. Due sono le principali cause di perdite nei tubi generatori: l'effetto delle cariche spaziali, e la potenza assorbita dal filamento. Alla prima si ovvia, adottando tensioni anodiche elevatissime: la potenza assorbita dal filamento può essere a sua volta ridotta ad un ventesimo di quella occorrente ad un ordinario filamento di tungsteno, ricorrendo a filamenti di tungsteno al torio. Questo notevole risultato sembra debba riferirsi al fatto che il torio si ripartisce in un velo sottilissimo di atomi alla superficie del tungsteno, e che man mano si verifica la sublimazione del torio superficiale, altro ne è fornito per diffusione dalla massa stessa del tungsteno, che costituisce il filamento. Per ben sfruttare questo effetto, conviene, nei triodi che usano filamenti di tungsteno al torio, spingere il vuoto al possibile, o per lo meno eliminare dall'interno del bulbo quei gas, che possono combinarsi collo strato superficiale di torio. Giovano all'uopo i vapori di varie sostanze riducenti, quali possono essere il magnesio, il carbonio ed i metalli alcalini.

F. Vi.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Tendenza dei prezzi, delle paghe e del costo dei biglietti tramviari negli Stati Uniti. (E. R. J., 24 giugno 1922, pag. 995).

La grande oscillazione dei prezzi dovuta alla guerra mondiale ha reso molto interessante, anche in America, lo studio dei diversi «indici» destinati a misurare i movimenti dei prezzi e dei costi, sia nei diversi prodotti, che nella mano d'opera, ecc. Poichè il valore massimo raggiunto nel 1920 sembra che non debba essere più oltre-

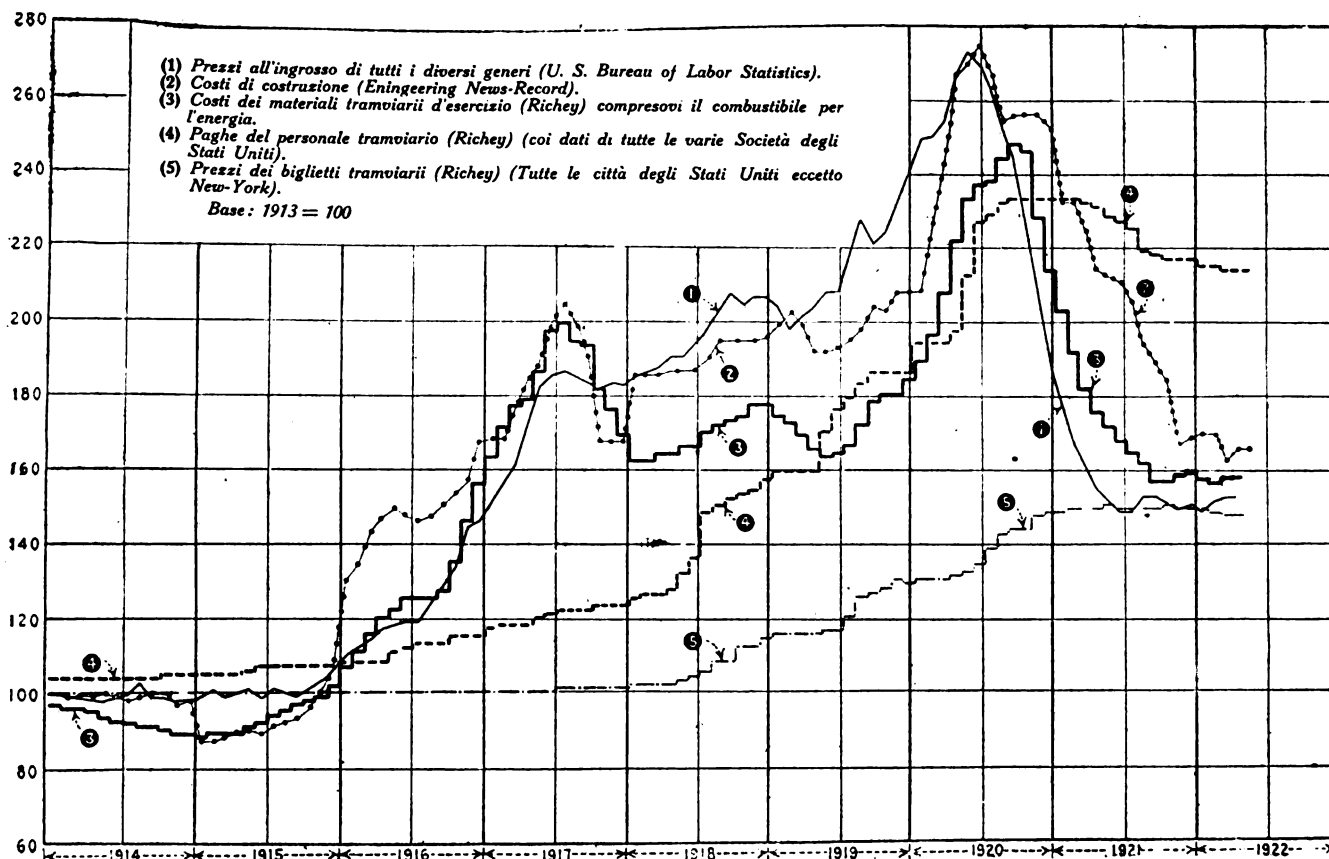
mento, del legname, e dei prezzi medi della mano d'opera, presi da numerose città, in modo da poter rappresentare con la massima precisione i costi di costruzione di tutti gli Stati Uniti. La linea rappresentante questo indice segue la (1) in quasi tutto il suo percorso.

È interessante ricordare anche un indice, non rappresentato nel disegno, che si riferisce in particolare modo ai costi delle costruzioni elettriche ferroviarie, trovato in base a studi fatti dalla Philadelphia Rapid Transit Co. e calcolato in base all'indice di tutti i diversi materiali degli Stati Uniti in genere, e ai prezzi delle rotaie, del rame, dei mattoni, della mano d'opera. Tale indice ha raggiunto un massimo di 252 nel maggio del 1920, ed è ribassato a 151 nel dicembre del 1921, sempre tenendo come base il 100 nel 1913.

La linea (3) del diagramma rappresenta l'indice riferentesi ai costi del materiale tramviario d'esercizio e manutenzione, compilato dal Richey in base a tre indici di prezzi fornitigli dall'United States Bureau of Labor Statistic, e al costo dei metalli, legnami da costruzione e combustibili. Detto indice raggiunge il suo punto massimo nel settembre 1920, con 247, abbassandosi poi tosto a 156 nel settembre del 1921, valore dal quale si è scostato, fino ad oggi, di assai poco.

L'indice delle paghe del personale tramviario (linea 4) è stato calcolato facendo la media delle paghe del personale di un largo numero di città e Compagnie interurbane in base al numero delle vetture-passeggeri in servizio. Dal 1916 fino all'ultima parte del 1921 questo indice si è mantenuto inferiore a quello di tutte le merci e prodotti in generale, mentre è poi rimasto molto alto, dopo l'abbassarsi degli altri indici. Infatti dal suo massimo di 232, toccato tra il 1920 e 1921, è diminuito solamente dell'8 per cento, cioè fino a 213 nel maggio di quest'anno.

Un indice che si differenzia dagli altri è quello relativo ai prezzi dei biglietti, calcolato facendo la media fra i prezzi di tutte le città degli Stati Uniti aventi una popolazione di almeno 50.000 abitanti. Esso si mantiene costante fino al maggio del 1918, epoca in cui co-



passato, è ora interessante studiare il ritorno dei diversi indici al normale.

Il diagramma annesso mostra una serie di cinque linee rappresentanti rispettivamente l'andamento di cinque indici diversi, dal principio del 1914 ad oggi, tutti calcolati in scala rispetto a un valore base del 1913, supposto 100. Tre di questi indici si riferiscono in modo particolare all'esercizio delle tramvie elettriche, e precisamente riguardano i costi dei materiali di servizio, delle paghe, e i prezzi dei biglietti. Gli altri due sono di ordine generale e si riferiscono ai costi di costruzione e delle diverse merci o prodotti in genere.

La linea (1) rappresenta appunto la tendenza generale dei prezzi di tutti i diversi generi, compilata in base ai prezzi medi di 300 prodotti presi da tutte le parti della regione e divisi opportunamente in classi, perchè il risultato fosse più preciso e attendibile.

Il secondo indice, rappresentato con (2) si riferisce ai costi di costruzione calcolati dalla «Engineering News-Record» in base a diversi prezzi correnti, quali quello del ferro da costruzione, del ce-

mincia un leggero aumento. Nello scorso anno il suo valore era vicinissimo a quello dei prodotti e merci in genere, e di dieci punti più basso di quello dei materiali d'esercizio e manutenzione; ma di ben 66 punti inferiore all'indice delle paghe.

a. r.

Abbonamenti per Laureandi Ingegneri

È aperto un abbonamento speciale all'*Elettrotecnica* per il corrente 1923 (annata completa) al prezzo ridotto di L. 40,— per gli studenti regolarmente iscritti all'ultimo anno della Scuola di Ingegneria del Regno.

Gli studenti che desiderano abbonarsi devono inviare cartolina vaglia all'Ufficio Centrale con una dichiarazione della Direzione o di un Professore della Scuola da cui risulti la loro qualità di Laureandi Ingegneri.

CRONACA

ELETTROFISICA.

Sorgente di raggi ultravioletti a spettro continuo. — Fulweiler e Barnes del «Franklin Institute» per certe loro ricerche sugli spettri di assorbimento ultravioletti degli idrocarburi e dei derivati oliosi del petrolio, hanno fatto uso di una sorgente luminosa capace di fornire uno spettro continuo nella regione ultravioletta. Codesto loro apparecchio sarebbe un perfezionamento di un altro più rudimentale (già ideato nel 1905 dal Grebe e successivamente migliorato dal Howe nel 1916) il quale consisteva essenzialmente in uno spinterometro con elettrodi immersi in acqua distillata. Quello Fulweiler e Barnes ha elettrodi formati da un'asticella di tungsteno del diametro di mm 3,5 montata alla estremità di un'altra asticella di ottone che le serve di sostegno. Le due asticelle che vengono a trovarsi verticalmente sulla stessa linea sono introdotte in un bulbo di vetro pyrex della capacità di 500 cm³ avvitandosi a traverso turaccioli di gomma indurita, spalmati di ceralacca. La filettatura della vite dell'asticella di ottone permette di portare gli elettrodi propriamente detti fino alla distanza esplosiva di mezzo millimetro che è quella mantenuta nel corso delle esperienze.

Lo scaricatore è situato in prossimità del centro del bulbo e all'altezza di esso viene introdotto orizzontalmente a traverso un turacciolo di gomma un tubo di ottone, il cui orifizio interno è chiuso da una finestra di quarzo del diametro di mm 16,5. Altre due tubature una nella parte inferiore e l'altra alquanto al disopra del centro servono per l'entrata e l'uscita di una corrente d'acqua. Entro il bulbo lo spinterometro viene così a trovarsi a un centimetro dalla finestra e a 2 cm al disotto del livello dell'acqua.

L'apparecchio è alimentato per mezzo di un trasformatore il cui primario assorbe 15 A sotto 110 V di corrente alternata, e lo spinterometro funziona a 120 interruzioni al secondo ottenute con un interruttore a mercurio. Il secondario poi è connesso allo spinterometro principale mediante uno spinterometro ausiliario a soffio pneumatico, ed ai suoi morsetti è derivata una coppia di bottiglie di Leyda della capacità di 0,001 μF ognuna. Il tungsteno, nella costituzione degli elettrodi, è risultato superiore all'alluminio, all'ottone, al ferro, al nichel, al carbone, al molibdeno, sia per l'abbondanza delle radiazioni corte che esso emette, sia per la sua stabilità di funzionamento: di più, mentre si logora molto meno rapidamente degli altri metalli, non richiede continua vigilanza alla regolazione. A. Me.

IMPIANTI.

Riunione annuale delle Associazioni svedese e norvegese di esercenti imprese elettriche. — Questa riunione ebbe luogo a Goetheborg alla fine dello scorso maggio, sotto la presidenza dei direttori Dahlander (Stoccolma) e Traaholdt (Skien). L'Ing. G. H. Grauer (Goetheborg) parlò dello «Sviluppo dell'impianto elettrico di Goetheborg».

Prese in seguito la parola l'Ing. E. Schueler sull'«Elettrificazione dell'illuminazione stradale di Goetheborg». Il direttore T. Gjestland (Rjukanfos) riferì quindi sul tema «L'alluminio quale materiale per condutture elettriche», soffermandosi specialmente sulle condutture d'alluminio con anima di acciaio e concludendo che per sezioni equivalenti superiori ai 25 mmq di rame convenga installare conduttori d'alluminio puro per piccole campate, e di alluminio con anima d'acciaio per grandi campate ed esprimendo un voto per la normalizzazione di tali conduttori. Sullo stesso argomento parlò l'Ing. J. C. Holst (Cristiania). Fece seguito il Segretario generale dell'Associazione svedese C. A. Rossander (Stoccolma), parlando della «Trasmmissione d'energia con corrente continua ad alta tensione», e descrivendo il noto impianto di Moutiers-Lione (100 kV, 150 Amp.). La S. A. des Ateliers de Sécheron è in grado di costruire tali impianti fino a 300 Amp. e 2x150 kV con una tensione di 7,5 kV per collettore. Da un raffronto fra corrente continua e corrente trifase per la trasmissione di 90.000 kW ad una distanza di 300-400 km risultò che in certe circostanze il costo dell'impianto a corrente continua sarebbe del 12% inferiore a quello a corrente trifase con un rendimento altrettanto più basso.

L'Ing. F. Claudi (Solbergfossen) riferì sui «Sostegni per condutture di trasmissione d'energia». L'uso di pali in legno in Norvegia tende a diminuire nonostante che la pratica abbia dimostrato che la durata di tali sostegni impregnati è di 30-25 anni. Speciale menzione venne fatta dei sostegni in ferro tipo americano, raccomandando particolarmente i giunti a vite per i singoli tronchi di un sostegno e la galvanizzazione a caldo.

C. A. Rossander parlò poscia della «Doppia tarifficazione». Seguirono le comunicazioni del segretario generale dell'Associazione norvegese J. Sandberg (Cristiania) e del direttore K. E. Nylander (Stoccolma) sulle «Stazioni trasformatrici all'aperto» nelle quali vennero esposti i vantaggi e gli eventuali svantaggi di questo tipo di stazioni. Su «Alcuni aspetti della tarifficazione in caso di impiego da parte dell'esercente di un impianto della rete di un altro impianto per distribuire energia ai propri utenti» parlò l'Ing. Haessler (Stoccolma). Astruendo anzitutto dalle variazioni nelle perdite d'energia nella rete in questione, dovrebbe vigere il principio che la potenza fornita alla

rete sia in kW che in kVA, corrisponda in ogni momento alla potenza contemporanea derivata in un altro punto. Praticamente però non si può seguire questo concetto, in primo luogo perchè la fornitura dell'energia non può far seguito alla derivazione di quest'ultima in modo completo, ma invece esiste sempre fra i loro valori una certa differenza, denominata dall'A. «potenza marginale», in secondo luogo perchè sarebbe troppo gravoso sia un controllo che una registrazione che si riferisse alla potenza fornita e derivata in ciascun istante. Più semplice sarebbe misurare l'energia marginale mediante contatori di kWh, e se con ciò il proprietario della rete non corresse il pericolo che il fornitore dell'energia non ne commisurasse la fornitura al fabbisogno degli utenti, ma bensì a interessi suoi speciali. L'A. propone perciò di dividere la giornata in dati periodi in modo che il prezzo del kWh durante uno degli stessi abbia per il proprietario della rete press'a poco valore costante e che l'energia marginale durante un tale periodo venga controllata mediante un contatore di kWh.

Infine parlò l'Ing. H. Klingberg (Stoccolma) sull'«Importanza delle norme di installazione per gli impianti a bassa tensione».

In seno all'Associazione Svedese riferirono inoltre il direttore Molin (Malmoe) sul «Nuovo ampliamento della centrale termica a vapore di riserva dell'impianto elettrico di Malmoe» e l'Ing. V. Blomquist (Stoccolma) su un tipo di «Caldaia per alte pressioni» da lui ideato, costituito da una certa quantità di tubi, posti in rotazione a circa 300 giri al 1' mediante un motore. In tal modo si ottiene che tutta la superficie dei tubi possa considerarsi come superficie riscaldata e che inoltre l'acqua venga proiettata contro la parete dei tubi, garantendo un intimo contatto con gli stessi. Si raggiungono con ciò delle produzioni orarie di vapori enormi (fino a 700 kg/mq), che permettono di ridurre al minimo le dimensioni della caldaia, la quale perciò può essere costruita facilmente per altissime pressioni. I premistoppa necessari alla estremità dei tubi non darebbero secondo l'A. nessuna noia e l'alimentazione d'acqua avverrebbe in modo completamente automatico. e. e. s.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Ricerche sulla origine dei disturbi atmosferici (intrusi) nella radiotelegrafia. — L'Austin, direttore del laboratorio radiotelegrafico della Marina degli Stati Uniti ha pubblicato una interessante relazione delle sue osservazioni eseguite per indagare le origini degli intrusi. Una prima serie di codeste osservazioni fu fatta nei primi mesi dell'anno successivamente in tre stazioni nell'isola di Cuba, poste a diverse distanze dalla costa oceanica ed anche a differenti altitudini. Una seconda serie ebbe luogo nell'estate, pure in diverse stazioni nell'intento di studiare gli intrusi del litorale orientale del Pacifico e quelli di Porto Rico.

I dispositivi all'uso usati furono i noti telai a quadri girevoli combinati con antenne ordinarie, le quali erano d'ordinario ad un solo filo e non oltrepassavano la lunghezza di 30 m dei quali non più di 15 vert'ali. La direzione ed il senso di arrivo degli intrusi venivano determinati girando il quadro e ricercando un massimo ed un minimo d'intensità, mentre antenna e quadro venivano alternativamente connessi in serie od in opposizione. A scopo di controllo si orientava il quadro stesso ad angolo retto colla direzione dianzi determinata e si constatava se la messa in circuito di esso in un senso o nell'altro alterava o no l'intensità degli intrusi percepiti mediante l'antenna verticale.

I risultati raggiunti si possono così riassumere:

a) gli intrusi permanenti delle coste nord-americane dell'Atlantico provengono in generale da direzioni comprese fra Sud e Ovest, principalmente dal Messico ed in parte dai Monti Alleghany;

b) le poche osservazioni finora raccolte sul litorale del Golfo del Messico accennano ad una direzione sud-occidentale, vale a dire originaria dal Messico;

c) gli intrusi lungo il litorale del Pacifico sono più deboli di quelli del litorale atlantico e sembra che provengano specialmente da centri d'irradiazione vicini situati in determinate regioni nelle Montagne Rocciose e più particolarmente nel Mont Renier, picco isolato dominante la zona. Quelli osservati in San Francisco e San Diego, due stazioni della seconda serie accennata in principio, provengono pure da centri determinati posti nelle vicine catene montuose;

d) gli intrusi che si osservano a Porto Rico hanno la loro origine lungo le direzioni di SSE e NNW: il centro d'irradiazione dei primi è con molta probabilità situato nell'America meridionale, quello dei secondi nel sud messicano, e questo potrebbe essere verosimilmente lo stesso da cui s'irradiano quegli intrusi che disturbano la regione orientale degli Stati Uniti. A Porto Rico però nei mesi caldi si percepiscono intrusi abbastanza intensi, ma di origine locale;

e) in generale gli intrusi atmosferici provengono dalla terraferma anziché dal mare, e quando giungono dal mare, quasi sempre lungo la loro direzione trovasi una terra più o meno vicina;

f) la loro intensità varia in talune località in modo assai sensibile colla lunghezza d'onda per la quale sono sintonizzati gli apparecchi riceventi, ed in questo caso provengono probabilmente da punti lontani. Sono invece di origine locale quelli che conservano una intensità press'a poco indipendente dalla lunghezza d'onda;

g) a Washington si constata che gli intrusi del pomeriggio presentano in estate una orientazione molto più netta che non quelli antimeridiani, l'individuazione della direzione riesce tanto più decisa quanto maggiore è la loro intensità;

h) si possono stabilire due specie ben distinte d'intrusi: quella che dà al telefono ricevitore un colpo secco percepibile su diverse lunghezze d'onda, e quella che produce una successione di crepitii distinti secondo le successive lunghezze d'onda e formanti una specie di «spettro atmosferico» o statico più o meno continuo.

Concludendo si può dire che dalle constatazioni fatte finora non è possibile ricavare una teoria completa e soddisfacente degli intrusi, ma sembra probabile che le loro cause risiedano in potenti scariche fra masse di atmosfera a potenziali differenti. L'Austin tuttavia osserva essere difficile spiegare come codeste scariche, le quali generano oscillazioni elettriche notevolmente più forti di quelle emesse dalle più potenti stazioni r. t. riescano a manifestarsi senza concomitanti fenomeni luminosi visibili. Quest'apparente anomalia potrebbe forse spiegarsi coll'ammettere che le supposte scariche avvengano nell'avvicinamento e nel rapido contatto di masse gassose elettrizzate vaganti in un'atmosfera rarefatta, ionizzata e conduttrice, con una velocità sufficiente per neutralizzarsi senza accompagnamento di scintilla, pur dando luogo a potenti perturbazioni statiche.

Qualunque sia l'ipotesi plausibile, l'Austin fa notare che se le onde perturbatrici sono generate, nella maniera supposta, negli strati superiori dell'atmosfera, fa d'uopo ammettere che l'onda si propaghi in linea retta fintantochè non raggiunge la superficie terrestre, ma dopo, a similitudine quanto avviene per le onde emesse da una stazione di velivolo, la propagazione dovrebbe avvenire con fronte verticale e cioè in direzione all'incirca tangenziale rispetto alla crosta terrestre.

In ogni modo sarebbe senza dubbio di molto interesse procedere a sistematiche osservazioni in diverse stazioni e in diverse regioni del globo, dovunque sorgano stazioni r. t.; e coordinare poi tutti i risultati raccolti per poterne desumere dati meno incerti sulle origini e sulle direzioni di propagazione dei disturbi atmosferici.

A. Me.

*

Comitato Nazionale di Radiotelegrafia Scientifica. — Sotto gli auspici della R. Accademia dei Lincei si è recentemente costituito il «Comitato Nazionale di Radiotelegrafia Scientifica», il quale si propone di dare vigoroso impulso, nel nostro Paese che ne fu la culla, agli studi concernenti questo ramo così recente e così importante della tecnica.

Esso si compone di un certo numero di Membri permanenti, eletti dal Comitato promotore della R. Accademia dei Lincei, e di Membri temporanei, che saranno nominati in seguito.

Giovedì 8 del corrente mese ebbe luogo la prima riunione, in Roma, presso l'Istituto Fisico della R. Università, dei membri permanenti. Erano fra gli intervenuti il Senatore Corbino, l'Ammiraglio Pullino, il Prof. Lombardi, il Colonnello Sacco, il Prof. Vanni, il Prof. Di Pirro, il Comandante Pession, il Comm. Angelini, il Comandante Vicedomini, il Maggiore Celloni, il Prof. Artom, il Prof. Bordoni, il Comm. Mirabelli, e molti altri; avevano scusato la loro assenza il Prof. Majorana, il Prof. Cantone, il Prof. G. Vallauri ed altri.

Affidata, per voto unanime, la presidenza al Senatore Corbino, e deliberato l'invio di un caldo telegramma di saluto a Guglielmo Marconi, fu letto ed approvato lo schema di Statuto già predisposto dal Comitato promotore; si procedette quindi, a norma dello Statuto stesso, alla elezione del Consiglio direttivo, che risultò così composto:

Presidente: Sen. Prof. O. M. Corbino;

Membri: Prof. L. Lombardi, della R. Scuola Ingegneria di Roma; Prof. G. Vanni (con funzioni di Segretario generale), Direttore del R. Istituto Radiotelegrafico Militare; Prof. G. Di Pirro, Direttore del R. Istituto Superiore Postale Telegrafico-telefonico; Prof. G. Vallauri, Direttore dell'Istituto Radiotelegrafico della R. Marina; Comm. G. Pession, Capo dei Servizi radiotelegrafici della R. Marina; Cav. G. Poladas, Capo dei Servizi radiotelegrafici al Ministero PP. TT. (con le funzioni di Tesoriere).

Il Sen. Corbino invitò quindi i presenti ad esprimere le loro idee in merito al programma dei lavori del Comitato, onde fornire al Consiglio direttivo una base di discussione; e pregò, anzitutto, il Prof. Vanni di leggere l'elenco delle Commissioni ed il programma dei lavori del Comitato Internazionale di Radiotelegrafia. Seguì uno scambio di idee sulla reale estensione del campo d'indagine abbracciato dal programma del Comitato Internazionale e sulla opportunità di estendere gli studi, oltrechè alla propagazione e ricezione, anche alla produzione delle onde; ad esso presero parte, oltre il Presidente ed il Prof. Vanni, il Col. Sacco, il Prof. Di Pirro, il Comm. Pession ed il Prof. Artom. Il Sen. Corbino assicurò i presenti, in fine, che il Consiglio direttivo avrebbe tenuto largo conto delle opinioni manifestatesi durante la discussione.

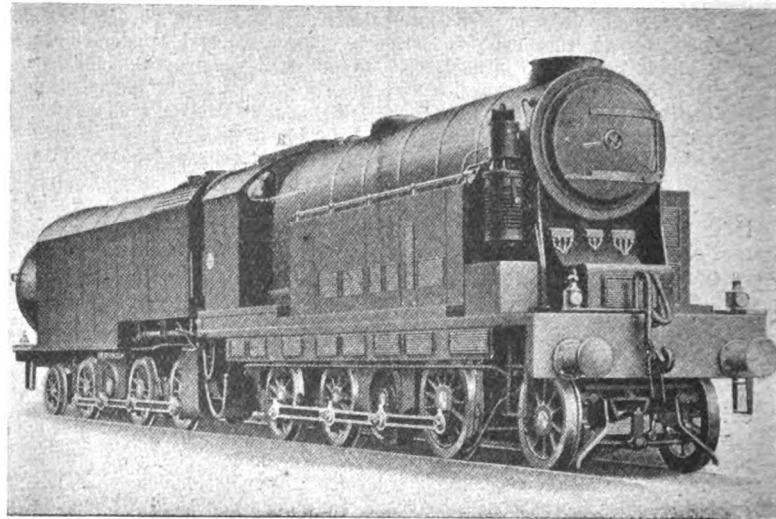
Non mancheremo, appena possibile, di dare ai lettori notizie più complete sul Comitato e sopra i suoi lavori.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Una nuova locomotiva turbo-elettrica. — Per diminuire il consumo di carbone nella trazione a vapore, un ingegnere inglese ha progettato un nuovo tipo di locomotiva turbo-elettrica il quale sta facendo ora le sue prove.

Il vapore prodotto in caldaia passa in una turbina a vapore direttamente accoppiata con un alternatore trifase a 60 periodi e viene sca-

ricato in un condensatore di tipo speciale ad evaporazione collocato sul tender. Il macchinario motore è costituito da due gruppi di motori trifasi con indotto ad anelli disposti l'uno sulla locomotiva e l'altro sul tender i quali a mezzo di ingranaggi ed assi ausiliari comandano ciascuno tre assi accoppiati. Un piccolo gruppo turbo-dinamo ausiliario, produce la corrente continua per l'eccitazione dell'alternatore e per i servizi ausiliari. All'avviamento i motori sono collegati in cascata ed il gruppo turbo-generatore viene mantenuto ad una velocità metà della normale in modo da ottenere una frequenza di 30 periodi. In queste condizioni si raggiunge la velocità di 24 km-ora. Successivamente i motori vengono collegati in parallelo e la velocità aumenta fino a 48 km-ora, dopo di che si accelera gradatamente il gruppo turbo-generatore fino al raggiungimento della sua velocità normale in corrispondenza della quale si ha una velocità di corsa di 96 km-ora con una frequenza di 60 periodi.



La locomotiva ha esternamente l'aspetto di una ordinaria locomotiva con tender ad assi motori: la differenza sta nell'aver sostituito i cilindri e gli organi a moto alterno, con un turbo-alternatore.

L'interposizione dell'alternatore e dei motori nella trasmissione del moto fra la turbina e le ruote motrici consente un migliore avviamento ed una più estesa regolabilità e, nello stesso tempo facilita l'inversione della marcia e lascia invariata la potenzialità della locomotiva nei due sensi.

Le caratteristiche principali sono le seguenti:

Lunghezza totale	m.	21.—
Passo rigido	n.	5.—
Peso sulle ruote motrici	Tonn.	18.— in media
Diametro delle ruote motrici	m.	1.22
Peso complessivo compresi 10 metri cubi di acqua di raffreddamento e 4 tonn. di carbone	Tonn.	130.—
Superficie totale di riscaldamento compreso il surriscaldatore	mq.	140.—
Superficie di graticola	mq.	2.63
Pressione di lavoro	kg-cmq.	14.—
Sforzo di trazione	Kg.	10.000
Peso aderente	Tonn.	110.—
Potenza del turbo-generatore a 3600 giri e 68 cm di vuoto	kW.	890.—
Potenza di ciascun motore	HP.	275.—
Potenza complessiva dei motori	HP.	1100.—

Sarà interessante conoscere i risultati degli esperimenti, specialmente per quanto si riferisce alla economia di carbone e di acqua.

g. a. r.

*

L'elettrotrazione in Svizzera. — Secondo un rapporto dell'Amministrazione Ferroviaria Federale Svizzera, sono stati elettrificati finora km 357 di linea, cui nel 1923-24 saranno aggiunti altri 239 km, così che, per l'autunno del 1924, sarà elettrificato un terzo della rete federale. Il costo delle nuove linee sarà di 350 milioni di lire-oro, e quello del materiale mobile relativo giungerà ai 128 milioni; della somma totale, 300 milioni saranno versati alla fine dell'anno. La conseguente economia di carbone prevista è di 318.000 tonn all'anno, cioè il 45,4 % del consumo totale delle Ferrovie Federali nel 1913.

e. m. a.

L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

Discussione sulla continuità dell'esercizio - Assemblea generale.

La sera del 23 è continuata la discussione sulla regolarità e continuità dell'esercizio negli impianti elettrici. Il Collega *Barbagelata*, col sussidio di numerose proiezioni, passò in rassegna i più moderni tipi di *relais* per poter dare una base più concreta alle successive discussioni. La conversazione quindi riprese assai interessante e vi parteciparono, col Presidente *Semenza*, — il quale parlò particolarmente del sistema del *dirigente unico* (il dispatcher degli Americani) che sta per essere adottato in Piemonte dalla S.I.P. — i colleghi *Locatelli*, *Manfredi*, *Broggi*, *Barbagelata*, *Colombo* ed altri.

*

La riunione fu preceduta dall'Assemblea generale ordinaria dei soci, nella quale dopo che il Presidente *Semenza* ebbe ricordati i numerosi e gravi lutti che colpirono la Sezione nell'annata, furono approvati senza discussione i bilanci. A parziale rinnovo delle cariche sociali furono quindi eletti per acclamazione a Consiglieri di Sezione i signori: ing. Broggi Silvio; ing. Fumero Francesco; ingegner Manfredi Francesco; ing. Vannotti Ernesto. Ed a consiglieri delegati alla Sede Centrale i signori: ing. Bacchini Cesare; ingegner prof. Belluzzo Giuseppe; ing. Coltri Carlo; ing. Covi Adolfo; ingegner Castelli Guglielmo; ing. Del Puglia Antonio; ing. Gavazzi Giuseppe; ing. Luzzatti Riccardo; ing. Mascarini Giovanni; ing. Orefici Giuseppe; ing. Rossi Francesco; ing. Salvini Giuseppe; ingegner Simonotti Oreste.

Alcuni dei consiglieri delegati erano di nuova nomina, avendo la Sezione superati i 1200 soci.

*

Sospendendo le loro discussioni sulla regolarità dell'esercizio degli impianti e portandosi, come disse il Presidente *Semenza*, in una sfera più elevata al di sopra delle piccole miserie quotidiane, i soci convennero numerosissimi le sere del 26, 27 e 28 marzo ad ascoltare dal Prof. *Voghera* una interessante sintesi delle più recenti vedute scientifiche sulla costituzione della materia. Il *Voghera*, che già l'anno scorso, pure alla Sezione di Milano, aveva tenuto tre conferenze sulla teoria delle relatività, trattò questa volta della teoria dei «quanta» dovuta al Plank e generalizzata dall'Einstein, e scaturita dagli studi e dalle ricerche susseguite alla scoperta della radioattività. Argomenti naturalmente non del tutto nuovi per tutti — (molti Soci ricordano la mirabile conferenza del Prof. Corbino nell'ultimo Congresso tenuto a Roma; anche l'*Elettrotecnica* pubblicò l'anno scorso due interessanti monografie sull'argomento dovute alla Dott. Brunetti) — ma che incatenarono l'attenzione dell'uditorio, il quale alla fine di ogni seduta salutò con vivi applausi l'egregio professor *Voghera*. E da augurarsi che simili iniziative, destinate a riavvicinare alle fonti pure della scienza i tecnici che della scienza devono vivere sui margini, possano frequentemente rinnovarsi.

* *

SEZIONE DI BOLOGNA.

Il 25 marzo ha avuto luogo la prima delle riunioni indette dalla Sezione di Bologna per trattare della *Energia elettrica nelle campagne*. Dopo brevi parole del Presidente, quale introduzione e per presentazione del Relatore, Ing. Comm. D. Civita, questi intrattenne per quasi due ore l'uditorio parlando della «energia elettrica nella risoluzione dei problemi culturali agricoli». Al termine della applaudita conferenza, si svolse una animata discussione alla quale parteciparono l'Ing. Romagnoli, il Prof. Sartori, l'Ing. Carnevali, l'Ing. Civita e altri.

Questa prima riunione ha mostrato l'impossibilità di contenere in due ore, come era stato disposto, la discussione sopra un argomento che interessa il mondo tecnico e coinvolge problemi importanti della ricostruzione nazionale. Le successive riunioni dell'8 e del 15 aprile, si inizieranno alle 10 e riprenderanno alle ore 15, dopo cioè la colazione sociale; la quale il 25 scorso riuscì particolarmente gradita, in quanto permise ai soci di Bologna di trattarsi in amichevoli colloqui con i Colleghi giunti in buon numero espressamente da fuori.

Nell'*Elettrotecnica* verrà pubblicato il resoconto stenografico delle tre adunanze e un ampio sunto delle singole relazioni. Con questo la Sezione di Bologna intende di portare il proprio contributo alla trattazione di uno dei più importanti temi che verranno svolti alla riunione generale del prossimo autunno.

* *

SEZIONE DI FIRENZE.

Verbale dell'Assemblea generale ordinaria del 12 marzo 1923.

Apertasi la seduta il Presidente Prof. Pasqualini propone innanzi tutto di inviare le condoglianze alla famiglia dell'Ing. Ciampolini, da pochi giorni mancato alla vita, e che era da vari anni Socio dell'A.E.I.

L'Assemblea approva all'unanimità.

Indi il Presidente Prof. Pasqualini legge la seguente Relazione sulla gestione dell'anno 1922 della Sezione di Firenze.

Egregi Consoci,

A norma dello Statuto questa riunione doveva essere tenuta entro il mese di Gennaio, ma varie circostanze, che sarebbe superfluo qui enumerare, ci hanno impedito di convocarvi in Assemblea prima di ora e di questa nostra involontaria irregolarità domandiamo la vostra sanatoria.

Premesso ciò per non togliere troppo tempo all'Ing. Venturini che ci intratterrà su un argomento tanto importante mi limiterò a poche parole.

Convinto che la nostra Associazione può avere un'azione tanto più influente sulla vita intellettuale e culturale della nazione quanto maggiore è il numero dei suoi soci, ci siamo adoperati con vivo interessamento ad accrescerne il numero degli iscritti alla nostra Sezione.

Il Consiglio Generale ha raccomandato di istituire a tale scopo delle Commissioni di propaganda. Noi abbiamo fatto anche più perchè tutto il Consiglio si è costituito in Commissione di propaganda e così il numero dei Soci è portato da 130 a 192.

A questo non piccolo incremento hanno contribuito anche i Soci, ma non quanto era desiderabile. Contribuire allo sviluppo dell'A.E.I. è far opera patriottica, ma non basta pagare puntualmente la propria quota, bisogna prendere parte attiva alle riunioni e far soci, molti soci.

Per dare ai Soci modo di ritrovarsi abbiamo istituite le riunioni amichevoli periodiche al primo e al terzo lunedì di ciascun mese, riunioni che incontrano la simpatia di un buon numero di Soci assidui frequentatori, ma non quanto avremmo desiderato; non quanto avrebbe potuto essere espressione di desiderio nella massa dei Soci di ritrovarsi per scambiarsi idee e notizie.

Durante molte di queste riunioni abbiamo avuto delle importantissime comunicazioni fatte in forma amichevole che diedero luogo a discussioni non meno interessanti.

Così l'Ing. Jervis ci intrattenne sul calcolo delle reti: l'Ing. Javicoli sulle centrali telefoniche in genere e su quelle automatiche in particolare: l'Ing. Cuttica sui locomotori guidando poi i Soci alla visita di un locomotore: l'Ing. Del Valle dei «Bacini Imbriferi».

L'Ing. Modigliani parlò due sere sui recenti progressi della Radiotelegrafia e della Radiotelegrafia e in quelle sere il Socio Bizzarri portò qui nel locale della sede i suoi apparecchi con i quali abbiamo potuto ascoltare radiotelegrammi di Stazioni lontanissime.

L'Ing. Guglielmo Sarti parlò sugli strumenti e misure e l'Ing. Raimondo Sarti sul Convertitore Corbino mostrandoci l'apparecchio.

L'Ing. Picchi fece una brillante comunicazione sulle applicazioni di elettricità agli usi domestici con una ricca esposizione di apparecchi in funzione, e l'Ing. Pavone parlò sui trattamenti termici degli acciai e sulla metallografia corredando il suo dire di belle proiezioni.

Per tre riunioni di seguito si ebbe una importantissima discussione sull'insegnamento professionale cui presero parte il Prof. Occhialini, l'Ing. Picchi, l'Ing. Martinez e molti altri oltre al sottoscritto.

Su questo importante argomento ritorneremo a tempo opportuno.

Nelle altre riunioni, nelle quali non fu trattato qualche speciale argomento, la conversazione si svolse in forma amichevole, direi quasi di salotto, su argomenti d'attualità. Io vorrei che i Soci frequentassero queste riunioni e troverebbero che la serata è meglio spesa che in un fumoso caffè.

Si disse che molti Soci non intervengono perchè passano inosservate le sere di riunione non essendo ad epoche fisse. Speriamo che così sia. E per togliere l'inconveniente d'ora in avanti le riunioni si terranno il 1 e il 15 di ogni mese o nei giorni successivi se quelli sono festivi.

Dunque nei detti giorni il locale sociale è aperto a disposizione dei Soci della nostra sede e a quelli delle altre sedi che si trovassero continuamente in Firenze, dalle 20 alle 24.

Non si mandano inviti e avvisi perchè la stampa e la posta sono troppo costose, altro che nei casi che siano trattati argomenti speciali.

Io debbo pure lagnarmi del troppo limitato concorso alle gite sociali che pure costano tante fatiche per la loro organizzazione. Alle due interessantissime gite al Lago di Massaciuccoli per le visite degli Impianti per l'utilizzazione delle Torbe della Società Torbiere d'Italia e alla Scuola di Tintoria a Prato il concorso fu scarso in relazione all'importanza delle gite stesse. Un'altra gita progettata sull'Appennino per visitare i lavori di elettrificazione delle FF. SS. che gentilmente ci concesse il permesso, non si poté effettuare per

il troppo esiguo numero dei partecipanti. Questa gita se le FF. SS. ci mantengono il permesso intendiamo mandare ad effetto il giorno 8 Aprile e spero che questa volta le adesioni non mancheranno; altre gite sono in progetto a Coltano, a Volterra e Pomarance, a Pietrafitta in Val di Neva; se il concorso a quella prossima col giorno 8 ci sarà di incoraggiamento, organizzeremo anche le altre gite progettate; se no abbandoneremo le gite e ci daremo alle agapi sociali visto che queste attraggono i Soci più che le conferenze e le gite.

Egredi Consoci, io sarei ben più soddisfatto se invece di essere io a lamentarmi della vostra indolenza, a seguire gli sforzi che il Consiglio fa per dar vita alla nostra Sezione, da voi si elevassero accuse a noi di poca attività. Se un gruppo di giovani oppositori fascisti d'animo venissero qui e ci dicessero ritiratevi per aver raggiunto i limiti di età io sarei ben felice perchè sarebbe segno che essi hanno compreso l'alta missione educatrice dell'A.E.I. come fu compresa quella di analoghe istituzioni nei Paesi da noi più progrediti.

Speriamo che se così non è, così sarà.

*

Si passa poi alla votazione dei bilanci consuntivo 1922 e preventivo 1923 e all'elezione dei due Consiglieri Delegati alla Sede Centrale, votazione a cui presero parte 79 Soci.

I Bilanci risultarono approvati con 73 voti favorevoli e 6 astenuti. Risultarono eletti a Delegati alla Sede Centrale:

Martinez Ing. Paolo - con voti 76.

Cuttica Ing. Amedeo - con voti 75.

Infine prende la parola il Socio Ing. Venturini per la sua comunicazione nella *Produzione e Distribuzione dell'Energia Elettrica in Toscana*.

Il Conferenziere illustrò innanzi tutto il mirabile progresso fatto dalla Industria Nazionale che da 86.500 kw installati nel 1908 è giunta oggi a kw 1.800.000 e fece un'analisi particolare di quello che è avvenuto in Toscana. Per mezzo poi di interessantissimi diagrammi dimostrò come la Toscana non sia fra le ultime regioni d'Italia per la diffusione di energia elettrica, mentre invece per il consumo relativo per abitante, è alquanto inferiore alle altre regioni.

Parlò poi delle grandi linee di trasporto che collegano la Toscana, regione eminentemente centrale, con gli Impianti del Nord, e del Sud, e le future comunicazioni che la collegheranno con le reti adriatiche. Per mezzo poi di numerose fotografie descrisse le Centrali di Nera Montoro, di Castelnuovo e le grandi Cabine.

Illustrò poi l'impianto dell'Ozola che è centro importante come Centrale di produzione e di conversione di frequenza, che stabilisce la congiunzione del sistema delle reti che collegano le Centrali idrauliche delle Alpi (Adamello, ecc.) a 42 periodi, col sistema delle reti dell'Italia Centrale a 50 periodi, il quale poi per mezzo delle Centrali sul Nera e sul Velino, si ricollega con il sistema di reti che da Roma si estende nell'Italia Meridionale.

Disse poi come la Soc. Mineraria ed Elettrica del Valdarno ha studiato un progetto di una grande centrale di 80.000 kW a lignite, con la quale si propone di risolvere il grande problema del bacino Minerario del Valdarno e creare così un organo che faccia da stanza di compensazione ai sistemi delle linee di trasporto della energia Elettrica in tutta Italia.

* *

SEZIONE DI PALERMO

Adunanza del 10 marzo 1923

Ordine del giorno:

Comunicazioni della Presidenza — Approvazione del Bilancio Consuntivo 1922 — Nomina del Vice Presidente e di un Delegato alla Sede Centrale.

Sono presenti i Soci:

Ing. Trossarelli; Ing. Acanfora; Barone Tomasini; Cav. Ing. Amoretti; Sig. Parisi; Ing. Casella; Ing. Engel; Ing. Arena; Prof. Piola; Prof. Masticchi; Ing. Marino; Ing. Serravalle; Ing. Todaro; Ing. Cecconi; Ing. Vaccaro; Prof. La Rosa.

Pressiede il Sig. Ing. Trossarelli che apre la Seduta in seconda convocazione alle ore 17,30, mandando un saluto al Prof. Dina, allontanatosi per ragioni professionali da Palermo e quindi dalla nostra Sezione e al Prof. Piola che proveniente dalla Sezione di Roma si è iscritto ora alla nostra. Il Prof. Piola ringrazia e mette a disposizione della Sezione i locali dell'Istituto di Elettrotecnica, come aveva fatto finora il Prof. Dina.

Il Presidente comincia quindi le adesioni dei nuovi Soci:

Ing. Cuneo Alberto; Sig. De Mardo Luigi; Ing. Nicolò Carmazza; Ing. Lorenzo Bontà; Ing. Adolfo Bordone; Ing. Romagnino Pio; Ing. Fillak Ferruccio; Cav. Giovanni Benintendi; Ing. Mario Failla; Ing. Farina Giusto; Ing. Catalano Giuseppe; Ing. Parisi Saverio; Ing. E. G. Bauer; Ing. Agostino Pincherly; Ing. Gaspare Corrao; Ing. Longo; Ing. Rubino; Ing. Di Lorenzo; Ing. Todaro; Ing. Marino Salvatore; Ing. Agnello; Ing. Sarinelli; Ing. Cali; Prof. Piola.

Con tale ammissione la Sezione avrebbe già raggiunto il numero di 125 Soci se non se ne fossero in questo anno allontanati alcuni per

morosità, altri per trasferimenti. Raccomanda vivamente ai Soci tutti di fare ottima propaganda per elevare il numero dei Soci ciò che potrà permettere con l'aumento delle entrate della Sezione di risolvere il problema dei locali, la cui soluzione ormai si rende indispensabile. Si svolge quindi una serena discussione tra i Soci presenti circa il miglior modo di provvedervi e si dà mandato infine al Presidente, unanimemente dai Soci, di interessare i dirigenti delle Società elettriche locali di aiutare la Sezione, mettendo a sua disposizione qualche locale, anche con conveniente compenso.

Il Presidente presenta quindi il Bilancio consuntivo del 1922, che qui si trascrive:

Attivo

Contributo di 72 Soci annuali residenti a L. 50	L. 3.600,—
" " 13 " annuali non residenti a L. 45	" 585,—
" " 11 " collettivi a L. 100	" 1.100,—
" " 3 " semestrali a L. 25	" 75,—
Quote anticipate da Soci pel 1923	" 280,—
Interessi su deposito a risparmio	" 57,96
Resto attivo 1921	" 1.942,19

Totale L. 7.640,15

Passivo

Rimesse alla Sede Centrale

Quote 91 Soci annuali a L. 35,—	L. 3.185,—
" 3 " semestrali a L. 17,50	" 52,50
" 11 " collettivi a L. 70,—	" 770,—
Metà quota contributo ricevimento a L. 17,50	" 70,—
Abbonamenti riviste	" 20,—
Quota contributo ricevimento Lieb	" 300,—
Spese per esazioni	" 75,—
Spese varie di Segreteria e bolli	" 133,85
Norme impianto pagate per i Soci	" 81,—
Saldo attivo	" 2.952,80

Totale L. 7.640,15

Presenta anche il bilancio preventivo del 1923 che qui si trascrive:

Attivo

Contributo di 82 Soci annuali residenti a L. 50	L. 4.100,—
" " 15 " annuali non residenti a L. 45	" 675,—
" " 10 " collettivi a L. 100	" 1.000,—
5 nuovi Soci residenti a L. 50	" 250,—
3 " " non residenti a L. 45	" 135,—
2 " " collettivi a L. 100	" 200,—
Resto attivo 1922	" 2.952,80
Presunti interessi attivi per depositi	" 87,20

Totale L. 9.400,—

Passivo

Alla Sede Centrale per n. 105 Soci annuali a L. 35	L. 3.675,—
Alla Sede Centrale per n. 12 Soci collettivi a L. 70	" 840,—
Abbonamento riviste	" 20,—
Segreteria, poste e bolli	" 150,—
Esazioni	" 75,—
Concorso costituzione nuova Sede	" 2.000,—
Imprevisti e diversi	" 40,—
Presunto saldo attivo	" 2.500,—

Totale L. 9.400,—

Tutti e due i bilanci vengono approvati ad unanimità. Si passa quindi alla elezione del Vice Presidente della Sezione e di un Delegato alla Sede Centrale, in sostituzione del Prof. Alberto Dina trasferitosi a Milano.

Vengono eletti ad unanimità:

Vice Presidente: Prof. Cav. Michele La Rosa;

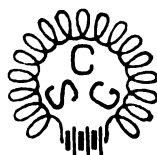
Delegato alla Sede Centrale: Comm. Ing. Stefano Lo Presti.

Essendo già il Prof. La Rosa Consigliere della Sezione, si passa alla nomina di un altro Consigliere in sua vece e viene eletto pure ad unanimità il Prof. Comm. Piola Francesco.

Su proposta del Presidente l'Assemblea approva la erogazione di L. 200 quale contributo della Sezione, per le Onoranze ad Augusto Righi.

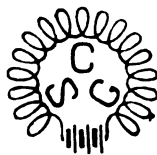
I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

ALLA FIERA CAMPIONARIA di MILANO



**ISTRUMENTI DI MISURA
C.G.S.**

Società An. - Cap. L. 4.500.000
Sede Sociale in Milano

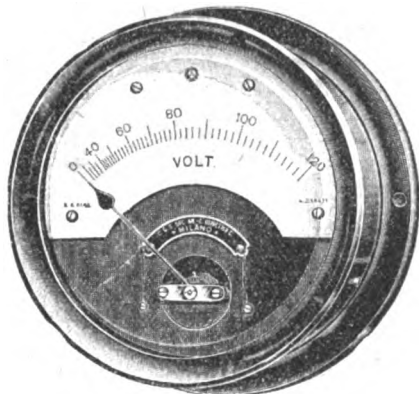


FIERA DI MILANO

Gruppo XIX - Stands 2449-3450-3451-3452

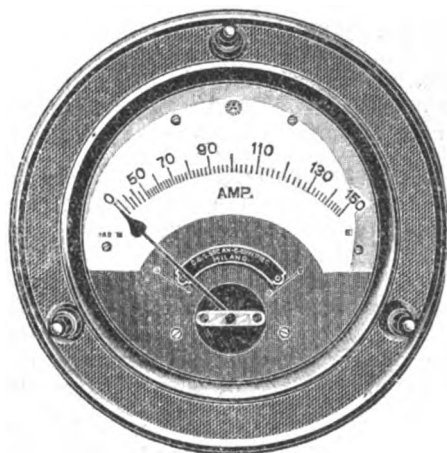
Nel 1896 l'Ing. Camillo Olivetti, intuendo il grande sviluppo che avrebbe necessariamente preso l'elettrotecnica nel nostro Paese, fondava a Ivrea una piccola fabbrica di strumenti elettrici di misura, che ben presto si orientò verso la produzione di tipi industriali.

La tecnica della costruzione degli impianti elettrici era già allora uscita dalle prime incertezze e prendeva una fisio-



nia ben definita, che si è andata poi sviluppando nelle meravigliose e grandiose costruzioni di oggi. La tecnica della costruzione degli strumenti industriali si svolgeva e si perfezionava in dipendenza di essa.

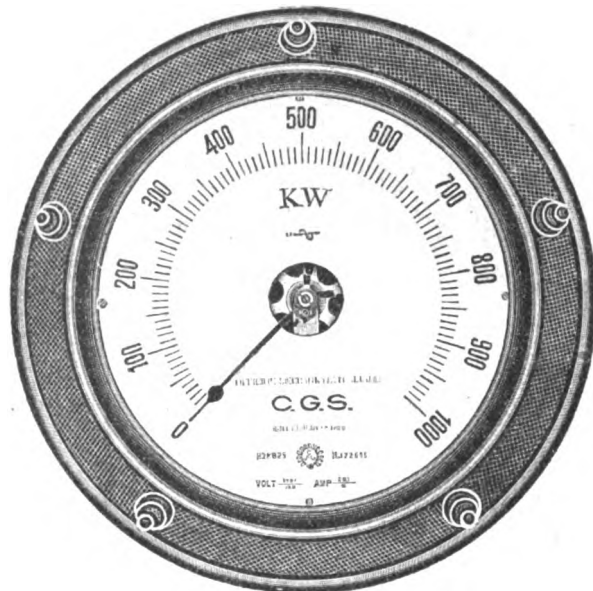
Così la piccola fabbrica di Ivrea, seguendo da vicino le industrie elettrotecniche consorelle, si ingrandì, creò tipi di apparecchi da quadro che incontrarono il favore degli elettrotecnici, studiò e costruì industrialmente un primo registratore di precisione a relais, che incontrò subito largo favore e che è anche oggi molto conosciuto e largamente impiegato anche all'estero.



Nel 1902 lo sviluppo dell'industria era così promettente che parve opportuno il trasporto dello stabilimento a Milano, dove già allora facevano capo le imprese elettriche più importanti. Fu allora costituita la Società per accomandita « C. Olivetti & C. », che nel 1904 si trasferì a Milano e nell'anno successivo si trasformò in Società Anonima. Questa con geniale atto prendeva il suo nome da quella moderna conquista della scienza che è il sistema di misura Centimetro Grammo

Secondo, già richiamato nel marchio di fabbrica della Ditta, intitolandosi C.G.S. Società Anonima per Istrumenti Elettrici.

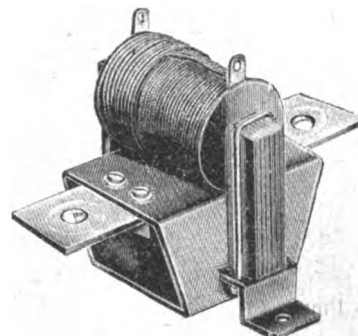
La nuova Società rapidamente sviluppò la sua produzione, completò la serie dei propri strumenti, perfezionò i suoi prodotti dal lato tecnico, migliorò i propri metodi costruttivi e, acquistata la simpatia della maggior parte degli elettrotecnici



italiani, andò estendendo sempre più il suo giro di affari, tanto che, dopo aver già partecipato con successo ad altre gare mondiali, nel 1911 all'Esposizione di Torino si presentava con una mostra completa, tale da rivaleggiare colle migliori e più note case estere.

Scoppiata la guerra le Officine della C.G.S. furono dichiarate stabilimento ausiliario e fu loro affidata la costruzione dei magneti per motori a scoppio destinati all'aviazione, compito che assolsero brillantemente, pur continuando nella produzione degli strumenti di misura.

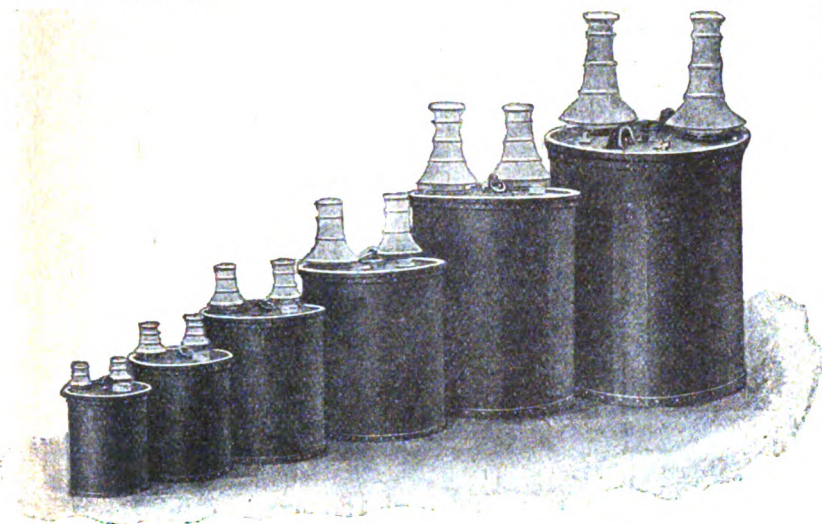
Verso il 1917 la Soc. An. Meccanica Lombarda di Monza, che già aveva incominciato ad occuparsi della costruzione dei contatori, assorbì la Soc. An. C.G.S. coll'intendimento di affidarle questo suo ramo, sviluppando sempre più quello



degli strumenti di misura e decise il trasporto delle Officine a Monza in uno stabilimento di oltre 14.000 metri quadrati di superficie. Seguì un periodo di crisi dovuto, sia a cause generali, sia a circostanze particolari; in tale periodo la gestione dello Stabilimento C.G.S. passò alle Officine Meccaniche Italiane di Reggio Emilia.

La « C.G.S. » superata brillantemente ogni difficoltà, nell'ottobre 1922, in occasione del suo 25° anno di vita, accoglieva i Soci dell'A.E.I. in visita ai nuovi impianti di Monza. In tale circostanza, i visitatori ebbero occasione di constatare con compiacimento la grandiosità e la perfezione dei mezzi di produzione e dell'organizzazione industriale della C. G. S.

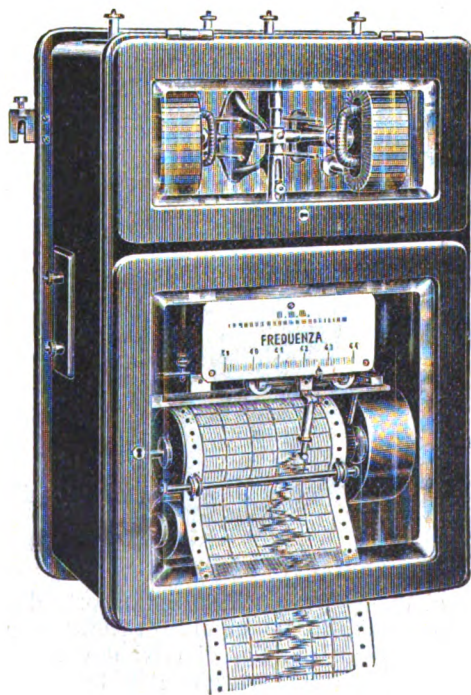
Potè così più facilmente essere attuata l'idea di ridare alla C. G. S. l'antica indipendenza e, dopo un laborioso periodo di preparazione, il 1° marzo u. s. si poteva annunciare la costituzione di un gruppo, che, con capitale esclusivamente italiano e raccolto prevalentemente fra le aziende produttrici di energia elettrica, tornava a far sorgere l'antica C.G.S. sotto la ragione Sociale « *Istrumenti di misura C.G.S. Società Anonima* ».



Così l'antica industria ricondotta dalla nuova Società nel suo ambiente naturale, può presentarsi alla Fiera di Milano con una mostra completa della sua produzione attuale.

★ ★

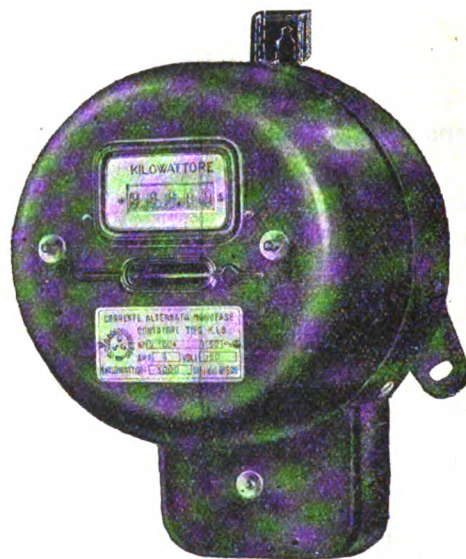
Lo Stand della C.G.S. si trova nel gruppo XIX fra la Casa delle Applicazioni Elettriche e la linea ferroviaria; sono esposti in essa una serie completa di istrumenti indicatori da quadro, sia a corrente alternata che continua, una serie completa di trasformatori di misura di intensità e di tensione, dai piccoli trasformatori economici per contatori e per bassa tensione, ai grossi trasformatori per oltre 70.000 volt di esercizio. Accanto a questi apparecchi si può notare la serie di quelli portatili e di controllo, ed infine la serie



completa dei registratori, fra cui il tipo di precisione a relais che ha fatto ormai le sue prove da più di 20 anni e che è anche all'estero giudicato uno degli apparecchi più perfetti del genere. Di questo tipo si notano applicazioni sempre più estese, quali: frequenzimetri registratori, fasometri registratori per circuiti trifasi squilibrati, gruppi di registratori a relais comandati da un unico orologio, sommatori di vario tipo, ecc.

La novità di quest'anno è per altro il contatore C.G.S., il quale costituisce una nuova e riuscita affermazione della Ditta ed ha incontrato il favore delle Società italiane di distribuzione, per la precisione delle sue indicazioni, per la semplicità e la robustezza della sua costruzione.

La C.G.S. si propone, come per il passato, di superare la concorrenza coll'eccellenza della produzione più ancora che colla lotta dei prezzi; infatti carattere precipuo della sua produzione è quello di riunire ad una costruzione pratica e robusta e ad un'accurata finitura, quel funzionamento sicuro e quell'esattezza di indicazioni che anche per gli ap-



parecchi industriali sono oggi richiesti dalla tecnica degli impianti elettrici.

Una visita allo Stand della C.G.S. ed un attento esame degli svariati prodotti ivi esposti, permetterà di constatare che in fatto di istrumenti elettrici di misura non vi è alcuna necessità per il consumatore italiano di ricorrere alla produzione estera.

SOCIETÀ ELETTROMECCANICA LOMBARDA - SESTO S. GIOVANNI.

La **Soc. An. Elettromeccanica Lombarda Ingg. Crugnola & Solari di Sesto S. Giovanni**, le Officine della quale sono specializzate nella costruzione di macchine elettriche da oltre venti anni, si presenta anche quest'anno alla Fiera di Milano con una mostra oltremodo ricca e interessante.

Oltre a un numero notevole di campioni delle sue macchine a corrente alternata e continua costruite in serie, nelle quali si riconosce subito la grande accuratezza di costruzione di tutte le parti, accanto a un motore trifase da 200 HP esposto senza avvolgimento per meglio far rilevare la perfezione della lavorazione e l'esatta proporzione del circuito magnetico, meritano un cenno speciale le seguenti macchine:

Motore trifase a collettore. — Si tratta di un motore con eccitazione in serie destinato ad essere direttamente accoppiato a ventilatore, di cui la ditta ha già costruito parecchi esemplari per la Ditta Filippo Borroni costruttrice di camini Prat. La regolazione della velocità è ottenuta mediante lo spostamento delle spazzole a mezzo di una coppia di manovra (vite senza fine e ruota elicoidale). Un opportuno trasformatore a più prese serve a ridurre la tensione al rotore e permette di ottenere il migliore funzionamento nelle varie condizioni di carico.

Regolatore a induzione monofase: per l'alimentazione del primario di un gruppo di trasformatori a 400.000 Volt che la ditta ha in costruzione per il Laboratorio di Prova della Manifattura Isolatori Vetro di Acqui. Il regolatore può essere azionato a distanza mediante servomotore applicato sul motore.

Dinamo per galvanoplastica da 2500 Ampère. — Meritano di essere rilevate in queste macchine le grandi dimensioni dei collettori, la loro perfetta lavorazione e l'ottimo sistema di portaspazzole che permette di mantenere una pres-

sione pressochè costante sul collettore nonostante l'usura delle spazzole.

Variatori di fase (sfasatori). — La ditta si è ormai specializzata nella costruzione di tali apparecchi e si ricorderà il gruppo sfasatore a tre macchine esposto alla Fiera dell'anno scorso.

Motori monofasi a induzione e a repulsione. — Vengono esposti piccoli motori monofasi a induzione, che hanno la proprietà di avviarsi a carico.

Essi sono muniti di uno speciale commutatore d'avviamento che permette la manovra di messa in moto in un sol tempo. La Società Elettromeccanica Lombarda costruisce anche motori monofasi a collettore del tipo a repulsione di cui presenta un esemplare.

Trasformatore monofase per la prova della rigidità dielettrica degli oli. — È nota l'importanza dell'eliminazione completa dell'umidità dall'olio dei trasformatori e come soltanto la prova della rigidità dielettrica possa confermare in modo sicuro la perfetta essiccazione dell'olio. Il trasformatore esposto dalla Soc. Elettromeccanica Lombarda è munito di spinterometro e permette di arrivare per gradi mediante uno speciale regolatore fino a 50.000 Volt. Il trasformatore rappresenta un equipaggiamento completo per la prova della rigidità dielettrica degli oli e di isolanti, è munito di rotelle di scorrimento per il facile trasporto e costituisce un apparecchio veramente prezioso per le società di distribuzione e per le fabbriche di materiali isolanti.

Dinamo a 1500 Volt per radiotelegrafia. — Le dinamo di piccola potenza ad alta tensione sono attualmente le macchine di moda e la Società Elettromeccanica Lombarda non poteva non studiarne la costruzione. Essa ne ha già forniti parecchi tipi alla R. Marina, alla Soc. Industrie Telefoniche Doglio, alla Soc. Arturo Perego con ottimi risultati.

Gruppo Convertitore con alternatore a 500 periodi per Radiotelegrafia. — Viene esposto un tipo a induttore fisso e indotto rotante destinato alla R. Marina, alla quale la Ditta ha fornito in questi ultimi anni alcune centinaia di macchine a media frequenza.

Macchinario per Scuole Laboratori. — Purtroppo le Scuole italiane dispongono di mezzi assai limitati per poter dotare i loro laboratori di molte macchine. La ditta espone un gruppo speciale, di cui ha fornito alle varie Scuole del Regno vari esemplari, che permette di eseguire un grandissimo numero di esperienze e può fare le veci di parecchie macchine; presenta inoltre un trasformatore speciale sul quale l'allievo può studiare il funzionamento e le caratteristiche del trasformatore con un grande numero di collegamenti diversi.

Trasformatore da palo con conservatore d'olio. — I vantaggi che porta con sé l'uso del conservatore d'olio sono specialmente apprezzati nel caso di trasformatori destinati a funzionare all'aperto.

La ditta che è una delle più vecchie ed apprezzate costruttrici di trasformatori presenta due piccoli trasformatori da palo, uno dei quali col nucleo estratto dal cassone perchè ne sia visibile l'accurata costruzione.

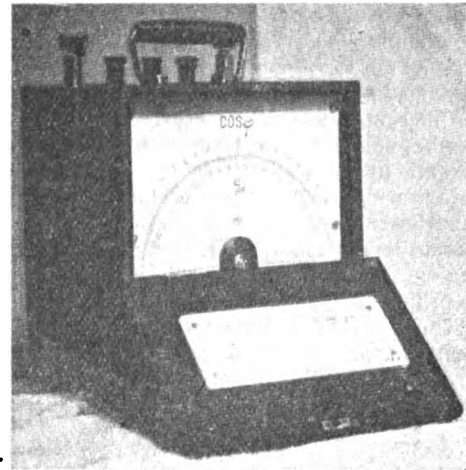
Completano la mostra un gruppo elettrogeno, alcune pulitrici, un gruppo per cinematografo, un piccolo gruppo per carica accumulatori, due motori verticali, due motori con tendicinghia elastico per telai, una elettropompa, un elettroventilatore, una bobina di selfinduzione per saldatura elettrica e altre macchine non meno interessanti.

DITTA INC. ORESTE FARINA & F.lli - Via Fratelli Bronzetti, 9, MILANO (21) - Stands N. 3312-3314 - Gruppo XIX.

Anche alla nuova Fiera campionaria, come già a quelle precedenti, questa Ditta specializzata ormai nella fornitura di tutto quanto può occorrere o può avere attinenza al campo delle misurazioni elettriche, e che ha saputo in pochi anni farsi apprezzare e considerare fra le più importanti del ramo, si presenterà nel gruppo dell'elettrotecnica con una mostra che riuscirà interessantissima per tutti gli elettrotecnici.

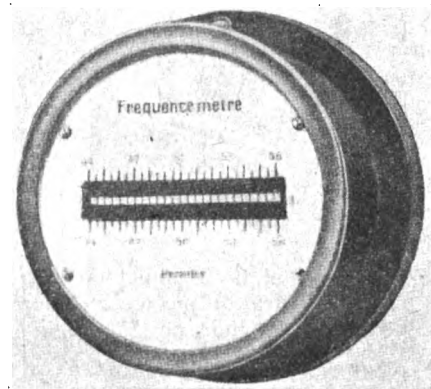
Negli Stands N. 3312-3314 la Ditta esporrà su grandi quadri serie complete di Strumenti da quadro nei diversi tipi, dai più piccoli di pochi centimetri di diametro, ai più grandi

strumenti per centrali elettriche, nei diversi sistemi elettromagnetico, Deprez d'Arsonval, calcrico, elettrodinamico, elettrostatico, Ferraris: voltmetri, ampèrometri, milliampèrometri, microampèrometri, wattmetri, ohmmetri, frequenzimetri, fasometri, sincronizzatori, strumenti per elettromedicina, radiologia e



diatermia; strumenti per alte ed altissime frequenze per radiotelegrafia e radiotelegrafia, ecc. La serie di questi strumenti da quadro sarà completata da diversi registratori elettrodinamici e Ferraris, nonché da frequenzimetri registratori e fasometri registratori a lettura diretta.

Faranno degna corona a queste serie, numerosi strumenti portatili, di controllo e di precisione per laboratorio, galvano-



metri, resistenze a decadi, ponti di Kohlrausch, di Wheatstone, apparecchi di compensazione Feussner, localizzatori di difetti nei cavi, misuratori d'isolamento ed altri.

Oltre a questi, interesseranno indubbiamente i visitatori di questa mostra, Misuratori del fattore di potenza, elettrodi-



namici, a lettura diretta e Ferraris, Comparatori di fase per confronto degli spostamenti di fase delle correnti di alternatori o centrali in parallelo, e per la sorveglianza della distribuzione delle correnti reattive. Misuratori della potenza reattiva ($kVA \times \sin \phi$), frequenzimetri a lamelle vibranti ed elettrodinamici, sincronizzatori elettrodinamici brevettati, che rappre-

sentano certamente gli strumenti più moderni e maggiormente rispondenti allo scopo, fra quelli che vengono costruiti attualmente per le manovre di messa in parallelo.

Un'altro reparto della Ditta presenterà un impianto completo di teletermometria con centralino indicatore nonchè piro-metri per temperature fino a 1600°.

Come l'anno scorso, anche quest'anno, figureranno nella mostra Tachimetri indicatori e registratori sia a mano che stazionari, per turbine, motori Diesel, motrici a vapore, locomotive, impianti di bordo, automobili e motocicli.

Tutti gli strumenti presentati dalla Ditta Ing. O. Farina & F.lli sono di costruzione della notissima Soc. An. Dr. Siegfried Guggenheimer di Norimberga, che da oltre dodici anni essa rappresenta in Italia.

La Ditta Farina fornisce pure quadri completi di manovra e di distribuzione sia per bassa che per alta tensione, montati secondo le più moderne esigenze della tecnica, nonchè banchi completi di taratura.

A tale proposito rileveremo che il grande quadro per i diversi servizi elettrici del Palazzo degli Sports è stato costruito e montato con strumenti della stessa Ditta, la cui attività, come si rileva è vastissima, e tale da meritare di essere sempre coronata dai migliori successi.

La **WESTON ELECTRICAL INSTRUMENT Co. DI NEWARK N.J.S.U.** espone negli stands N. 3370-3372-3374 dei suoi Rapp. Gen. per l'Italia Ing. S. Belotti & C. di Milano una collezione dei suoi ben noti Strumenti Campione, dagli



ormai classici Strumenti elettrodinamici portatili di precisione alla nuova Serie Miniatura di piccoli strumenti portatili di controllo per verifiche collaudi perizie, agli strumenti per Radio, ecc.

La Ditta **ING. S. BELOTTI & C., MILANO, Corso Porta Romana, 76-78** nei suoi Stands N. 3370-3372-3374, espone oltre ad una interessante collezione di strumenti di misura delle sue Rapp. Weston Electrical Instrument Co. di Newark N.J. e Chauvin & Arnoux di Parigi, un campionario degli apparecchi di costruzione della propria Officina di Via Guastalla, 9 e cioè:



Reostati d'avviamento e di regolazione di motori a corrente continua ed alternata.

Controller per detti.

Reostati a cursore per laboratori.

Reostati speciali per varie applicazioni.

Collettori per motori di tramvie.

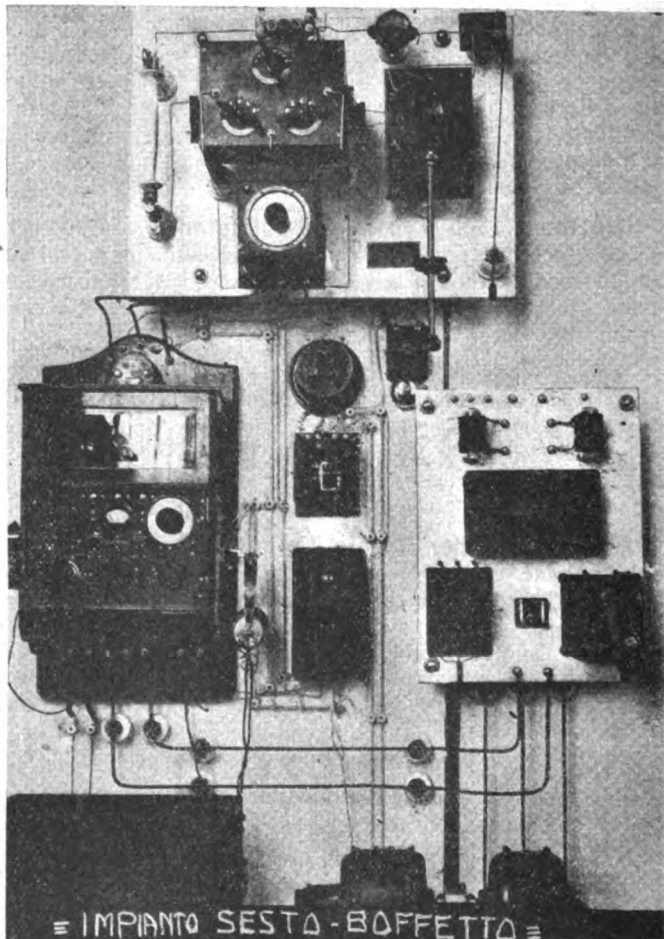
Indicatori e Registratori di livello d'acqua in posto e a distanza.

Essa espone pure un campionario dei suoi Interruttori orari, Accenditori-Estintori orari e Limitatori d'orario di presa.

La **Société Anonyme des Ateliers H. Cuénod di Ginevra** espone negli Stands della predetta Ditta, sua Rappresentante per l'Italia, un insieme funzionante dei suoi ben noti Regolatori Automatici Thury & Cuénod.

SOC. AN. BREVETTI ARTURO PEREGO - MILANO, Via Salaino N. 10 - Stands N. 3378 - Gruppo XIX.

La **Società Anonima Brevetti Arturo Peregò** che lo scorso anno ha esposto oltre che i soliti interessanti apparecchi di telefonia serviti da linee sostenute dagli stessi pali dell'alta tensione o correnti parallelamente ad essi, anche apparecchi per radiotrasmissioni e per telefonia ad alta frequenza ad onde convogliate, ha portato nuovi ed importantissimi perfezionamenti in tutte le sue costruzioni basandosi sui costanti studi teorici e sulla pratica delle installazioni che vanno sempre più diffondendosi non solo nel nostro Paese ma anche all'estero ove conta i principali Clienti fra le Imprese Elettriche, Ferroviarie, ecc.



La nuovissima branca del Riparto radiotrasmissioni, nel breve corso di un anno ha presentato nuove ed importanti modificazioni suggerite specialmente dall'esercizio pratico di stazioni ad onde guidate installate su importanti linee dei principali Impianti di trasporto d'energia.

Riproduciamo un cliché della stazione completa adatta per linee fino a 125.000 Volt, caratterizzata dal fatto che oltre che permettere di rispondere con semplicità, precisione e chiarezza sia alle chiamate che alle conversazioni, garantisce il personale che deve farne uso contro i pericoli di sopraelevazioni di tensione cui l'aereo può essere soggetto per essere tesato lungo le condutture o anche collegato ad esse come avviene nel sistema Broggi-Perego.

A lato di queste costruzioni figurano interessantissimi apparecchi a serie per stazioni riceventi sia radio-telefoniche che radio-telegrafiche ad uso dei dilettanti.

Con una combinazione di quattro piccole scatolette eleganti e solidamente costruite è possibile comporre una stazione ricevente ad uso dilettanti.

Sempre soggetti a miglioramenti estetici, costruttivi e tecnici sono pure i svariati tipi di apparecchi telefonici, centralini, autocercatori, apparecchi di collegamento sulle reti automatiche, ecc.

COMPAGNIA GENERALE DI ELETTRICITÀ - MILANO, Via Borgognone N. 40.

Gruppo XIX N. 3335-3337-3341-3411-3413-3339.
Mostra Alberghiera. Stand N. 2208.

Anche quest'anno la **Compagnia Generale di Elettricità** si presenta alla Fiera Campionaria di Milano per esporre i campioni dei suoi migliori prodotti.

Data la ristrettezza dello spazio disponibile e la breve durata del periodo della Fiera non è certamente possibile esporre, sia pure anche sommariamente, un campionario completo di tutta la produzione della **C.G.E.**

Per dare agli egregi visitatori un'idea esatta per quanto possibile del vasto campo di produzione della **C.G.E.** e della sua organizzazione, mentre saranno largamente illustrati nei nostri stands per mezzo di fotografie, di pubblicazioni, ecc. le

Thomson Houston continuò la sua attività sotto la nuova denominazione di Società Elettrotecnica Galileo Ferraris per Costruzioni ed impianti, che si fuse poi, il 30 giugno 1918, con la Franco Tosi di Legnano, assumendo il nome di Stabilimento Elettrotecnico.

La produzione di materiale proprio si iniziò con la A.E.G.-Thomson Houston nel 1909, coll'impianto di un'officina, nell'attuale sede di via Borgognone, che andò man mano ampliandosi sino a raggiungere l'odierno grandioso sviluppo.

In principio l'officina si limitò alla costruzione di motori trifasi sino alla potenza di 60-70 HP, e di alternatori e trasformatori (in aria e in olio) sino a 100 kVA. In seguito fu messa in grado di produrre macchinario di maggior potenza, sia a corrente alternata, che a corrente continua; e iniziò anche, nel 1913, la costruzione di motori di trazione che, perfezionati più tardi (1920) nel tipo di autoventilazione, sono oggi largamente introdotti nel mercato nazionale. L'ultimo amplia-



Stabilimento di Milano

grosse macchine elettriche da noi costruite ed alcuni dei grandi impianti da noi eseguiti, sarà esposto un campionario per quanto possibile numeroso del piccolo macchinario e materiale elettrico, nonché delle applicazioni elettriche speciali per usi industriali e domestici come appresso indicato.

Una visita alle officine della **C.G.E.** in via Borgognone 40, da parte di chi possa avere speciale interesse, sarà vivamente desiderata per mostrare direttamente in atto tutta la vastità della produzione nazionale della **C.G.E.**

Oltre questa produzione la **C.G.E.** ha anche l'esclusività della vendita in Italia di tutti gli altri rinomati prodotti della General Electric Company di Schenectady (Stati Uniti d'America), la più grande e la più famosa fabbrica di materiale elettrico del mondo.

mento è costituito dalla grande nuova Officina Trasformatori, che occupa da sola un'area di 2600 m² ed è provvista di una autoclave di ca. 100 m³ che permette l'impregnatura a voto dei più grossi trasformatori.

Attualmente le nostre Officine sono in grado di costruire *Motori, Alternatori, Dinamo, Condensatori sincroni, gruppi convertitori, gruppi surdevolatori e trasformatori* di qualunque potenza e tensione, *Interruttori* in olio ed altro materiale ad alta tensione, *Motori di trazione, Controller e Resistenze tramviarie ed Industriali, Fili di rame e Cavi per avvolgimento e per installazione, Materiali vari per installazione luce e forza, Apparecchi telefonici e di segnalazioni ferroviarie, Caldaie elettriche* per produzione di vapore **«Tungar»*, raddrizzatore di corrente per carica di accumulatori, *Motorini* da 1/80 ad 1/4 di HP circa



Una dei principali padiglioni di lavoro

La **Compagnia Generale di Elettricità** è di costruzione relativamente recente essendo succeduta, con questo nome, allo Stabilimento Elettrotecnico «Franco Tosi» - Società Anonima, il 1° gennaio 1921. Tuttavia le origini dell'attuale organizzazione risalgono al 1904, anno di fondazione della A.E.G. — Thomson Houston.

Questa Società nacque dalla fusione dell'Azienda Italiana della Compagnie Générale d'Elettricit  Thomson Houston della Mediterranée e della Soci t  Italiana A. E. G., ed eseguiva impianti elettrici di qualsiasi specie con materiale, dapprima della General Electric Company (G.E.C.) di Schenectady (U. S. A.) e dell'A.E.G. di Berlino, e pi  tardi anche con materiale di propria produzione, pur conservando l'esclusivit  di vendita in Italia dei prodotti della G.E.Co. e dell'A.E.G. In seguito, e precisamente dal 13 dicembre 1915, l'A. E. G.

e *Trasformatorini* per applicazioni speciali, **«Ventilatori»*, **«Nulvol»* aspiratore elettrico degli insetti, **«Cleveland»* e **«Premier»* aspiratori della polvere, **«Elettrolucida»* inceneratrice e lucidatrice elettrica per pavimenti, **«Elettrolava»* macchina elettrica per fare il bucato, **«Elettrosguattera»* macchina elettrica per lavare le stoviglie, **«Bollente»* riscaldatore elettrico ad accumulazione che fornisce acqua a 100° sempre disponibile. *Apparecchi di segnalazione, macchina elettrica mungilatte, Applicazioni termoelettriche ed altre applicazioni elettriche speciali* per usi industriali e domestici.

La C.G.E. costruisce inoltre la lampadina MAZDA che notoriamente   la pi  diffusa nel mondo e che ora incontra sempre maggior favore in Italia. **Apparecchi MAZDA per proiezioni fisse e mobili* ed una vasta scala di *lampade elettriche* che va dalla *lampadina tascabile* e dalla **«Lucciola»*

(lampadina *tutta notte*) alle lampade **Verlucé* che danno, con i loro filtri speciali, sia la vera luce dei raggi diretti del sole, sia la luce dei raggi diffusi atta a far distinguere nelle loro tonalità i diversi colori degli oggetti.

Giovandosi della lunga esperienza propria e di quella della General Electric Company di Schenectady — la più grande fabbrica di materiali elettrici del mondo, di cui abbiamo l'esclusività di produzione e di vendita in Italia — le nostre officine possono garantire la costruzione di materiale perfetto sotto ogni riguardo.

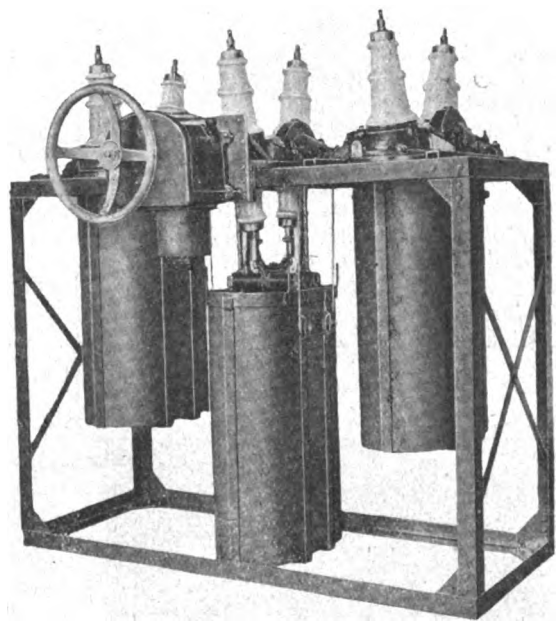
Lo Stabilimento e gli Uffici hanno attualmente un'area complessiva di ca. 52.000 m².

Oltre la sede centrale, la C.G.E. ha 11 Uffici Regionali e Commerciali distribuiti in tutta Italia (Ancona, Bologna, Firenze, Genova, Milano, Napoli, Palermo, Roma, Torino, Trieste, Venezia), e che costituiscono una grande organizzazione commerciale.

Le macchine e gli apparecchi contrassegnati con l'asterisco saranno in funzione nei nostri Stands.

**STABILIMENTI MERLIN & GERIN - GRENOBLE. -
FILIALE ITALIANA TORINO (11) Via dei Mille,
N. 42-44. Telef. 19-37 Stand N. 3402.**

Questa Ditta, di recente apparizione sul mercato italiano, è specializzata nell'esclusiva costruzione di apparecchiature elettriche per centrali, sottostazioni di trasformazione e cabine, per montaggio all'interno ed all'aperto e per tensioni fino a 150.000 Volt.



Il suo materiale è altamente caratterizzato dai concetti della tecnica moderna; grandi coefficienti di sicurezza, accuratissima lavorazione meccanica, massima sensibilità di funzionamento.

Nel suo Stand N. 3402 vengono esposti:

1 Disgiuntore tripolare in olio, in tre casse, come da illustrazione, per una tensione di 40.000 Volt, intensità normale di 250 Amp., intensità di corto-circuito 1.000 Amp., con una capacità di rottura di 100.000 K.V.A. e con comando elettrico.

Quest'apparecchio, costruito appositamente per un duro servizio nelle grandi centrali e sottostazioni, fa parte di una serie di 12 tipi di interruttori e disgiuntori che questa Casa costruisce nelle più svariate combinazioni.

Si espone pure:

1 Disgiuntore tripolare in olio, in una cassa, per 10.000 Volt, diversi separatori unipolari, un separatore tripolare con comando a distanza, nonché un insieme di apparecchi per la protezione di reti ed impianti, composto di una bobina di self induzione shuntata con resistenza e di un condensatore statico per 50.000 Volt, da inserire secondo un collegamento brevettato.

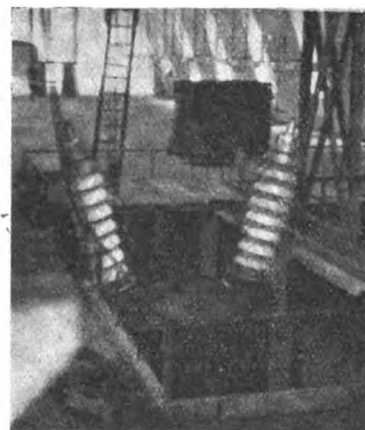
Su pannelli di marmo sono montati dei disgiuntori in aria con scatto di massima e minima, disgiuntori estetici,

di minimo ingombro e molto interessante per la genialità colla quale è stato risolto il problema dell'aggancio e sgancio funzionante su rulli.

La visita allo Stand Merlin & Gerin riuscirà certamente di grande utilità a tutti coloro i quali debbano curare la regolare distribuzione dell'energia elettrica.

LABORATORIO ELETTROTECNICO ING. LUIGI MAGRINI - BERGAMO, Via Maglio Lotto, 7 - FIERA CAMPIONARIA 1923 - Gruppo XIX, N. 3464.

Il Laboratorio Elettrotecnico Ing. Luigi Magrini di Bergamo espone il tipo di interruttore per impianto tripolare all'aperto e per una tensione di esercizio di oltre 150.000 Volt. Caratteristiche principali:

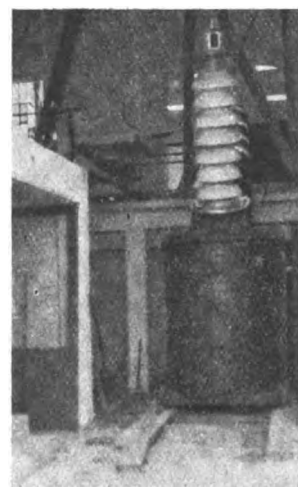


Larghe dimensioni in tutte le parti.

Robustezza meccanica assoluta.

Larga rispondenza a tutte le esigenze tecniche, e garanzia di perfetto funzionamento anche in caso dei più violenti sovraccarichi.

Grande velocità di apertura e grande corsa in modo da assicurare in modo assoluto la rottura di archi di qualunque volume.



Punto di interruzione profondamente immerso nell'olio. Facile regolazione della posizione dei tre equipaggi mobili tra loro, e rispetto al comando.

Isolatore passante del nostro tipo speciale che non denuncia effluvio alcuno a tensione doppia di quella di esercizio.

Raffreddamento di eventuali grandi masse di gas caldissimi sviluppati dall'interruzione di corti circuiti e dispositivo per impedirne l'accensione.

Convogliamento dei gas prodotti in ambiente di espansione e di scarico.

Comando elettrico a distanza del nostro tipo speciale che assicura la velocissima chiusura dell'interruttore; chiusura a mano colla stessa velocità del comando elettrico.

Resistenze d'inserzione senza contatti striscianti.

Riduttori di corrente sul passante.

Resistenze di riscaldamento.

Essicatore dell'ambiente interno dell'interruttore.

Descrizione del Locomotore G^o. E. 552*Progettato, studiato e costruito dalla***SOC. AN. IT. INC. NICOLA ROMEO & C. di MILANO**
nelle Officine di SARONNO.

Il locomotore G^o. E. 552 è destinato a trainare treni pesanti su linee a forti pendenze.

Tutti i valichi sia degli Appennini che delle Alpi della rete delle Ferrovie dello Stato Italiane, hanno pendenze intorno al 26 o 27 ‰, e parecchi di questi hanno lunghe tratte con il 30 e anche il 35 ‰; come è appunto il caso del valico del Cenisio tra il Piemonte e la Francia e il valico dei Giovi tra la Liguria e il Piemonte.

Il locomotore E. 552 è studiato per il servizio dei treni su queste linee attraverso le quali si svolge un importantissimo ed intenso servizio merci e passano i grandi ed importanti treni internazionali.

La locomotiva è a 5 assi tutti accoppiati e pesa complessivamente 73 tonn. tutte utilizzate agli effetti dell'aderenza.

La lunghezza totale fra i respingenti è di mm. 9700; tanto i due assi estremi che l'asse centrale hanno uno spo-

La quarta velocità infine è la velocità normale di marcia del locomotore.

Uno speciale dispositivo che per la prima volta viene applicato, permette ad ogni avviamento di inserire una volta uno e una volta l'altro dei due motori di trazione, in modo che la capacità di questi agli effetti del riscaldamento risulta quanto mai migliorata rispetto agli altri tipi di locomotori finora costruiti.

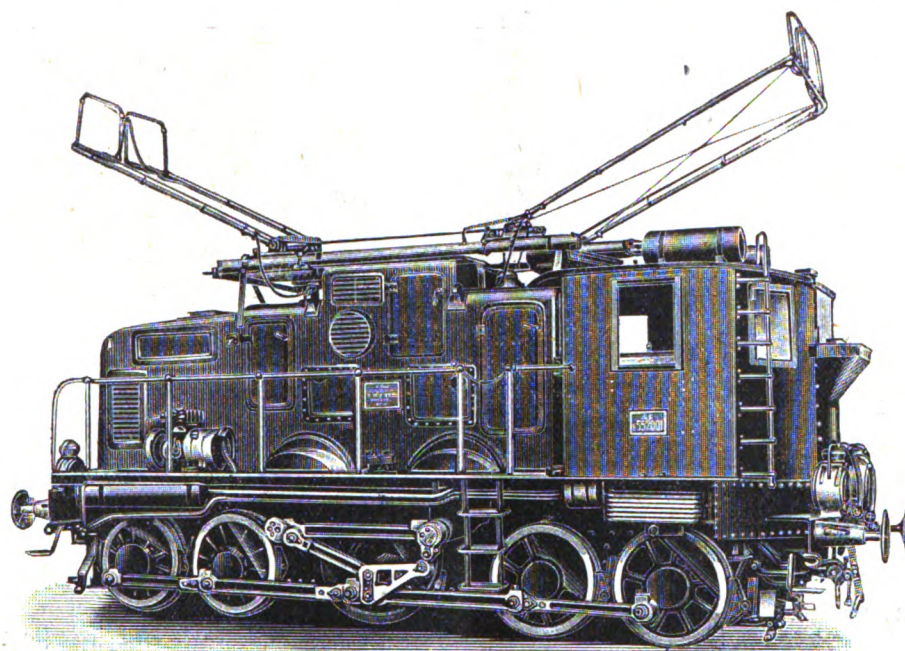
Gli sforzi di trazione riportati alla periferia delle ruote variano a seconda delle diverse velocità.

Alla velocità di 33 Km.ora la macchina può sviluppare 16 Tonn. di sforzo continuamente per un'ora, mentre durante gli avviamenti sia a questa che alle altre velocità i motori sono in grado di sviluppare sforzi di trazione anche considerevolmente maggiori.

Il rendimento della coppia di motori per gli sforzi che la macchina sviluppa normalmente in servizio, è compreso fra 0.85 e 0.97 con un fattore di potenza che varia tra 0.75 e 0.85 per le velocità ottenute con i motori in parallelo.

L'avviamento della locomotiva è ottenuto mediante l'inserzione nei circuiti secondari dei motori di una resistenza liquida variabile.

La regolazione di tale reostato è ottenuta mediante l'aria

**Locomotore G^o. E. 552.**

stamento trasversale di mm. 40 per cui il passo rigido è di soli mm. 3600 rendendo possibile la facile iscrizione della macchina anche in curve di raggio limitato.

È equipaggiata con due motori asincroni trifasi montati sul telaio dall'alto invece che dal basso e direttamente alimentati dalla corrente di linea che è a 3600 volt., 16 2/3 periodi; i due motori perfettamente identici sono muniti ciascuno di un controller per mezzo del quale l'avvolgimento può essere commutato da 12 a 8 poli.

Accoppiando inoltre i motori in ciascuna delle due sud-dette polarità in serie e in parallelo si ottengono 4 velocità di regime della locomotiva, le quali sono rispettivamente:

16 1/2 Km.ora
25 »
33 »
50 »

La prima velocità serve per gli avviamenti e per le manovre nelle stazioni.

La seconda velocità, che normalmente sarà poco usata, è stata mantenuta per rendere possibile la marcia di questo locomotore in doppia trazione con altri locomotori di tipo più vecchio, i quali hanno solo due velocità di regime e cioè 25 e 50 Km.ora.

La terza velocità è prevista per la discesa con recupero dei treni merci sulle forti e lunghe pendenze sulle quali dai regolamenti ferroviari italiani non è consentita la velocità di 50 Km.ora ai treni non muniti di freno continuo.

compressa ed è resa automatica da un regolatore wattometrico.

A differenza degli altri tipi di locomotori finora costruiti, il reostato dei locomotori G^o. 552 è studiato in modo che una piccola quantità d'aria entra in giuoco per ottenere il sollevamento del livello del liquido: infatti l'aria compressa entrando in un cilindro di piccole dimensioni fa sollevare due sfioratori che determinano l'altezza del livello dell'acqua.

Altro particolare interessante di questo tipo di locomotiva è la regolarità dei cuscinetti dei motori principali. Nonostante il rilevante diametro, questi motori hanno soltanto due mm. di intraferro per cui è assai importante poter mantenere la parte ruotante di questi motori sempre centrata rispetto alla parte fissa, nonostante il consumo dei cuscinetti.

Ciò si ottiene appunto con questo tipo di cuscinetto regolabile il quale è predisposto in modo che dall'esterno della locomotiva è sempre possibile controllare la posizione della parte rotante del motore rispetto alla parte fissa.

Fino ad oggi per il collegamento dei motori alle ruote, era stata usata sempre una biella rigida la quale oltre ad altri inconvenienti diventava di peso e di dimensioni esagerate a mano a mano che le esigenze del servizio richiedevano locomotori più potenti e quindi motori più grandi.

La biella del locomotore G^o. E. 552 è invece articolata e risolve brillantemente il problema per la sua estrema leggerezza, per la grande solidità, per la facilità di montaggio e di regolazione, e per il fatto essenziale che permette oscillazioni nel solo senso verticale e non in quello orizzontale di impulso alle ruote.

La cabina del manovratore è situata ad una delle estremità della locomotiva ed il macchinista dispone di due posti di manovra che egli utilizza a seconda del senso della marcia.

Questa disposizione che rappresenta una novità nella costruzione delle locomotive elettriche, offre considerevoli vantaggi perchè permette di disporre nelle immediate vicinanze del macchinista e quindi sotto il suo diretto e continuo controllo, tutta l'apparecchiatura di comando della locomotiva sia per quanto si riferisce agli organi essenziali, sia per tutti gli apparecchi accessori.

La cabina unica situata ad una delle estremità della macchina consente inoltre di raggruppare nella parte centrale della locomotiva tutta l'apparecchiatura e le condutture ad alta tensione le quali restano così racchiuse in una cabina separata e alla quale non si può accedere che quando i trolley sono abbassati e quindi separati dalla linea.

La cabina centrale della locomotiva racchiude i due controller dei motori, gli interruttori automatici, gli apparecchi di protezione e tutte le condutture che sono costituite da fili di rame nudo sostenuti da appositi isolatori ad alta tensione.

L'estremità della locomotiva, opposta a quella in cui si trova il macchinista, contiene il reostato a liquido d'avviamento con tutti i suoi accessori, quali pompe, ventilatori, ecc.

Lo sforzo orario massimo di trazione sviluppabile alla periferia delle ruote è di Kg. 10.500 alla velocità di 50 Km.ora.

I motori sono montati dall'alto come nel G^o. E. 552 e disposti sulla cabina centrale che contiene tutte le apparecchiature e connessioni ad alta tensione.

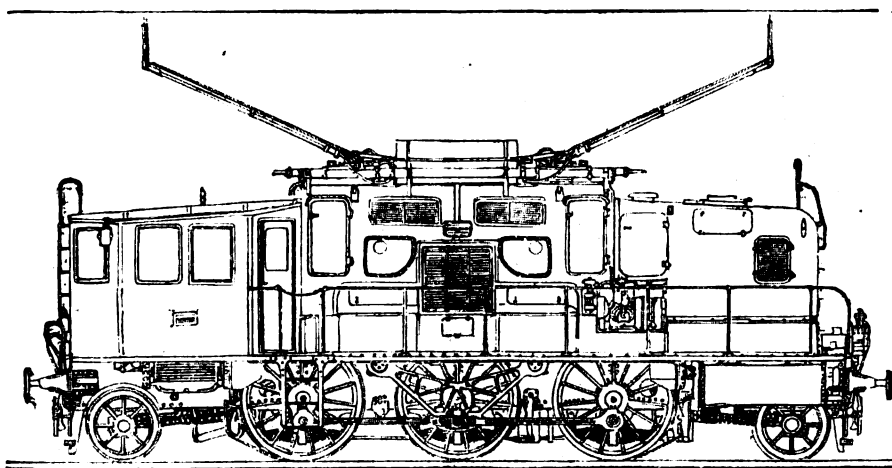
Tutto è disposto nel modo più semplice e le esigenze della parte meccanica hanno permesso spazi ampi per la parte elettrica in modo che essa risulta disposta in modo comodo e accessibile, salvo la solita chiusura che è bloccata col funzionamento del trolley. Anche la cabina di manovra risulta molto comoda e spaziosa.

Essa è munita di due posti di manovra per ciascun senso di marcia, ed è come nel G^o. E. 552, disposta ad un estremo del locomotore.

L'apparecchiatura elettrica è eguale a quella dei locomotori G^o. E. 552.

Il sistema di trasmissione dai motori agli assi comprende una biella triangolare rigida e due bielle normali d'accoppiamento.

Per l'iscrizione della macchina in curve ritrette tutti e tre gli assi accoppiati possono avere uno spostamento trasversale di mm. 50.



Locomotore G^o. E. 333.

Tutto il comando degli apparecchi di questa locomotiva è del noto tipo elettro-pneumatico, e l'aria compressa serve anche per il comando dei trolley e per i freni.

Oltre agli apparecchi di controllo e di comando, la macchina è equipaggiata con:

Due piccoli trasformatori con rapporto 3600/120 per la alimentazione di tutti i servizi ausiliari.

Due moto compressori per la produzione dell'aria compressa.

Un compressore meccanico mosso direttamente dal biellismo della macchina.

Un moto ventilatore per il raffreddamento dei motori principali.

Una caldaia elettrica con relativa pompa d'alimentazione per la produzione del vapore occorrente per il riscaldamento dei treni viaggiatori durante la stagione invernale.

* *

Descrizione del locomotore G^o. E. 333.

La Società Romeo presenta alla Mostra Ferroviaria un secondo tipo di Locomotiva elettrica: il Locomotore G^o.E.333, anch'esso completamente progettato e costruito nelle sue Officine di Saronno.

Esso è adatto per treno viaggiatori su linee a profilo misto, ed è provvisto di ruote alte (diametro mm. 1630) adatte per la maggiori velocità, alle quali è destinato.

Questo locomotore è a tre assi accoppiati e 2 carrelli disposti all'estremità.

La lunghezza totale è di mm. 11600.

Il peso totale della macchina in servizio è di circa 75 tonnellate.

Le quattro velocità di regime sono: 25 - 37,5 - 50 e 75 Km.ora.

* *

La Soc. An. Ital. Ing. Nicola Romeo & C. - la quale nelle sue Officine di Saronno provvede da tempo alla costruzione di trasformatori di qualsiasi tipo e potenza — espone alcuni esemplari di trasformatori trifasi in aria e in olio, per medie tensioni e piccole potenze, i quali soddisfano alla necessità che ogni giorno maggiormente si manifesta, di portare ovunque occorra, anche in modesta misura, il sussidio, d'incalcolabile valore per le moderne attività, costituito dall'energia elettrica. Anche in questi piccoli apparecchi, come in quelli di maggior mole, la bontà dei materiali impiegati, e la accurata costruzione delle varie parti meccaniche ed elettriche sono la più sicura garanzia di regolare e duraturo funzionamento.

Notevole per l'ottimo materiale di cui è costituito e per la finitezza del lavoro un trasformatore monofase a 15.000 V. per prove d'isolamento, che soddisfa ai molteplici bisogni che si presentano in una sala-prova con la massima semplicità e sicurezza.

Caratteristico nel suo insieme un carrello-trasformatore a 20.000 V. per prove d'isolamento, munito di apparecchi di commutazione, di regolazione, di misura e di sicurezza, che per la sua leggerezza e facilità di manovra può essere facilmente trasportato ovunque occorra procedere a prove di isolamento.

Questi apparecchi sempre più sono necessari oggi che la tecnica tende a realizzare sempre più alte tensioni di esercizio e che di conseguenza esige più rigorose prove sui materiali impiegati nelle costruzioni e negli impianti elettrici.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Vita dell'Associazione: La Riunione annuale e il Premio Jona.

Nei giorni 19 e 20 corrente si riuniranno a Milano il Consiglio generale dell'Associazione, il Comitato Elettrotecnico, quello Idrotecnico ed alcune altre Commissioni speciali. Data e sede delle riunioni furono suggerite dal fatto della Fiera Campionaria inaugurata in questi giorni a Milano e nella quale l'industria elettrotecnica è, come sempre, assai largamente rappresentata.

Anche l'A. E. I., in uno stand comune con la consorella A. E. I. E., espone al pubblico, a mezzo di diagrammi statistici, la lusinghiera storia del suo sviluppo e del lavoro compiuto nei suoi primi cinque lustri di esistenza.

Nel Consiglio generale si delibererà definitivamente circa la riunione annuale dell'autunno e noi vogliamo ancora una volta raccomandare ai Colleghi di mettersi sollecitamente all'opera per inviare il più presto possibile i loro lavori sul vastissimo tema prescelto delle applicazioni industriali dell'energia elettrica. Ricordiamo anche, in proposito, ai Colleghi che ci inviano articoli per il giornale, come solo i lavori presentati alle Sezioni od alle riunioni annuali, possano concorrere alla medaglia biennale del Premio Jona: savia disposizione del compianto fondatore, intesa ad evitare che lo sviluppo del giornale potesse menomare l'attività delle Sezioni e l'importanza delle riunioni annuali.

Nella riunione del prossimo autunno, dovrà appunto essere conferita la seconda medaglia Jona al miglior lavoro presentato fra il 1° gennaio 1921 ed il 31 dicembre 1922.

*

A proposito dell'attività delle Sezioni, siamo lieti di poter pubblicare già oggi il verbale stenografico della prima conversazione svoltasi alla Sezione di Milano sulla regolarità dell'esercizio negli impianti elettrici.

L'accumulazione termica e le tariffe di vendita dell'energia.

Nella discussione aperta dall'Ing. Civita sul problema economico-finanziario dell'industria elettrica in Italia, interviene oggi, incidentalmente, l'Ing. DURANDO. I lettori nostri non hanno certo dimenticato il notevole studio del Durando, sull'accumulazione termica, da noi pubblicato nel 1921 (pag. 94) e le possibilità di nuove interessanti soluzioni del problema in esso prospettate.

Proseguendo nei suoi lavori in argomento l'A. si è sempre più convinto della larga applicabilità pratica dell'energia elettrica a scopo di riscaldamento mediante l'accumulazione, e con lo scritto odierno egli vuol dimostrare la convenienza economica di tali applicazioni anche per il caso più sfavorevole di energia elettrica prodotta termicamente: convenienza che scaturirebbe dalle possibilità di creare grandi centrali funzionanti a regime costante, e quindi nelle migliori condizioni di rendimento. Per la sua dimostrazione il Durando è indotto ad analizzare quale sia l'assintoto a cui tenderanno nel prossimo avvenire i prezzi di vendita dell'energia elettrica, prezzi che oggi sono, per diverse ragioni ed in diverso senso, artificiosi; e perciò lo scritto si ricollega direttamente con quello dell'Ing. Civita pubblicato nel fascicolo scorso.

Si tratta di argomenti di interesse fondamentale per l'avvenire dell'elettrotecnica e sui quali è desiderabile molti abbiano ad interloquire. Per quanto più particolarmente riguarda l'accumulazione e le applicazioni termiche, già altre volte mettemmo in evidenza l'imponenza delle cifre e dei problemi tecnici e finanziari che si dovrebbero rapidamente affrontare, qualora tali applicazioni, come più di un segno fa ritenere, dovrebbero sempre più rapidamente estendersi, soprattutto nelle grandi città.

La ramatura elettrica e la cementazione dell'acciaio.

Le applicazioni dell'energia elettrica alla galvanoplastica contarono senza dubbio fra le prime «meraviglie dell'elettricità» quando, or è poco più di un secolo, la pila creata dal Volta dette all'umanità il modo di produrre correnti elettriche regolari e costanti. Poi, nel rapido fiorire di tante altre più meravigliose meraviglie, che, senza l'indifferenza originata dall'abitudine quotidiana, noi stessi dovremmo giudicare veramente fantastico in quest'ultimo quarto di secolo, quelle prime applicazioni perdettero relativamente di importanza, nonostante che, in linea assoluta, esse pure siano andate continuamente sviluppandosi. Ora è bene, nel quadro generale, non perdere di vista queste minori applicazioni dell'elettricità, ed additiamo perciò con piacere ai lettori il testo della comunicazione tenuta recentemente dall'ing. BARATTINI alla Sezione di Bologna. In essa l'Autore tratta di una importante e moderna applicazione della ramatura elettrolitica nella cementazione dell'acciaio.

In questo processo, destinato ad indurire determinate porzioni della superficie di determinati attrezzi o parti di macchine, la ramatura elettrolitica sembra costituire il mezzo più efficace per proteggere quelle altre porzioni degli stessi pezzi che non devono subire il processo di cementazione.

Tramvie a vapore ed elettriche.

Nel turbine della vita moderna e nel movimento vertiginoso delle grandi città, vi sono ancora elementi che stonano colla frequenza dominante.

A chi osserva il flusso dei veicoli in un'arteria cittadina dove le rapide automobili sono ormai in prevalenza, gli stessi tram elettrici danno il senso di impicci più che di ausili al traffico, e molte volte la loro grande massa, legata ad un tracciato fisso, costituisce realmente una causa di ingorgo della circolazione. Vi sono però altri elementi ancora più antiquati, e meno in armonia col ritmo della vita moderna: le vetture a cavalli ad esempio, e più ancora le tramvie a vapore. Queste ultime entrano tuttora, se non proprio nel centro, in molti punti popolati e densi di traffico delle nostre maggiori città, e l'impressione che esse fanno a chi le vede sbuffare lentamente in mezzo al guizzare delle agili automobili è di pena insieme e di ridicolo.

Molti tecnici che non si occupano di questioni di trazione si saranno indubbiamente posti spesso la domanda come mai possano economicamente sussistere mezzi di trasporto così antiquati e così scomodi, e non sia possibile adattarli alle esigenze moderne. Si tratta realmente di sistemi che hanno fatto il loro tempo, e quasi ripugna il pensare che un problema di così vitale importanza quale è quello dei trasporti economici a piccole distanze debba ancora essere risolto a mezzo del «gamba de legn» come con sarcastica precisione ha battezzato la tramvia a vapore il popolino di Milano.

Queste a cui ci riferiamo sono per il profano delle impressioni, giustificate sia pure da una quantità di riferimenti facili a trarre da semplici osservazioni, ma non basate su un esame tecnico ed economico della questione. E perciò che l'articolo del collega M. SEMENZA che pubblichiamo nel presente numero, e nel quale sono esaminati dettagliatamente i vari punti del problema, darà modo ai nostri lettori di farsi un'idea completa delle difficoltà che si sono presentate e che si oppongono tuttora ad una risoluzione radicale e completa della importantissima questione. Il Semenza, infatti, mostra come essa abbia grande importanza tanto dal punto di vista dei trasporti e dei bisogni del pubblico, quanto dal punto di vista elettrotecnico e dell'impiego dell'energia elettrica.

LA REDAZIONE.

Per il cambio di indirizzo, inviare LINE UNA unitamente alla fascetta vecchia

Digitized by Google

APPLICAZIONI DI GALVANOPLASTICA ALLA METALLURGIA □ □ □ □ □

Ing. ALBERTO BARATTINI



:: Comunicazione alla Sezione di Bologna, 10 marzo 1923 ::

Processo di ramatura elettrolitica per la protezione contro la cementazione dell'acciaio. — Il rapido progredire della tecnica metallurgica e meccanica in questi ultimi tempi, ha portato in prima linea lo studio dei trattamenti termici degli acciai, e fra essi, particolarmente quello della cementazione.

Intorno a questo processo di carburazione superficiale degli acciai dolci, per trasformarli in acciai duri, sono stati pubblicati studi lunghi e profondi, che dimostrano che esso è, ormai del tutto uscito dallo stato d'empirismo in cui era rimasto per lungo tempo, e viene applicato con metodi sempre più razionali e perfetti.

E in tale progresso l'Italia ha portato un contributo recente ed importante con l'ideazione dei forni ad anidride carbonica (tipo Giolitti).

Non essendo compito di questa comunicazione trattare della cementazione, ci limiteremo a farne qui un brevissimo cenno di richiamo, al fine di far meglio intendere quanto poi esporremo.

L'importanza pratica della cementazione deriva dalla convenienza di lavorare al tornio del metallo dolce, meno costoso, e più facilmente lavorabile; potendosi sul pezzo ultimato, (o quasi), indurire la superficie in quelle parti che nell'uso sono destinate a forte logoramento, per attrito radente, o per percussioni ripetute.

La trasformazione si ottiene entro forni opportunamente conformati, portando i pezzi per alcune ore (da 6 a 8) a temperature fra gli 800° ed i 1000°, immersi entro un mezzo carburante, che suol chiamarsi cemento, e che è generalmente costituito da polvere di carbone dolce frammisto a sostanze organiche ed ad altre inerti.

La superficie del metallo resta così modificata nella sua struttura molecolare per uno spessore progressivamente crescente, che generalmente si fa giungere dai 6 ai 12 10-m/m; e varia anche nelle sue caratteristiche fisiche, divenendo tanto più fragile, quanto più dura e suscettibile di prendere una forte tempra. La diversità si apprezza anche ad occhio nudo, esaminando la sezione di una barretta cementata esternamente.

È quindi evidente quanto interessi nella pratica industriale limitare la cementazione al minimo, e proprio solo alle superfici che debbono essere temprate; sia perchè lo spessore cementato è perduto agli effetti della resistenza elastica, sia perchè l'indurimento prodotto ostacola e rende più onerosa qualsiasi lavorazione che debba venire compiuta ulteriormente sul pezzo cementato.

Il problema della cementazione, va quindi studiato nei suoi due elementi fondamentali ed in pratica inscindibili: quello della carburazione dell'acciaio nelle parti che debbono venire indurite; e quello altrettanto importante, della protezione contro la carburazione, delle parti che debbono restare dolci. Di questo secondo lato del problema intendiamo qui occuparci.

Dei vari metodi di protezione contro la cementazione. — Varii metodi sono stati adottati per ottenere queste riserve, proteggendo il metallo contro la cementazione; metodi che si possono riassumere nei quattro seguenti:

Protezione con terra refrattaria;

» » soprassessori di metallo;

» » sovrapposizioni di metallo (ghiere o maschere);

» » ramatura elettrolitica.

Prima di addentrarci particolarmente nella descrizione di quest'ultimo metodo, ciò che è precisamente nostro compito, diciamo brevemente di ciascuno i pregi ed i difetti, e raffrontiamone le caratteristiche.

Protezione con terra refrattaria. — È il metodo più antico e più comunemente usato. Consiste nel mascherare le parti da proteggere con uno strato abbastanza spesso di terra refrattaria, il quale deve essere tenuto aderente al pezzo con armature, o legamenti metallici. In qualche caso la forma dei pezzi consente di immergere parzialmente i medesimi in una massa di terra.

Principale difetto di questo metodo è quello di non consentire una perfetta delimitazione fra le parti da cementare e le riserve, e di non dare una protezione certa ed assoluta; poichè la terra non aderisce alla superficie del metallo, e nel contrarsi e deformarsi per effetto del calore, si distacca e scoppia, lasciando a tratti scoperta

la superficie del pezzo sottostante; il quale risulta con striature indurite dove si voleva restasse dolce.

Oltre questo difetto capitale ed incorreggibile, il metodo ha quello ancora di richiedere una mano d'opera piuttosto elevata per la preparazione, ed un tempo non lieve per la preventiva essiccazione della terra; senza di che si avrebbe un ritardo notevole nel raggiungere la temperatura di regime del forno; ed un forte aumento nelle deformazioni dei pezzi; che tuttavia con questo metodo risultano sempre notevoli.

Trattando acciaio semiduro, il contatto della terra refrattaria produce un altro effetto dannoso: quello della parziale decarburazione del metallo.

Protezione con soprassessori di metallo. — Questo metodo è pure da tempo usato, specialmente in quei casi ove più preme ottenere una protezione assoluta ed esattamente delimitata.

Si lascia sui pezzi, in corrispondenza alle riserve, uno spessore di metallo in più del necessario, di altezza alquanto superiore alla profondità di cementazione che si vuol raggiungere; e si cementa totalmente. Dopo cementato si riporta il pezzo al tornio, e si asporta quel soprassessore, che è rimasto anch'esso cementato; con che si scopre in corrispondenza alle riserve il metallo dolce.

È evidente che questo metodo ha il pregio di dare una protezione sicura ed esattamente limitata; ma ha anch'esso alcuni difetti. Principale inconveniente è quello di dover riportare il pezzo all'aggiustaggio, riprenderlo sul mandrino, e lavorarlo dopo cementato; il che, oltre a dar luogo ad un trasporto oneroso, e ad una frequente causa d'errore di centratura, importa un forte aggravio nella manutenzione degli utensili, dovendosi lavorare metallo cementato.

In qualche caso poi il metodo dà luogo anche ad una perdita importante di metallo, costringendo a ricavare il pezzo da barre di diametro maggiore. Quando si trattino acciai al nichel, o al cromo, che sono più o meno autotempranti, l'asportare il soprassessore è assai oneroso, perchè esso diviene assai duro per semplice effetto del raffreddamento dovuto all'aria che filtra attraverso al cemento.

Protezione con sovrapposizione di metallo (Ghiere, o maschere).

— In certi casi, nei quali la forma cilindrica dei pezzi lo consente, si sostituisce al soprassessore di metallo una ghiera di ferro pressata a caldo; ghiera che ad operazione ultimata si toglie spezzandola.

In altri casi, per proteggere delle cavità, si applica un tampone di ferro fissato con bullone a vite. In altri casi infine si sposa questo metodo al primo, fissando al pezzo delle maschere metalliche esattamente sagomate, interponendo fra esse ed il pezzo un sottile strato di terra refrattaria.

Questo metodo consente in generale una protezione sicura ed una esatta delimitazione; ma importa un costo notevole per le ghiere che vanno spezzate, o per le maschere che, venendo sottoposte a cementazione, si deteriorano rapidamente. Queste poi debbono venire fabbricate espressamente per ogni serie di pezzi; e gravano perciò sul costo di produzione, come un capitale morto non indifferente.

Esse sono poi causa di notevoli deformazioni nei pezzi, ostacolando la libera e uniforme loro dilatazione nel forno.

Altro difetto comune ai tre metodi, minore nel secondo, maggiore nel primo, è quello di richiedere il riscaldamento nel forno di una massa notevole di materie inerti; il che porta una perdita non indifferente di combustibile, sia per la maggior massa da riscaldare, sia per il ritardo con cui la temperatura di regime si raggiunge stabilmente in tutta la superficie dei pezzi.

Per dare un'idea dell'importanza di questo elemento citiamo un esempio.

In una importante fabbrica d'automobili si cementano giornalmente oltre 2000 kg. di pezzi lavorati; e benchè la protezione delle riserve sia molto accuratamente praticata per la maggior parte con maschere sovrapposte a minimi spessori di terra refrattaria, il peso morto delle materie inerti è di circa 500 chilogrammi.

Per il fatto della presenza di questa, si ha quindi il 20% di maggior massa da riscaldare; ma, ciò che più importa, si ha un ritardo di oltre due ore su otto, nel raggiungimento della temperatura di regime su tutte le superfici da cementare. Pur tenendo conto degli altri elementi fissi che modificano queste percentuali, si può valutare a circa il 30 % l'economia di combustibile che si realizzerebbe se non si avessero a riscaldare questi materiali non necessari.

Protezione con ramatura elettrolitica. — Consiste nel rivestire, con opportune cautele, di uno spessore di rame elettrolitico la superficie delle riserve; essendosi verificato che il rame protegge perfettamente l'acciaio contro il passaggio dei gas di cementazione, costituiti prevalentemente da ossido di carbonio.

Ancor prima di avere esposte le modalità d'applicazione di questo metodo, possiamo rilevare anzitutto che esso permette di realizzare al massimo grado l'economia di combustibile di cui si è pocanzi

accennato; giacchè lo spessore di rame che si sovrappone è una minima frazione di millimetro, e quindi non dà una massa apprezzabile di metallo da riscaldare.

Altro pregio del metodo è quello di potersi applicare ai pezzi dopo l'ultimo stadio della loro lavorazione, (dopo la filettatura, l'alesaggio, ecc.), evitando il ritorno dei pezzi all'aggiustaggio fra cementazione e tempra. Il che, oltre evitare i trasporti passivi e le cause d'errori, consente in molti casi un'altra importante economia di combustibile, potendosi passare direttamente dalla cementazione alla tempra, senza far prima raffreddare i pezzi.

La ramatura si può applicare con grande facilità per tutte le forme dei pezzi, ed in ogni parte della loro superficie; il che consente di moltiplicare fino all'estremo limite il numero e la estensione delle riserve, e quindi di ridurre al minimo lo spessore dei pezzi, a parità di resistenza; di diminuire le cause di deformazione, e di facilitare il raddrizzamento dei pezzi deformati; con che si riduce al minimo la percentuale di scarti.

Risulterà maggiormente evidente, per quanto si dirà in seguito, come il metodo risponda in modo perfetto all'ufficio di dare una protezione rigorosamente sicura ed esattamente delimitata. Dal raffronto fra le caratteristiche dei vari metodi risulta fin d'ora evidente che quest'ultimo non presenta nessuno degli inconvenienti rilevati negli altri, e presenta invece tutti i requisiti richiesti; talchè appare chiaramente come esso sia destinato a sostituire completamente i tre primi metodi.

Ciò è già avvenuto in altri paesi, (in America da parecchi anni, in Francia durante la guerra), e solo ora si comincia da qualche officina in Italia; ma è certo che anche qui questi primi esempi dovranno trovare numerosi imitatori.

L'argomento merita dunque di essere trattato un po' più estesamente per facilitare la diffusione di questo importante perfezionamento, chiarendone la portata, ed eliminando dubbi e diffidenze.

Accenniamo anzitutto che si è venuti alla scelta del deposito di rame, fra i vari depositi elettrolitici, per i seguenti motivi: Il rame fonde a 1050° e quindi resiste alle temperature dei forni a cementazione. In secondo luogo esso ha un coefficiente di dilatazione (a certe temperature) di 0,000018, non troppo dissimile da quello del ferro, 0,000012; cosicchè, data anche la sua grande malleabilità, il rivestimento di rame segue le deformazioni dei pezzi senza che venga superato il proprio grado di aderenza, e che si formino nel suo spessore soluzioni di continuità. In fine, fra i depositi elettrolitici quello del rame si presta ad essere ottenuto nel modo più semplice e facile, e risulta il meno costoso.

Detto ciò, bisogna peraltro avvertire che *non tutti i depositi di rame corrispondono allo scopo*, perchè non tutti hanno i requisiti occorrenti, e cioè:

- 1) Assoluta ed intima aderenza del rame sul ferro, perchè quello non si distacchi da questo sotto l'azione del calore;
- 2) Tessitura dello strato estremamente densa ed omogenea, per garantire l'impermeabilità contro l'ossido di carbonio;
- 3) Durezza della superficie esteriore, perchè nelle manipolazioni dei pezzi, spesso gettati alla rinfusa, non abbiano a verificarsi abrasioni nel rivestimento di rame;
- 4) Facilità di applicazione, che evita la necessità di mano d'opera specializzata;
- 5) Costo minimo.

Parecchi tentativi compiuti da industriali naufragarono in un completo insuccesso, perchè non si prestò abbastanza attenzione alla necessità del conseguimento delle condizioni suddette, e si volle usare quel qualsiasi bagno di rame che si aveva sotto mano.

E questi insuccessi, col diffondere una ingiusta sfiducia nel metodo della ramatura, ne hanno certo ritardato fra noi la adozione. La quale invece si è diffusa ormai in modo definitivo e generale in quei paesi (ad es. in Francia) ove una appropriata adozione del metodo, e l'uso di bagni speciali, espressamente studiati, rese notorio il conseguimento di ottimi risultati.

Questo stesso procedimento è stato finalmente sperimentato anche in Italia da qualche importante fabbrica (Ansaldo, Fiat), e la bontà dei risultati è stata luminosamente confermata.

Passiamo senz'altro a descriverlo.

*

Anzitutto occorre rivestire la superficie dei pezzi nelle parti da cementare di una vernice isolante che le preservi dalla ramatura. Si usa una vernice speciale a base di paraffina, (la sola paraffina non avrebbe sufficiente aderenza al ferro freddo), che fonde a basse temperature; e che si applica, a seconda della forma dei pezzi, col pennello, o per immersione.

La vernice si può recuperare dopo la ramatura con immersione in acqua bollente; ma spesso si lascia sul pezzo, giacchè non disturba affatto l'operazione di cementazione.

In qualche caso può trovarsi conveniente risparmiare questa operazione preliminare; ad esempio per le comuni ruote dentate, le quali possono essere ramate totalmente prima della fresatura dei denti; o quando basti un semplice colpo di mola ad asportare il rame da una determinata posizione.

I pezzi da ramare debbono essere ben decapati in guisa che nè ossido, nè magnetite, o altra sostanza eterogenea, mascheri alcuna parte della superficie; e debbono essere perfettamente detersi e digrassati.

La sgrassatura è sempre l'operazione più delicata ed importante su cui si basa l'aderenza di qualsiasi deposito elettrolitico. Da chi non abbia pratica di elettrolisi si può pensare che un sommario lavaggio con petrolio, o benzina, o magari con soda, sia sufficiente.

Ma ognuno può convincersi del contrario provando ad immergere nell'acqua un pezzo così lavato: nell'estrarlo si vedrà l'acqua residua scorrere sulla superficie del pezzo in rigagnoli bizzarri, o fermarsi qua e là in goccioline; il che significa che in tutti gli altri punti l'acqua non è venuta a contatto del ferro, perchè vi era rimasto del grasso.

Ecco invece un pezzo perfettamente sgrassato elettroliticamente; il quale, estratto dall'acqua, risulta coperto intieramente d'un velo d'acqua continuo ed uniforme.

Questo è il segno certo, che permette all'operatore di scorgere a colpo d'occhio un eventuale difetto.

La sgrassatura elettrolitica è senza dubbio la più efficace; perchè, mentre i grassi vengono saponificati e sciolti dalle sostanze fortemente alcaline contenute nel bagno, vengono energicamente asportati ed allontanati dal pezzo dalla copiosa effervescenza gasosa che si genera al catodo, e che provoca una rapida circolazione del liquido.

Se noi, nell'atto stesso in cui il pezzo viene così perfettamente deterso, provochiamo il deposito su esso di un primo leggero strato di rame, otterremo fra esso ed il ferro la migliore possibile aderenza, che ci assicurerà un'ottima presa anche ai bagni successivi. Questa è condizione fondamentale per la buona riuscita della ramatura contro cementazione.

Gli è perciò che il primo trattamento dei pezzi viene fatto con un bagno speciale di sgrassatura ramatura ⁽¹⁾ che funziona nel modo indicato, e che ora praticamente mostro.

La tensione occorrente è di 7 a 8 V e la corrente assorbita è da 6 a 8 Amp. per decimetro quadrato di catodo. Il tempo d'immersione varia, secondo la forma dei pezzi e la conseguente regolazione di corrente, da 30 a 90 secondi.

L'operazione è quindi estremamente semplice e rapida, e perciò assai poco onerosa; e, ciò che conta moltissimo in pratica, si compie automaticamente; e quindi il suo buon esito non dipende dalla capacità, o dalla diligenza dell'operatore.

Fatto questo, si procede alla vera ramatura; la quale, per assicurare sempre più la tenace aderenza, deve essere fatta in un primo tempo con un altro bagno alcalino ⁽²⁾ tale che corrisponda anche all'altro importante requisito di dare uno strato a tessitura estremamente fitta ed uniforme, che non possa essere attraversato dall'ossido di carbonio.

Bagni di tale natura sono generalmente assai lenti, talchè per ottenere lo spessore di rame necessario si richiederebbero da due a tre ore. Sono inoltre di manutenzione alquanto costosa, perchè formati a base di cianuri; e sono di condotta piuttosto delicata, in quanto che, se la regolazione della corrente non sia ben curata, danno luogo ad efflorescenza polverulenta, priva di aderenza.

Per questo si è trovato conveniente limitare l'immersione nel bagno alcalino ad un tempo minimo di 30 a 50 minuti, durante i quali si raggiunge lo spessore di quasi 1 cm/m; e farla seguire per altrettanto tempo dall'immersione in un bagno acido speciale ⁽³⁾, il quale alla comune qualità della rapidità, accoppia quella della estrema compattezza e durezza dello strato.

Questo bagno che è assai meno delicato dell'altro, corregge col proprio spessore le eventuali imperfezioni che in qualche punto si fossero verificate nel primo; e dà la maggior parte dello spessore di rame occorrente sul pezzo (da 2 1/2 a 3 mm) ad un prezzo quasi uguale al prezzo corrente del rame; in quanto che il deposito si forma intieramente a spese degli anodi, con una alterazione dell'elettrolite addirittura insignificante.

La quantità di energia che si richiede nel complesso dell'operazione è assai limitata; giacchè questi due bagni lavorano con circa 3 V e 1-1 1/2, a 2 Amp. per dmq.

Occorrendo in media un'ora e mezza di immersione, si consumano circa 8 Watt-ora per dmq. di superficie da ramare. Calcolando anche in misura molto larga le perdite di trasformazione della corrente alternata in continua, e le inevitabili dispersioni termiche nei reo-

(1) Cypranit.

(2) Parasels de cuivre.

(3) Ortho.

stati di regolazione, il consumo di energia, misurata sulle linee di distribuzione a corrente alternata, è certo inferiore a 20 Watt-ora per dmq.

L'impianto per un'officina di media importanza potrà richiedere una dinamo da 200 Amp. 10 V., e quindi l'impiego di 4 HP di potenza massima richiesta.

Le operazioni sopra descritte si susseguono praticamente con tale vicenda, che consente il minimo impiego di mano d'opera. L'operaio che ha preparato con la vernice isolante la prima serie di pezzi, li passa in pochi minuti al bagno di sgrassatura-ramatura, li risciacqua e, appesi ai medesimi ganci di sostegno, li appende al secondo bagno. Nei 40 minuti successivi, quei pezzi non hanno altro bisogno che di un'occhiata di tanto, in tanto, per controllare la regolazione di corrente; cosicchè l'operaio può disporre di una buona mezz'ora per preparare la seconda serie di pezzi.

Al termine dei 40 minuti estrae i primi pezzi dal secondo bagno, li risciacqua e li immerge nel terzo; e può quindi subito sgrassare la seconda serie di pezzi e passarla al secondo bagno, restando ancora libero per mezz'ora di preparare la terza serie di pezzi; e così di seguito.

Anche se il numero dei pezzi da trattare è così rilevante da esigere l'aiuto materiale di altre persone, praticamente risulta dimostrato che un solo operaio intelligente può dirigere tutte le operazioni, valendosi dell'aiuto di semplici manovali, donne, o ragazzi; ciò che contribuisce a rendere sempre più economico il procedimento.

Si domanderà come si possa togliere dopo la cementazione lo spessore di rame che ha finito il suo compito.

Rispondo subito che in generale non si sente affatto il bisogno di toglierlo perchè la sua minima entità resta ancora diminuita per effetto dell'ossidazione e di altre reazioni secondarie che avvengono nel forno; cosicchè quando il pezzo ne esce risulta rivestito come di un sottile strato di vernice anti-ossidante, che generalmente ha effetto benefico assai apprezzabile.

Qualora in pezzi di grande precisione interessasse proprio mettere a nudo la superficie del ferro, lo strato del rame potrà essere tolto secondo i casi con la mola, o con la sabbiatura, o meglio con l'apposito bagno elettrolitico di deramatura.

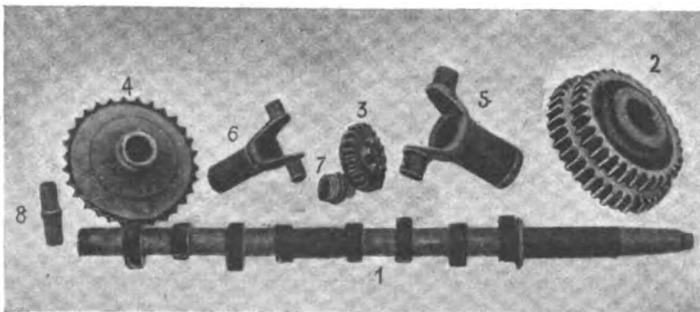
Ma ripeto che tale bisogno non è affatto sentito; tanto chè quasi mai il rame viene asportato.

Dirò al contrario che nelle officine ove esiste un impianto di ramatura contro cementazione, se ne è estesa l'applicazione a tutti i pezzi d'acciaio che debbono subire trattamenti termici, per proteggere contro l'ossidazione tutte le parti finamente lavorate, i filetti delle viti, spigoli vivi, ecc., che nel trattamento resterebbero ossidate, o altrimenti alterate.

Il direttore di un'importante fabbrica d'automobili che ebbi occasione di visitare a Parigi, mi assicurava con calorosa convinzione che questa funzione del suo impianto era altrettanto importante che quella relativa alla cementazione; tanto da giustificare l'impianto della ramatura elettrolitica, anche in quelle officine che non hanno forno a cementare.

In questi brevi cenni è già detto tutto quanto basta a caratterizzare il processo di ramatura contro cementazione, ed a dare la sicura convinzione che esso è incomparabilmente più vantaggioso di tutti gli altri sistemi di protezione che abbiamo in principio accennato. Ma tale convinzione si rafforza sempre, più fino a divenire direi quasi assiomatica, quanto più ci si addentra nella considerazione pratica dei singoli casi; cosicchè si resta stupiti come, di fronte alle gravi difficoltà ed imperfezioni degli altri metodi, quasi insormontabili ed incorreggibili in tanti casi, non si sia subito apprezzata la grande semplicità e perfezione che sono offerti dalla ramatura contro cementazione.

I pochi esempi che mostro per gentile concessione di alcuni industriali, bastano a renderne più chiara l'idea.

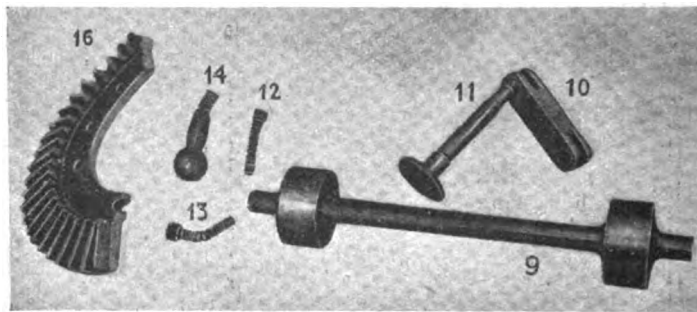


Ecco una serie di pezzi d'automobile F.I.A.T., esaminando i quali si resta ammirati per l'ingegnosità degli espedienti a cui si dovette sin'ora ricorrere per proteggere le parti da non cementare,

e che invece potranno essere trattati in modo semplicissimo col processo di ramatura indicato, e che ho io stesso applicato su questi campioni. La delimitazione delle riserve in questi ingranaggi (2, 3, 4) ed in questo albero di distribuzione (1), riuscirebbe con ogni altro metodo così complicata, che alcune officine vi rinunciano.

E quale massa di materie inerti si richiederebbe per proteggere internamente questi manicotti a perno del giunto cardanico di trasmissione! (5, 6).

Si osservi questa ruota dentata di trasmissione per la dinamo dell'avviamento (4). Essa ha uno spessore di appena 2 mm. A che cosa si ridurrebbe la sua resistenza, se essa fosse tutta cementata? E d'altra parte quale soverchiante peso di materie inerti si dovrebbe sovrapporre per proteggere una superficie così estesa! E con quanta semplicità risultano protetti i tappi concavi nello sterzo, (7) cementati solo internamente, e protetti nella sottile filettatura esterna; ed il perno a stantuffo, anch'esso cementato solo internamente! (8).



Ecco altri pezzi forniti dalla S. A. Bolognese Industria Elettromeccanica, che mettono altrettanto bene in evidenza l'enorme semplificazione offerta dalla ramatura, in confronto agli altri metodi di protezione.

Il rullo (9) che deve essere cementato nella sola superficie esterna dei due cilindri maggiori, ed il perno (11) che deve essere indurito solo ai due collarini estremi; e la doppia staffa (10) che deve avere cementate le orecchie terminali solo attorno al foro trasversale, intorno al quale lavora a cerniera, mentre alle basi esse debbono restare di metallo dolce, altrimenti si spezzano. Quale complicazione di forma richiederebbe questo pezzo per la protezione con qualsiasi altro metodo!

E d'altra parte ecco la dimostrazione dell'efficacia della protezione data dal rame.

Varie viti furono cementate contemporaneamente, e ne furono spezzate alcune *per prova*; quella (12) cementata totalmente, si spezzò al primo colpo di martello, e mostra nella sezione un anello periferico, la cui struttura cristallina rivela l'avvenuta cementazione; l'altra (13) ramata in tutta la parte filettata, si spezzò con maggiore sforzo, e le due parti restano ancora attaccate per il tenue spessore del filetto, il che dimostra la perfetta resistenza di questo. L'esame della sezione di rottura di quest'ultima, anche con la lente, dimostra che essa rimase perfettamente preservata dalla cementazione, per effetto della ramatura eseguita con i tre bagni indicati.

Ecco ancora una corona del differenziale (15) d'un'automobile Ansaldo, spezzata *per prova* sotto alla pressa. Se essa ha potuto contorcersi come si vede, prima di troncarsi, vuol dire che la malleabilità e la resistenza del metallo è rimasta perfetta in tutta la parte ramata; mentre invece l'assaggio alla lima dimostra la durezza dei denti, che furono cementati.

Così questa rotula (14) della guida che fu pure piegata *per prova* ha potuto raggiungere un angolo assai sentito prima di crinarsi, per merito della ramatura.

E gli esempi si potrebbero moltiplicare all'infinito.

L'Ing. Darlay della Casa Waldborg di Parigi, che nel 1920 fece una comunicazione su questo stesso argomento alla *Société des Arts et Métiers*, la fece precedere da una inchiesta presso le principali officine che già praticavano la ramatura contro cementazione, per sapere da esse se nella pratica avessero mai riscontrato alcun inconveniente, o qualche caso di inapplicabilità.

Le risposte furono concordi ed unanimi nella soddisfazione per i grandi vantaggi realizzati con la eliminazione di ogni inconveniente.

In generale fu messa in evidenza l'utilità di aver evitato i ritorni all'aggiustaggio fra cementazione e tempra, con guadagno di tempo e semplificazione; di lavorazione e di controlli; l'economia di combustibile, e la grande diminuzione dello scarto.

Il Direttore della Brasier, che costruiva durante la guerra il motore d'aviazione Hispanò, dichiarò di aver raggiunto per i funghi di regolazione un aumento di produzione del 18 per cento e per gli alberi a cames del 20 per cento; ed una riduzione della percentuale di scarto dal 6-7 % al 1-2 %.

È evidente, ripeto, che il metodo della ramatura elettrolitica, purché bene applicato, risolve in modo veramente brillante il problema delle riserve contro cementazione, e che è destinato a diffondersi in avvenire, fino a generalizzarsi.

Perché ciò non avvenisse bisognerebbe che cadesse in disuso il processo di cementazione; ma questo non potrebbe avvenire, allo stato attuale della tecnica metallurgica, altro che usando in tutte le lavorazioni meccaniche acciai speciali al nichel, al cromo, e simili, che accoppino alla durezza superficiale, dopo il trattamento termico, una preventiva malleabilità, ed una susseguente notevole resistenza.

Ma finché tali acciai speciali avranno un prezzo tanto superiore al comune acciaio dolce, si troverà sempre conveniente usare questo nelle comuni lavorazioni, col sussidio della cementazione.

Per molto tempo si può quindi prevedere, resti un ampio campo alla cementazione ed al suo necessario completamento, la ramatura contro cementazione.

Per lo studio pratico delle sue applicazioni ai singoli casi, sarò lieto di mettere le mie modeste cognizioni a disposizione dei colleghi che vorranno chiedermi consiglio.

L'ACCUMULAZIONE ELETTROTERMICA E LE TARIFFE INERENTI □ □ □ □

Ing. G. DURANDO

Lo sviluppo notevole che nell'ultimo biennio hanno preso gli apparecchi che utilizzano l'elettricità come sorgente di calore attraverso accumulatori termici, ci permette di considerare questi apparecchi come entrati nel dominio del mercato e fa venire nuovamente a galla una questione già dibattuta per il passato, quella cioè della tariffazione dell'energia quando sia usata come sorgente di calore. Lo scarso rendimento dell'energia elettrica usata direttamente come combustibile e la tassa governativa che colpiva nel passato questo uso avevano seppellito la questione non solo ma così profondamente che quasi quasi pareva poco serio il parlarne.

I rapporti ora sono profondamente mutati coll'intervento degli apparecchi suaccennati che, dal punto di vista degli enti distributori, presentano la particolare caratteristica di offrire carichi costanti e continui non solo ma anche carichi di riempimento per le valli dei diagrammi di funzionamento delle centrali di produzione. Molte Aziende distributrici hanno già risolto il problema ed offrono ai loro utenti energia per uso termico sia con tariffe a forfait per utilizzazioni di 8000 ore annue, sia con tariffe miste a kilowatt-ora comportanti quattro prezzi e cioè due estivi e due invernali per la notte e per il giorno. Le tariffe a forfait annuo a nostra conoscenza, oscillano fra le 1000 e le 1500 lire per kilowatt-anno e quelle a contatore di cui abbiamo notizia sono comprese nei limiti che seguono:

Estate . . .	{	notte »	8 a 12 cent. per kWh
		giorno »	16 » 20 » » »
Inverno. . .	{	notte »	12 » 20 » » »
		giorno »	22 » 30 » » »

Essendo in generale uguali i periodi denominati estivo ed invernale la media annuale della tariffa a contatore va da 14,5 a 20,5 cents. per kWh, mentre, il prezzo per kWh risultante dalle tariffe a forfait suaccennate va da 12,5 a 18,75 cent. per una utilizzazione piena di 8000 ore.

Queste medie si corrispondono molto bene riflettendo che una utilizzazione piena è pressoché impossibile e che i limiti di tariffa 14,5 e 20,5 corrispondono ai prezzi a forfait di L. 1000 e di lire 1500 con l'utilizzazione di 7000 ore annue, dato questo che si verificherà in pratica assai più probabilmente che quello di 8000 ore.

Molte Aziende però sono ancora titubanti ed esitano a mettersi su questa strada ed anche alcune di quelle che pure hanno istituito le tariffe per detto uso lo hanno fatto a denti stretti e quasi quasi più per non essere tacciate di misoneismo che altro. Crediamo quindi interessante rendere noti alcuni studi da noi fatti al riguardo fidando che la loro pubblicazione possa contribuire a creare nelle Aziende distributrici una fiduciosa cordialità per la nuova forma di utenza, fiducia e cordialità che le sono più che necessarie, indispensabili.

La nostra indagine condotta con criteri eminentemente pratici verte sui punti seguenti:

1° - A qual prezzo conviene agli utenti di comperare l'energia elettrica per uso termico?

2° - Conviene al distributore vendere all'utente l'energia per uso termico al prezzo come sopra trovato? Questa convenienza del distributore è assoluta (ossia comunque sieno le sue condizioni di distribuzione) o è solo relativa?

1° - Da parte dell'utente.

Incominciamo l'esame dal punto di vista dell'utente dichiarando subito che considereremo in prevalenza l'utente domestico - il piccolo utente siccome quelli ai quali particolarmente furono volti i nostri studi e le nostre ricerche. Astruendo dalle forme minori di utilizzazione termica anche per amore di chiarezza limitiamoci a quelle di uso più comune e che ammettono una immediata generalizzazione e cioè:

- 1° - Cucina.
- 2° - Bagno.
- 3° - Stiratura.

Queste 3 forme ricorrono presso quasi tutti gli utenti non solo ma sono strettamente collegate fra di loro in modo armonico a seconda delle abitudini più o meno signorili della famiglia cosicché se si da un numero indice ai Watt-mese che una famiglia consuma per illuminazione, l'energia consumata per gli altri usi sta alla prima in un rapporto quasi costante; non solo ma questi servizi tradizionalmente e necessariamente avvengono in periodi differenti della giornata cosicché si può asserire senza tema di smentita che la quasi totalità dei bagni si fa al primo mattino mentre la stiratura si fa al pomeriggio e la cucina ad ore pressoché coincidenti per tutte le famiglie; unica sovrapposizione, assai facilmente evitabile colla accumulazione è quella della luce colla confezione del pasto serale d'inverno.

Se noi facciamo un diagramma approssimativo di questi consumi durante la giornata invernale noi otterremo quello esposto alla fig. 1

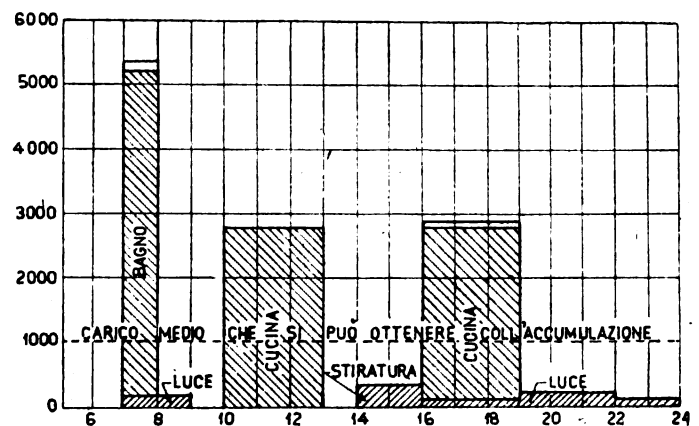


Fig. 1.

che si riferisce ad una famiglia di abitudini normali di 6 a 7 persone.

Nel tracciare questo diagramma noi supporremo di fare servizio per:

A) - Illuminazione in media 1400 Watt-ore al giorno così distribuite:

- 100 candele - 100 Watt dalle 16 alle 19;
- 200 candele - 200 Watt dalle 19 alle 22;
- 100 candele - 100 Watt dalle 22 alle 24;
- 150 candele - 150 Watt al mattino dalle 7 alle 9.

B) - Cucina 2800 Watt per tre ore alla mattina ed altrettante per tre ore alla sera.

C) - Bagno: 1 al giorno da 150 litri d'acqua a 40° = 4500 calorie circa =

5200 Watt-ore che si dovrebbero prelevare tra le 7 e le 8 al mattino con un carico di 5,2 kW almeno.

D) - Stiratura 300 Watt per 2 ore al giorno dalle 14 alle 16.

Orbene a questo diagramma che è irrealizzabile per una società distributrice anche avente impianti a serbatoio (si pensi alle linee e cabine che occorrerebbero per la punta mattutina dovuta al bagno e alla luce) noi possiamo sostituire cogli apparecchi ad accumulazione un diagramma perfettamente parallelo di un Kilowatt su 24 ore, bastando infatti a questo scopo l'istituzione della cucina e dello scaldabagno ad accumulazione ed una commutazione obbligata fra le 4 linee principali.

Due obiezioni possono essere sollevate al ragionamento di cui sopra e cioè:

1) che il diagramma estivo non corrisponde a quello invernale tracciato;

2) che vi sono in tutte le famiglie giornate eccezionali in cui specialmente il carico luce può subire un forte aumento.

La prima obiezione, che sembra assai forte, ha valore molto relativo, poichè l'unico carico che si riduce fortemente nei mesi estivi è quello della luce che è assai piccolo rispetto agli altri.

Infatti se i 1400 Watt-ore giornalieri dovuti alla luce si riduces-

sero ad un terzo, il consumo totale diminuirebbe di 1000 Watt-ore ossia nemmeno del 5 %.

La seconda del pari è relativa prima perchè non tutte le famiglie avranno contemporaneamente bisogno di questo extra poi perchè anche esso si riduce (raddoppiando il consumo luce) ad un 5 % in più sul totale di conseguenza le oscillazioni sulla media vanno da meno 5 % a più 5 % e questo scarto massimo del 10 % è tollerabile a qualunque centrale, che sia prevista per un carico di questo tipo.

Per poter esaminare la convenienza dell'utente di servirsi dell'energia elettrica dobbiamo fare forzatamente una digressione e cioè vedere quale sia la resa teorica e pratica dell'energia elettrica usata come combustibile paragonata agli altri combustibili più usuali; fra questi ultimi sceglieremo i due di uso più comune nelle famiglie, e precisamente il carbone ed il gas.

Le quantità di calore ricavabili da questi combustibili, mentre sono esattamente per l'energia elettrica, sono valori medi per gli altri: potremo dire quindi che:

1 kW-ora equivale esattamente	a 864 calorie
1 kg di carbone equivale in media	a 6500 »
1 m ³ di gas luce equivale in media	a 4000 »

A rigore quindi e a parità di energia termica producibile:

1 kWh equivale a 133 gr. di carbone;
1 kWh equivale a 216 litri di gas luce.

Ma due fattori di grande importanza entrano ora a modificare radicalmente questo rapporto e cioè: il rendimento che realizzano i vari congegni serventesi dei combustibili suddetti ed il rendimento pratico che soprattutto per il carbone differisce sostanzialmente da quello teorico.

Vediamo subito quest'ultimo che riferiremo al solo carbone essendo fattore trascurabile per il gas. Dicemmo sopra che per un kg. di carbone si possono avere 6500 calorie, ma dobbiamo vedere di quanto si riduce per effetto del rendimento pratico quel kg. che noi comperiamo e paghiamo.

Noi infatti comperiamo assieme al carbone anche la polvere, le ceneri, le scorie e l'acqua che esso contiene e (ci si perdoni questa aggiunta che è strana in una trattazione tecnica ma che non è meno vera) comperiamo anche quello che viene sciupato e rubato.

I primi quattro fattori poterono essere determinati con acquisti e misure fatte in varie città ed in periodi differenti dell'anno e dimostrarono che per il loro effetto il kg. di carbone che noi comperiamo e paghiamo si riduce in media del 25 % e cioè a 750 grammi.

L'ultimo fattore è imponderabile e, per quanto esso possa anche prevalere su tutti gli altri assieme, ci limiteremo a ritenerlo solo un altro 10 % con che il kg. di coke riducendosi a 650 gr. potremo dire che:

da un kWh ricaveremo sempre	864 calorie;
da un kg di carbone ricaveremo in media	$6500 \times 0,65 = 4200$ calorie;
da un mc di gas ricaveremo in media	4000 calorie.

Ma come è notorio il rendimento dei vari apparecchi a gas, a carbone ed elettrici differisce in modo notevolissimo sia per la natura stessa dei diversi combustibili sia per le particolarità degli apparecchi elettrotermici che meglio di tutti gli altri, si prestano ad essere protetti contro le dispersioni, sia più ancora per le forme svariatissime di ricupero di calore che sono consentite negli apparecchi elettrotermici ad accumulazione.

Una discussione teorica sull'argomento, lascierebbe il tempo che trova: e riteniamo preferibile dare dei risultati pratici quali furono a parecchie riprese da noi trovati e controllati.

- 1) Fornelli elettrici radianti rendimento 85 %;
- 2) Scaldabagno elettrico ad accumulazione rendimento 95 %;
- 3) Stufe elettriche ad accumulazione: rendimento 90 %;
- 4) Stufa elettrica ad azione diretta: rendimento 100 %;
- 5) Generatori elettrici di vapore ad accumulazione: rendimento da 92 % a 98 %;
- 6) Cucine elettrotermiche ad accumulazione: rendimento 85 %.

Nel valutare questo rendimento fu tenuto conto dell'acqua calda occorrente per il servizio di cucina e cioè pulitura stoviglie e cucina: in media 6 litri al giorno per persona.

- 7) Piccoli forni elettrotermici domestici: rendimento 75 %;
- 8) Grandi forni elettrotermici da pane: rendimento 85-90 %;
- 9) Fornello a gas Bunsen da 300 litri ora: rendimento 75 %;
- 10) Scaldabagno a gas: rendimento 70 %;
- 11) Stufa a gas: rendimento 70 %;
- 12) Cucina a gas, tenuto conto degli stessi coefficienti di cui al numero 5: rendimento 85 %;
- 13) Forno a gas per uso domestico: rendimento 60 %;

- 14) Fornello isolato a coke: rendimento 15 %;
- 15) Scaldabagno a coke: rendimento 22-25 %;
- 16) Stufa a coke: rendimento 25 %;
- 17) Cucina economica a coke colle stesse riserve di cui al numero 5 e 11: rendimento 17 a 20 %;
- 18) Forno da pane a carbone: rendimento 22-25 %.

Tenendo conto dei fattori che abbiamo indicati possiamo mediamente ritenere che all'atto pratico le utilizzazioni termiche dell'energia elettrica si possono realizzare con un rendimento di circa il 90 % mentre quelle a gas e quelle a coke non danno mediamente rendimenti superiori al 70 % e rispettivamente 20 %: conseguentemente potremo asserire che: da un kWh si ricavano praticamente:

$$864 \times 0,9 = 775 \text{ calorie}$$

da un kg di carbone praticamente $6500 \times 0,2 = 1300$ calorie;
e da un mc di gas $4000 \times 0,7 = 2800$ calorie.

E riducendo ad una dizione più chiara le nostre conclusioni diremo che: 10 000 calorie effettive richiedono rispettivamente: 13 Kilowatt-ora, oppure circa 8 kg carbone, oppure circa 3,6 m³ gas.

Noi dovremo ora trasformare in denaro le quantità trovate e per ciò fare basterebbe applicare ai quantitativi di gas e di carbone i relativi prezzi unitari.

La cosa però non è così semplice come può sembrare a prima vista. Infatti se è facile attribuire un prezzo medio attuale tanto al gas che al carbone non è altrettanto facile asserire che il prezzo medio attuale dell'energia elettrica rappresenti un valore attendibile in una trattazione come la presente che evidentemente non può tener conto solo dell'oggi, ma deve riferirsi a condizioni stabili ed in normale equilibrio economico.

Oggi i valori monetari per l'influsso dei cambi, per la capacità d'acquisto della moneta e per una quantità di fattori, molti dei quali imponderabili non rappresentano più il vero prezzo di una determinata merce ma rappresentano unicamente una convenienza di acquisto al valore che indicano.

Unici prezzi veramente attendibili sono quelli di anteguerra i quali per essere il frutto di un lungo periodo di pacifica attività rappresentano veramente qualche cosa di stabile.

Noi quindi in questa trattazione prenderemo come base i prezzi di anteguerra ed accenneremo anche ai prezzi attuali (dei quali non possiamo fare certamente astrazione) non solo; ma consideriamo anche una terza valutazione-limite che è quella alla quale presumibilmente tendono nel più prossimo avvenire i prezzi attuali.

Con quali criteri abbiamo stabilito questa valutazione-limite? con un criterio fondamentale di economia e precisamente quello che malgrado alcuni prezzi odierni per influssi politici fuori da quelli del libero mercato della domanda ed offerta, non corrispondano a quelli di anteguerra moltiplicati per la svalutazione della moneta, si deve inderogabilmente arrivare ben presto all'equilibrio imposto dal valore in oro della moneta stessa.

In altri termini la nostra valutazione-limite è data dai prezzi di anteguerra espressi in lire-oro e trasformati in lire-carta moltiplicandoli per una costante fissa.

Questa costante fissa non è il valore del cambio in oro perchè anche la capacità di acquisto dell'oro è diminuita, ma fu da noi desunta da una media di valori non soggetti a particolari affezioni di prezzo e di cambio: in altri termini è il rapporto fra il costo a cui tende la vita oggi e quello di anteguerra, naturalmente a parità di condizioni e fu fissato da noi al 300 %.

Ciò premesso applicando al carbone ed al gas le tre valutazioni anzidette abbiamo:

	m ³ gas	kg carbone posto domicilio
prezzo medio di anteguerra	0,20	0,05
valutazione-limite	0,60	0,15
prezzo medio odierno	0,80	0,35

Quindi 13 kWh di energia equivalgono a

	anteguerra	valutaz.-limite	attuali
gas L.	0,72	2,16	2,88
carbone L.	0,40	1,20	2,80

Concluderemo allora che l'utente per spendere lo stesso che col gas o col carbone dovrebbe avere il kWh ai prezzi seguenti: anteguerra da 3 a 5,5 cent.; valutaz.-limite da 9 a 17 cent.; attuale circa 22 centesimi. Vediamo ora a quale risultato si arrivi per altra via e precisamente considerando il diagramma di carico domestico di cui alla fig. 1. Per metterci nelle condizioni pratiche supporremo di contro alle utilizzazioni elettrotermiche quelle che più abitualmente ricorrono e precisamente:

Lo scaldabagno a gas;

La cucina a gas;

Il ferro da stiro elettrico allacciato al servizio luce essendo questa la forma che è oggi la più generalizzata.

La seguente tabellina da i rispettivi costi giornalieri per l'utente nei vari casi.

	Anteguerra	Limite	Attuali
Bagno con scaldabagno a gas. Per un bagno al giorno occorrono circa 1500 litri di gas al prezzo di L. 0,20, 0,60, 0,80	0,30	0,90	1,20
Cucina a gas : per una famiglia di 6 a 7 persone di abitudini normali si constatarono mediamente occorrenti 90 cm al mese, pari a giornalieri	0,60	1,80	2,40
Stiratura con ferro elettrico allacciato alla luce kWh 0,6 a L. 0,4 : 1,20, 0,80	0,24	0,72	0,48
Totali L.	1,14	3,42	4,08

Qualora questi servizi fossero elettrificati richiederebbero secondo il diagramma precedente tracciato 22,5 kWh e quindi la parità di condizioni attribuirebbe per l'utente il prezzo (per kWh) di :

Anteguerra	Limite	Attuale
L. 0,0505	0,153	0,182

Non abbiamo voluto considerare perchè non valutabili esattamente i maggiori vantaggi di pulizia ed igiene connessi al riscaldamento elettrico : cercheremo di valutarli alla fine del nostro ragionamento.

Così pure abbiamo escluso dal computo il servizio luce che era esposto nel diagramma : infatti questo servizio è ormai un indiscusso monopolio dell'energia elettrica su tutti gli altri sistemi e sarebbe artificioso considerarlo alla stregua degli altri.

Per vie diverse ed in casi svariati siamo arrivati ora a risultati sensibilmente coincidenti, e cioè a parità di servizio reso dai combustibili considerati l'utente dovrebbe pagare l'energia elettrica per uso termico al prezzo di circa L. 0,05, L. 0,15, L. 0,20 l'incirca per kWh nelle condizioni di mercato anteguerra, limite ed attuali.

Ma non dovremo noi per nulla tradurre in moneta tutti gli altri vantaggi indiretti che le applicazioni elettrotermiche presentano sugli altri combustibili?

Chi potrà contestarci i vantaggi igienici, di comodità, di praticità di minor manutenzione, di pulizia, di minor ingombro, ecc., ecc., degli apparecchi elettrotermici?

Non ci sembra affatto fuori di luogo il presumere che la loro diffusione e conoscenza possa delineare nell'utente la convenienza di spendere per tali vantaggi almeno 1/10 di più e ci sembra rispondente alla più rigorosa verità pratica il concludere che *nella grande media delle applicazioni elettrotermiche da noi studiate il punto di convenienza dell'utente corrisponde rispettivamente al prezzo di L. 0,55, 0,165, 0,22 per kWh nei tre casi sopra definiti.*

2° — Da parte dei distributori.

Vediamo ora l'altro punto della questione dianzi postaci e che possiamo ora integrare :

Convien agli enti distributori vendere l'energia elettrica per uso termico al prezzo rispettivo di L. 0,55, 0,165, 0,22 per kWh, prezzi riferentisi alle condizioni di mercato sopracennate?

Tale convenienza è assoluta o relativa?

Evidentemente se non è possibile considerare gli infiniti casi che si possono presentare, ci è possibile però scegliere il più sfavorevole di tutti e cioè quello che l'energia elettrica sia prodotta da una centrale esclusivamente termica, ed a questo appunto ci riferiremo.

Sul nostro ragionamento acquista una importanza capitale l'andamento del diagramma di carico : esso infatti è la determinante del consumo di combustibile e delle spese accessorie. Le considerazioni teoriche non possono servire al caso nostro e preferiamo riportare qui i risultati di prove serie e convincenti eseguite su una grande centrale termica.

Ci varremo quindi dei dati sperimentali ottenuti in una serie di accurate prove eseguite nella centrale della Compagnie Parisienne d'Electricité per cura dell'Ing. Chévrier. Questa centrale dispone di una potenza installata di 110.000 kW per il macchinario (turbo generatori) e di 80.000 kW per le caldaie (tubolari - 40 unità) e le prove si riferiscono al diagramma di carico di cui alla figura 2.

La punta di questo diagramma è di 60.800 kW e l'integrazione di 601.079 kW-h.

Il consumo di carbone totale della giornata fu di 653 tonnellate e quindi il consumo specifico risultò di 1080 gr carbone per kW-h.

Dalle 40 caldaie (che funzionarono complessivamente per 792 caldaie-ora) solo 55 funzionarono ininterrottamente per tutte le 24 ore e queste ultime diedero un consumo di carbone pari a 1166 kg per caldaia e per ora : le altre caldaie funzionarono saltuariamente a se-

conda del carico. Il numero di caldaie-ora utili fu di 460 e di qui si deduce che se il carico della centrale fosse stato costante ad esso si sarebbe costantemente commisurato il numero delle caldaie accese che avrebbero al massimo consumato come le 5 che marciarono a carico costante e quindi il consumo totale di carbone sarebbe stato di 1166×460 caldaie — ora utili = 536 tonnellate.

Se ne consumarono invece 652 donde un rapporto di $\frac{536}{652} = 0,825$.

Quindi il consumo di carbone unitario se il carico fosse stato costante sarebbe stato di $1080 \times 0,825 = 890$ gr.

L'autore delle esperienze Ing. Chévrier con argomentazioni molto attendibili ritiene che questo consumo nel caso di un carico costante sarebbe stato di non più che 735 gr e ciò per effetto di miglior rendimento dei turbo delle macchine accessorie, dei trasformatori, ecc. Noi però riterremo che questo temperamento sia meno sensibile

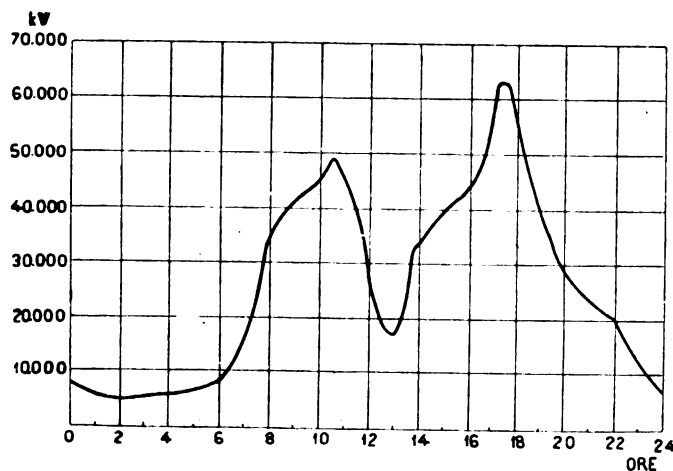


Fig. 2.

sulla scorta dei risultati sopra accennati fisseremo in 800 gr per kW-h al quadro il consumo centrale marciante con diagramma costante e di 1100 gr quello di una centrale avente il diagramma tipo suaccennato. La centrale in esame però non era in grado di fornire tutta la sua potenza a carico costante e volendo tenere un margine assai largo l'Ing. Chévrier le ritiene capace di erogare continuamente e costantemente 55.000 kW : quindi noi avremo una possibile erogazione a carico costante e continuo di $55.000 \times 24 = 1.320.000$ kWh ai quali corrisponde un consumo di :

$$1.320.000 \times 0,8 = 1.056.000 \text{ kg} = 1056 \text{ tonn.}$$

mentre a carico variabile si ebbe con 601.079 kW-h di erogazione un consumo di 652 tonnellate.

Quindi con un consumo del 50 % in più si è raggiunto una erogazione di più che del 100 % in più. Poniamo ora che la differenza fra le erogazioni, ossia in cifra tonda 720.000 kW-h sia venduta per uso termico e vediamo i rapporti di costi e di tariffe che verrebbero ad istituirsi.

I 600.000 Kilowatt-ora, attualmente erogati dalla centrale, sono passibili del rendimento delle reti e delle cabine e sono altresì influenzate dal fattore di potenza medio. Nella relazione dell'Ing. Chévrier non sono riportati i dati relativi, ma non è difficile desumerli e d'altra parte per il nostro confronto il valore assoluto del rapporto fra energia erogata alle sbarre ed energia misurata ai contatori non ha grande importanza. Possiamo ritenere che il rendimento complessivo (linee, cabine e reti) sia 0,75 e quindi che 600.000 Kilowatt ora alle sbarre diventino 450.000 ai contatori.

E stendendo il servizio ad un carico costante, noi dobbiamo anzi tutto tener conto delle differenti condizioni in cui linee, cabine, reti lavorano. Infatti le perdite dovute alla marcia a vuoto dei trasformatori che rappresentano nel caso in termini circa il 5 % sono soppiestate : per una produzione doppia la costanza delle perdite nel ferro migliora di almeno il 2,5 % il rendimento.

L'introduzione degli apparecchi elettrotermici di accumulazione (tutti a carico non induttivo) migliorerà fortemente anche il fattore di potenza che potrà essere portato molto vicino all'unità. Non sembra fuor di luogo ammettere una diminuzione del 20 % sulla corrente necessaria e quindi le perdite nel rame si ridurranno di circa il 50 % ossia riportate al totale rappresentano un ulteriore beneficio del 2 %. Infine la perdita in linea (che potrà essere commisurata ad un carico costante) darà anch'essa qualche beneficio e si potrà quindi complessivamente contare su una diminuzione di perdita del 5 % : ne viene che nelle nuove condizioni la centrale distribuirà i suoi 1.320.000 kW-h con un rendimento del 0,80 quindi avremo disponibili 1.056.000 kW-h misurati ai contatori.

Quali saranno i costi di produzione e di distribuzione nei due casi? Per il combustibile abbiamo trovato dei dati sicuri. Per le altre spese di *produzione* (interessi, mano d'opera, ammortamenti, spese generali, utili, ecc.) il Boileau sulla scorta dei dati dell'Ing. Chevrier e sulle prove eseguite sopraccennate le valuta il 60 % delle totali, (sempre riferendosi ad un carico rappresentato dal diagramma tipo della figura 2) cosicchè (ponendo il costo antebellico del carbone posto in centrale quello di 25 lire la tonnellata) si avrebbe per ogni Kilowatt-ora prodotto:

- a) carbone grammi 1100 a L. 25 la tonn. L. 0,0275
b) spese di produzione $6/4 \times 0,0275$ » 0,0412

Totale L. 0,0687

A questo costo di *produzione* dovremo aggiungere quello di *distribuzione* che gli accennati sperimentatori hanno desunto essere pari agli 8/10 del primo e che ammonta quindi a $0,8 \times 0,0687 = 0,055$ arrivando così ad un costo totale per kW-h *prodotto* di L. 0,1237 che riferito al Kilowatt-ora distribuito (rendimento 0,75) diventa $0,1237/0,75 = 0,165$.

Applicando a questi dati la valutazione-limite come prima definita, il costo anzidetto viene moltiplicato per tre e cioè arriva a L. 0,495; applicando invece i valori attuali potremo ritenere che il costo del carbone sia oggi 200 lire la tonnellata posto centrale, e che mediamente le altre spese di produzione e distribuzione sieno pari al 400 % di quelle prebelliche, quindi:

- a) gr 1100 carbone a L. 200 la tonnellata L. 0,2200
b) spese di produzione $4 \times 0,0412$ » 0,1648
c) spese di distribuzione a $4 \times 0,55$ » 0,2200

Totale L. 0,6048

che riferiti al kW-h distribuito diventano $0,6048 = 0,805$.

Evidentemente i valori medi 0,165, 0,495, 0,805 ai quali siamo arrivati essendo comprensivi di tutte le spese fisse e mobili di produzione e di distribuzione ed anche degli utili delle aziende distributrici devono corrispondere anche alle *tariffe medie* di vendita al pubblico dell'energia.

Una osservazione molto importante deve essere fatta sul valore medio 0,805 che rappresenterebbe la tariffa media odierna: in questo valore il coefficiente combustibile entra per L. $0,22/0,75$ ossia per L. 0,29 laddove se il carbone seguisse la sorte del valore d'acquisto odierno della moneta il suo prezzo non sarebbe più di L. 200 la tonnellata ma bensì all'incirca L. 100 ossia il quadruplo del prezzo antebellico: quindi le L. 0,805, se il carbone costasse oggi il suo prezzo economicamente logico di L. 100 e non quello politicamente forzato di L. 200; si ridurrebbero a L. $0,805 - 0,145 = 0,660$.

Passiamo ora alla ricerca della tariffa media quando all'ente distributore sia consentito di realizzare un diagramma parallelo per l'introduzione dei servizi elettrotermici ad accumulazione.

In questo caso le spese di produzione e di distribuzione non crescono evidentemente (combustibile escluso) proporzionalmente alla produzione. Potremo anzi asserire che le spese di distribuzione rimangono assolutamente inalterate e che quelle di produzione (escluso il combustibile) cresceranno complessivamente solo di quella quota parte corrispondente al maggior personale per il servizio continuo e soprattutto al maggior ammortamento necessario per il più pesante lavoro delle caldaie e dell'altro macchinario di centrale.

L'Ing. Chévrier ed il Boileau valutando complessivamente del 20 % in più queste spese ritengono si possa largamente provvedere al maggior onere sopraindicato.

Quindi avendosi prima avuto nei tre casi contemplati (valori prebellici, valore-limite e valore attuale) le spese di produzione (combustibile escluso) per kW-h di:

$$0,0412 - 0,1236 \text{ e } 0,1648$$

riferendole alla produzione totale di 600.000 kW-h si hanno rispettivamente come spesa totale di produzione (combustibile escluso):

$$L. 24720 - 74160 - 98880$$

che aumentate del 20 % danno rispettivamente in cifra tonda:

$$L. 30.000 - L. 90.000 - L. 120.000$$

le quali ripartite sulla nuova produzione di 1.320.000 kW-h danno per kWh rispettivamente: 0,023 — 0,069 — 0,092.

Le spese di distribuzione che, si è affermato, eguagliano nel caso in esame quelle del primo caso sono in totale rispettivamente:

$$Lit. 33.000 - 99.000 - 132.000$$

che riferite alla nuova produzione di 1.320.000 kW-h danno rispettivamente per kW-h:

$$L. 0,025 - 0,075 - 0,100$$

e infine come tariffa media nei tre casi contemplati per kW-h distribuito e tenendo conto che col carico uniforme il rendimento complessivo migliora da 0,75 a 0,80, abbiamo:

Valori prebellici:

Combustibile 800 gr a L. 25	L. 0,020
Spese di produzione	» 0,023
Spese di distribuzione	» 0,025
	L. 0,068

e riferite al kW-h distribuito

$$0,068/0,8 = 0,085.$$

Valutazione limite il triplo della precedente e cioè:

$$0,085 \times 3 = 0,255.$$

Valori attuali:

Combustibile 800 gr a L. 200	L. 0,160
Spese di produzione $0,023 \times 4$	» 0,092
Spese di distribuzione $0,025 \times 4$	» 0,100
	L. 0,352

e riferendole al kW-h distribuito:

$$0,352/0,8 = 0,440.$$

Ed anche qui a proposito dei valori attuali giova notare che se il prezzo del carbone corrispondesse al valore d'acquisto della moneta e non fosse inquinato dalle odierne condizioni politiche e politico-economiche il costo del kW-h prodotto sarebbe di:

$$L. 0,352 - 0,080 = 0,272 \text{ e quello del kW-h distribuito di: } \\ \text{» } 0,272/0,8 = 0,340.$$

Riassumendo quindi siamo arrivati a concludere che le tariffe medie nei due casi di carico a punta e di carico costante e secondo le diverse valutazioni sono:

Tariffa media	Val. prebellica	Val. limite	Val. attuale carbone a L. 1000	Val. attuale carbone a L. 200
Carico a punta	0,165	0,495	0,660	0,805
» costante	0,085	0,255	0,340	0,440

Ma non ci accontentammo di questo risultato deduttivo per quanto rigorosamente ricercato: volemmo suffragare con un dato inconfutabile e pratico le nostre deduzioni e concretammo perciò una statistica su 10 grandi gruppi distributori italiani che nel 1921 erogarono 744.000.000 di kW-h sotto una punta massima di 237.600 kW (vedi tabella).

Questa statistica aveva precisamente per scopo quello di stabilire un rapporto medio, fra l'energia venduta per uso di luce e quella venduta per forza motrice ed inoltre quello di desumere le medie tariffe di vendita per gli usi anzi detti sia prima della guerra che attuali.

Quanto al primo rapporto la sua media generale assoluta diede il 21,9 % al carico luce, ma presentandosi scarti assai forti (dovuti alle varie regioni del nostro paese così diverse una dall'altra per abitudini e per grado di industrializzazione) deducemmo un'altra media calcolata non tenendo conto della percentuale più alta e di quella più bassa che si considerano eccezioni: questa media così ricavata fu del 21,2 %.

Per quanto riguarda le tariffe prebelliche scegliemmo le più basse e cioè quelle di 0,40 per la luce e 0,09 per la forza motrice.

Per le tariffe attuali entrano in gioco altre considerazioni ben più complesse che esporremo a suo tempo. Dunque data la nostra centrale con carico a punta distribuite effettivamente 450.000 kWh giornaliere applichiamo ad essa i coefficienti e le tariffe prebelliche desunte dalla nostra statistica. Avremo:

$$450.000 \times 0,212 \times 0,40 = \text{incasso luce} \quad L. 38.160 \\ 450.000 \times 0,788 \times 0,09 = \text{incasso forza motrice} \quad \text{» } 35.460$$

$$\text{Incasso totale L. 73.620}$$

al quale corrisponde una tariffa media di:

$$73.620/450.000 = 0,163$$

che assai poco si scosta da quella di L. 0,165 prima trovata.

PR.	kWh totali distribuiti	kWh totali per luce	kWh totali p. forza motr.	°/o termici	°/o luce	Punte max.	Tariffe medie ante guerra		Tariffe medie dopo guerra		Carbone kg/kWh
							Luce	F. M.	Luce	F. M.	
1° Gruppo	45 000 000	10 000 000	35 000 000	6	22	18 600	0,40	0,10	0,70	0,20	1,15
2° "	127 000 000	13 000 000	114 000 000	3,5	10,5	54 000	0,50	0,12	0,80	0,25	1,30
3° "	113 000 000	19 500 000	93 500 000	20	16,8	25 300	0,40	0,09	0,70	0,20	—
4° "	100 000 000	17 000 000	83 000 000	20	17	30 000	0,40	0,12	0,70	0,20	1,35
5° "	200 000 000	50 000 000	150 000 000	7,5	25	45 000	0,70	0,09	1	0,20	1,50
6° "	12 000 000	3 000 000	9 000 000	7,5	25	4 000	0,50	0,25	0,95	0,45	1,50
7° "	87 000 000	23 000 000	64 000 000	2,1	26,5	45 000	0,39	0,07	0,66	0,18	1,58
8° "	20 000 000	4 000 000	16 000 000	—	20	6 300	0,75	0,11	1	0,20	—
9° "	10 000 000	4 000 000	6 000 000	—	40	2 300	0,80	0,08	1,20	0,24	—
10° "	30 000 000	5 000 000	25 000 000	5	16,5	7 000	0,70	0,10	1	0,25	2
Totali e medie generali assolute	744 000 000	148 500 000	595 500 000	9,45	21,9	237 500	0,55	0,11	0,87	0,237	1,48
Medie ottenute togliendo il valore massimo ed il valore minimo che si considerano eccezioni.				5,9	21,2		0,50	0,10	0,85	0,218	1,45

Ora, sempre riferendoci ai valori prebellici, consideriamo la centrale stessa caricata a tipo costante ed erogante 1.320.000 kW-h dei quali 1.056.000 effettivamente distribuiti.

Non essendovi nessun argomento forte che dimostri il contrario ammetteremo che l'introduzione su vasta scala dei servizi termici ed elettrotermici non influisca che trascurabilmente sull'ammontare dei carichi luce e forza motrice; ed ammetteremo quindi che la totalità dell'energia disponibile (1.056 — 450.000 = 606.000), sia venduta per uso termico.

Tale ipotesi è naturalissima poichè se ci riferiamo al diagramma tipo di consumo famigliare (vedi fig. 1), ricaviamo che il possibile consumo per uso termici ed elettrotermici è pari a 22.500 kW-h giornalieri in confronto ad 1,4 kW-h richiesti dalla luce ossia corrisponde al 1600 % di quest'ultimi e non è quindi fuori luogo l'ammettere che di fronte ad un carico luce di:

$$450.000 \times 0,212 = 95.400 \text{ kW-h}$$

se ne possano collocare 606.000 per usi termici ossia circa un terzo di quello che darebbe la percentuale del 1600 %.

Allora di fronte all'incasso totale in questo regime di carico continuo dato da:

$$0,085 \times 1.056.000 = 89.760$$

abbiamo un incasso per luce e forza motrice di L. 73.620 e quindi la differenza 89.760 — 73.620 = 16.140 rappresenta l'incasso dovuto ai 606.000 kW-h venduti per usi termici, ossia:

$$16.140/606.000 = 0,0266.$$

Valore questo che da il limite minimo di convenienza dell'Ente distributore per la vendita dell'energia per scopi termici con una centrale in regime costante ed ai prezzi prebellici.

Orbene a suo tempo trovammo che il limite massimo di convenienza per l'utente compratore era nelle stesse condizioni di tempo di L. 0,055.

Ci sembra quindi che la forte differenza fra questi due limiti possa comprendere tutti i possibili errori di ipotesi, di calcolo, ecc., e ci crediamo autorizzati ad asserire che:

in un regime economico tranquillo e normale quale quello antecedente la guerra vi è sempre convenienza da parte della centrale termica distributrice di caricarsi a regime costante coll'introduzione degli apparecchi elettrotermici poichè essa potrebbe utilmente vendere la maggior energia prodotta a L. 0,0266 per kW-h l'utente è disposto a pagargliela fino ad un massimo di L. 0,055.

*

Vediamo ora come sieno le cose attualmente. Abbiamo prima trovato che le tariffe medie desunte dalle considerazioni fatte risultano nello sconvolto periodo attuale di L. 0,805 per una centrale a carico a punta e di L. 0,440 per la stessa centrale portata a regime costante, tariffe che si ridurranno rispettivamente a L. 0,66 e 0,34 quando al prezzo forzato attuale del carbone di L. 200 la tonnellata si sostituisca quello di L. 100 che rappresenterebbe il massimo in relazione all'attuale valore della moneta.

Possiamo noi anche in questo caso controllare la tariffa media ottenuta per via deduttiva da costi di produzione con quella media desunta dalla statistica da noi fatta?

Evidentemente no, perchè le tariffe attuali (quella luce in modo speciale) non sono il risultato di una libera contrattazione su mercato libero ma sono imposte da leggi e decreti speciali ne più e ne meno che i fitti degli immobili.

Se noi quindi impostassimo qualunque ragionamento su queste tariffe commetteremo lo stesso grossolano errore di chi deducesse il valore di un immobile capitalizzando gli affitti ora pagati.

A colpo d'occhio si può però dire esaminando le tariffe medie di 0,805 e 0,440 che oggi una centrale termica non può vendere energia per uso elettrotermico almeno finchè le tariffe non diventino completamente libere e finchè il carbone non raggiunga il suo vero prezzo economicamente logico di L. 100 la tonnellata.

Questa conclusione però non infirma per nulla il nostro ragionamento che non si riferisce certamente ad un periodo di eccezione ma ad un periodo normale.

Vediamo invece quali rapporti esisterebbero se questo mercato libero esistesse e se il carbone avesse il suo prezzo normale di L. 100. In questo caso le tariffe medie dedotte sono rispettivamente 0,66 e 0,34. Quali dovrebbero essere oggi in mercato libero le tariffe luce e forza motrice?

Per la luce si può senza tema di smentita affermare che il suo prezzo di vendita arriverebbe a quello corrispondente alla svalutazione della moneta e cioè a quello prebellico moltiplicato per 4 ($0,4 \times 4 = 1,60$): ciò si può affermare poichè come mezzo illuminante l'energia elettrica domina il mercato in condizioni di monopolio: tutt'al più si avrebbe una lieve contrazione nel carico luce nei primi tempi che certamente sparirebbe.

Non altrettanto si può asserire per la forza motrice. Qui entrano fattori di altro genere primissimo fra i quali la concorrenza degli altri mezzi termici di produrre l'energia: non potremo quindi accettare la tariffa portata dalla svalutazione della moneta e cioè $0,09 \times 4 = 0,36$, ma dovremo accogliere come limite di prezzo massimo anche in mercato libero quello che costerebbe l'energia all'utente se la producesse da se termicamente.

Se si trattasse di grossissimi impianti a carico costante questo prezzo sarebbe quello stesso da noi ricavato p c'anzi, diminuito dalle spese di distribuzione e sarebbe cioè (carbone a L. 100):

Combustibile 800 gr	L. 0,080
Altre spese di produzione	» 0,092
	L. 0,172

per kW-h prodotto pari a $0,172/0,8 = 0,215$ per kW-h distribuito.

Questo prezzo corrisponde anche abbastanza alla media di Lire 0,218 desunta dalla nostra statistica ma se terremo conto delle piccole utenze (che non potranno mai raggiungere limiti così bassi producendo da se l'energia) e di quelle che non possono usare altro che energia elettrica ci possiamo ritenere autorizzati di elevare questo limite medio sulle L. 0,23 (10 % in più).

Ciò posto e tenendo per valido (ciò che a buon diritto si può fare) gli altri rapporti desunti dalla statistica si ha:

I. - Che la centrale a carico costante erogando in queste condizioni 1.056.000 kW-h alla tariffa media di 0,34, incassa $1.056.000 \times 0,34 = 359.040$.

II. - Che di questi, 95400 sono il carico luce al quale compete un gettito di $95.400 \times 1,60 = 152.640$.

III. - Che di questi, 354.600 sono il carico forza motrice al quale compete un gettito di $354.600 \times 0,23 = 81.558$.

IV. - Che quindi il saldo energia di 606.000 kW-h a vendersi per uso termico deve dare un gettito di $359.040 - (152.640 + 81.558) = 124.842$ che danno come tariffa media $124.842/606.000 = 0,206$.

Valore questo che da il limite minimo di convenienza all'ente distributore per la vendita dell'energia per scopi termici con una centrale in regime costante ed ai prezzi attuali quando il prezzo del carbone non fosse forzato e quando le tariffe luce e forza motrice assumessero il loro naturale livello economico.

Ma a suo tempo trovammo che il limite massimo di convenienza per l'utente compratore è alle condizioni odierne di L. 0,22 ed anche in questo caso, benchè con margine inferiore possiamo asserire che

se le tariffe luce e forza motrice ed il prezzo del carbone non fossero politicamente forzati in senso contrario esisterebbe certamente da parte della centrale termica a carico costante la convenienza di vendere la maggior produzione di energia a L. 0,206 il kWh dato che l'utente è disposto di pagarla fino a L. 0,22.

Si potrebbe obiettare che il prezzo di convenienza dell'utente in L. 0,22 fu desunto senza applicare al carbone ed al gas la riduzione ipotetica per portarli al logico livello economico odierno: ma noi obiettiamo che per il gas si è oggi già raggiunto col prezzo di L. 0,80 al mc il livello economico equo (fatto dovuto forse agli impianti già ammortizzati ed allo scarico che sul coke fa il produttore di gas del maggior prezzo del carbone) e per il carbone il minor prezzo che noi abbiamo ipoteticamente ammesso per la centrale è assai meno per non dire nulla sensibile nel caso delle piccole partite poste a domicilio del consumatore, caso nel quale le altre forti spese aggiunte e i molti guadagni interposti rendono la diversità assai meno sensibile.

Ed infine presupponendo che in un prossimo avvenire i prezzi si stabilizzino su circa il 300 % (e cioè considerando quella che noi abbiamo chiamato valutazione-limite) di quelli prebellici (prezzi ai quali corrispondono le tariffe medie dedotte di L. 0,495 e L. 0,255) e ripetendo i computi già fatti negli altri casi, arriveremo anche qui alla stessa conclusione alla quale siamo prima arrivati e cioè che anche in un prossimo avvenire a mercato stabilizzato e senza prezzi d'impero, la società distributrice ha convenienza di portare le sue centrali termiche a carico costante vendendo il di più di energia per usi elettrotermici dato che la sua convenienza è in questo caso rappresentata dalla tariffa 0,121 mentre l'utente in pari condizioni di mercato è disposto di arrivare fino a L. 0,165.

Conclusioni.

Ci sembra perfettamente inutile e ci sarebbe del resto impossibile estendere le indagini fatte per la produzione termica agli infiniti casi che possono presentare i costi di produzione negli impianti idraulici o misti: è del resto evidente che dette situazioni intermedie daranno costi di produzione sempre minori, a meno che una centrale idroelettrica o mista non sia così infelicemente organizzata da avere un costo di produzione uguale o superiore a quello di una centrale esclusivamente termica.

Possiamo quindi concludere che in ogni caso sia da parte dell'utente che da parte dell'Azienda produttrice esiste sempre una tariffa conveniente da applicarsi all'energia per usi termici quando naturalmente si faccia uso di apparecchi ad accumulazione.

Certo il diffondersi di queste nuove utenze implicherà integrazioni di centrali, di sottostazioni e di linee e quindi nuovo afflusso di capitale per l'industria di produzione dell'energia elettrica. Questo è veramente l'ostacolo da superare, gravissimo certo nei momenti attuali: però ci lusinghiamo che l'indagine fatta ed i risultati ottenuti possano sgombrare il terreno dalla preoccupazione certo importante della convenienza economica del distributore, contribuendo a far sì che gli sforzi degli interessati convergano esclusivamente a dirimere l'ostacolo finanziario in modo che questo mezzo riscaldante, così pratico, simpatico e comodo possa diffondersi e generalizzarsi.

□ □ SULLA ELETTRIFICAZIONE DELLE TRAMVIE EXTRA URBANE □ □ □

Ing. MARCO SEMENZA

Le presenti note si riferiscono specialmente alle tramvie extraurbane della pianura del Po, che rappresentano oltre l'80 % dello sviluppo chilometrico totale delle tramvie italiane. (Km. 3539 sul totale di 4360 alla fine del 1920). Può darsi che le considerazioni fatte e le conclusioni a cui giungo non siano estensibili che parzialmente alle tramvie dell'Italia peninsulare e insulare, per le quali tuttavia sarebbe facile, applicando analoghi criteri, eliminare o modificare volta per volta quelle conclusioni che non s'adattano a ciascun caso particolare.

Stato attuale delle tramvie a vapore.

Al giorno d'oggi le tramvie a vapore rappresentano i mezzi di trasporto più antiquati e meno comodi di cui disponiamo. Create fra il 1870 e il 1890, spesso mediante l'impiego di capitali esteri, prevalentemente belgi, esse rappresentavano un rilevante progresso sui mezzi allora in uso. Dall'epoca del loro impianto fino ad oggi la maggior parte di esse però non seguì il progresso generale, ma continuò la propria vita stentata, invecchiando poco a poco senza rinnovarsi e quasi senza accorgersi che il ritmo della vita moderna andava invece sempre accelerandosi.

I mezzi tecnici di cui dispongono queste tramvie sono ora spesso inadatti a fronteggiare le nuove esigenze, mentre la parte finanziaria, salvo poche eccezioni, ne è in precarie condizioni.

Di sua natura l'industria dei trasporti è una industria povera, dagli utili limitati e soggetti a trasformarsi in perdite non appena si verificano anche in forma lieve crisi industriali, o si presenti la concorrenza di mezzi più celeri. Occorre poi considerare che lo Stato si è accanito contro questa industria, che pur ha la sua ragione di esistere, gravandola, colla legge dell'equo trattamento, di oneri eccessivi per la sua potenzialità finanziaria, obbligandola a vivere in un viluppo di disposizioni capestro ed in lotta continua col personale da una parte e lo Stato dall'altra, mentre il rincaro del carbone causato dalla guerra finì col rendere pressoché impossibile la continuazione del servizio su molte linee.

I legami legislativi hanno anche giustamente diffusa nel mondo finanziario una profonda diffidenza per gli investimenti di capitale in società tramviarie, investimenti che di loro natura erano sempre stati considerati come impieghi a reddito limitato ma di piena sicurezza.

Conseguenza di queste ripetute crisi è lo stato attuale delle tramvie: eccettuate le linee che, prima della guerra, con felice intuito, approfittando ancora dei bassi prezzi, furono trasformate in elettriche, le altre, salvo alcune rare eccezioni, stanno lentamente deperendo, frammezzo a difficoltà d'ogni genere, tecniche e finanziarie, tanto che alcune dovettero sospendere il servizio, e vi sono esempi di tramvie che venderanno i propri binari ed il proprio materiale per pagare i debiti dell'esercizio.

Dal punto di vista del pubblico poi, pochi servizi godono così diffuse antipatie come le tramvie a vapore: infatti la loro piccola velocità, l'estrema incomodità delle vetture, la scarsità delle corse, ed infine l'elevatezza delle tariffe, fanno sì che dovunque vi sia la possibilità di servirsi di un altro mezzo, il pubblico abbandona senza rimpianto le vecchie caffettiere.

Bisogna anche riconoscere che in questi ultimi anni i servizi automobilistici hanno compiuto tali progressi ed incontrato così grande favore nel pubblico che in molti casi la loro concorrenza alle tramvie è fortissima e inesorabile, facilitata come è dalla mancanza di legami legislativi e di gravami di servizi postali gratuiti ed altri (1).

D'altra parte però l'esempio delle tramvie che, elettrificate in tempo, mantengono tuttora il proprio primato come servizi di trasporto economici e rapidi, assicurando nello stesso tempo alle Società esercenti risultati di gran lunga migliori di quelle a vapore, dimostra che qualcosa si può ancora fare per ridare potenzialità e vigore a questo sistema, che per insipienza d'uomini e di governi e per l'effetto di circostanze dolorose, è ridotto a vivacchiare di elemosina.

Infatti alcune caratteristiche delle tramvie sono assolutamente irraggiungibili coi servizi automobilistici.

Per quanto riguarda i servizi passeggeri la trazione a benzina ha potenzialità limitata, e non si può far fronte con essa alle punte di traffico che frequentemente si presentano, così che essa può utilmente servire solo in zone di scarso traffico. Inoltre per la maggior parte delle derrate il servizio merci risulta troppo costoso se fatto con automobili. E perciò che i mezzi che permettono di sperare in una rigenerazione delle tramvie sono quelli e solo quelli che possono migliorarne sensibilmente le condizioni d'esercizio, rendendo sempre più efficaci le loro più preziose caratteristiche: quella della capacità largamente variabile a seconda delle esigenze, e quella dell'economia e della larga potenzialità del servizio merci.

Risanamento delle tramvie — Loro elettrificazione e trasformazione.

Un rimedio esiste ed è sicuro nei suoi effetti: l'elettrificazione. Con essa infatti si possono raggiungere i seguenti vantaggi fondamentali:

1. - Forte aumento di velocità nei convogli: grande accelerazione e quindi possibilità di fermate frequenti, pur mantenendo elevata velocità commerciale.
2. - Possibilità di far correre treni frequenti e leggeri e treni occasionalmente pesanti come richiede il servizio passeggeri, e treni pesanti e lenti per il servizio merci, e ciò colla massima economia d'esercizio. Conseguentemente aumento enorme della potenzialità di trasporto di una data linea (2).
3. - Sensibile risparmio di personale e di spese di manutenzione: indipendenza delle spese d'esercizio dal costo del carbone.

(1) V. a questo proposito l'articolo editoriale della Rivista dei trasporti del febbraio 1923. Nel N. 3 del 1922 della stessa Rivista è anche esaminata in un articolo la crisi delle tramvie a vapore.

(2) Vi sono esempi di linee elettrificate che hanno visto in pochi anni quadruplicare e perfino sestuplicare il traffico che smaltivano quando funzionavano a vapore.

4. - Massima pulizia nelle vetture, soppressione del fumo e della polvere di carbone.

L'elettrificazione però non basta: occorre che essa venga integrata con altri provvedimenti contemporanei di carattere tecnico e finanziario.

Le due necessità sono fra loro strettamente collegate, poichè nessuna trasformazione tecnica è possibile senza danaro, mentre, come abbiamo visto, il mondo finanziario rifugge oggi da impieghi di capitale nell'industria dei trasporti, che gode di pessimo nome per le crisi che ha attraversato e per i legami a cui è soggetta.

Di conseguenza, prima condizione per un possibile risanamento è che ritorni la fiducia della finanza nelle intraprese di trasporti, e primo punto per ottenere che questo ritorno di fiducia si effettui è quello che da parte del Governo si abbandoni subito quella parte del bagaglio legislativo che va sotto il nome di equo trattamento, che può limitare la piena libertà alle società esercenti tramvie di utilizzare come meglio credono il proprio personale, senza vincoli d'organici assurdi, e senza limiti alle paghe: libertà di licenziamento del personale sovrabbondante ad esclusivo giudizio delle società, infine libertà di tariffe e di servizi.

Tuttavia anche quando ciò fosse, non tutte le linee si presenterebbero sotto le stesse condizioni di fronte al problema della loro rigenerazione.

Grossolanamente le tramvie a vapore esistenti possono dividersi in tre gruppi.

1. - Quelle che per il tracciato e la potenzialità di traffico delle zone da esse servite non offrono alcuna possibilità che in avvenire si svolga su di esse, sia pure trasformate, un traffico sufficiente a compensare le spese dell'esercizio.

Queste tramvie dovrebbero essere senz'altro sopresse e, dovunque convenga, venir sostituite con servizi automobilistici economici e ben studiati.

2. - Le tramvie uscenti dalle grandi città e che sono più che altro prolungamento di quelle urbane. Queste tramvie sono caratterizzate prevalentemente dai servizi passeggeri e a grande frequenza e con treni leggeri, mentre il traffico merci non ha che scarsa importanza. Di esse, ove ancora ne esistano a vapore, conviene prospettare la trasformazione in tramvie elettriche senza profondi mutamenti di tracciato ed eventualmente col solo cambio del binario ove questo risulti eccessivamente logoro e di sezione insufficiente.

Queste tramvie per il loro stesso carattere devono seguire la strada, a livello del piano stradale, per fornire il minimo ingombro al traffico dei veicoli.

3. - Le tramvie interurbane che collegano centri di una certa importanza, che costituiscono mezzi di trasporto utilizzabili sia per passeggeri che per merci e sulle quali può attendersi, una volta migliorate le condizioni del servizio, uno sviluppo rilevante nel traffico. Per questo oltre alla elettrificazione che è la base di tutte le trasformazioni tecniche, occorre spesso procedere ad una trasformazione dei tracciati.

Infatti per poter raggiungere i vantaggi consentiti dalla elettrificazione (e che abbiamo elencato più sopra) occorre poter aumentare la velocità commerciale e quindi oltrepassare il valore massimo ora concesso di km. 35 ora per tramvie su strada. Ne segue che occorre separare la sede stradale da quella tramviaria, ciò che si ottiene nel modo più semplice ed economico collocando quest'ultima sopra una specie di marciapiede rialzato. Ove questo sia sufficientemente elevato si deve poter innalzare la velocità massima a 60 Km.-ora. Inoltre occorre sopprimere i passaggi negli abitati costruendo tratti in sede propria fuori di essi, e rettificare i tracciati ove questo si possa fare con vantaggio dell'esercizio.

Per questo tipo di tramvie, considerazione speciale merita il traffico merci. Le tramvie hanno sempre esercitato, sia pure in misura limitata e insufficiente, l'ufficio di raccogliatrici e distributrici del traffico delle F. S. nelle zone ove queste non giungono e giungono invece le tramvie che possono facilmente arrivare, a mezzo di raccordi, agli stabilimenti sparsi nella campagna.

Tale funzione, di grande importanza, deve essere intensificata colla ricostruzione e la elettrificazione delle tramvie, in modo che queste vengano a costituire realmente le ultime diramazioni del traffico merci ferroviario, e nello stesso tempo una delle fonti della sua alimentazione.

Il traffico merci, affinché si svolga senza difficoltà e colla massima economia, deve essere fatto senza trasbordi, e mediante raccordi diretti con stabilimenti. Ne segue che, ove sia possibile, conviene nella trasformazione considerare l'eventualità di instaurare lo scambio dei carri merci colle F. S. modificando i tracciati in modo che sia possibile l'istadamento sui binari tramviari dei veicoli merci delle ferrovie. Fortunatamente quasi tutte le tramvie esistenti sono a scartamento normale (ed ove ciò non fosse e appena se ne presentasse la possibilità converrebbe di trasformare lo scartamento da ridotto in normale) per cui uno dei requisiti principali è assicurato. Altri sono

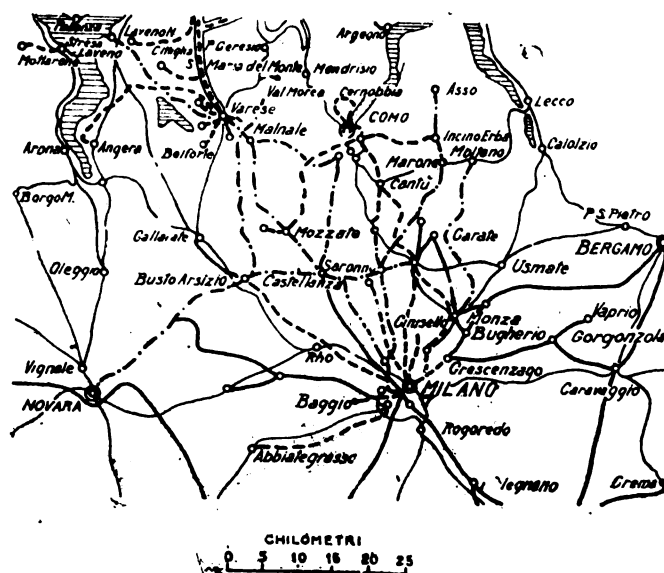
il raggio delle curve, che non deve essere inferiore ai 150 m. e il peso delle rotaie che non dovrebbe scendere al disotto dei 27 Kg. per ml.

Elettrificando una vecchia tramvia a vapore è quasi sempre necessario di sostituire il ferro dei binari, è quindi facile di installare rotaie nuove di peso corrispondente alle necessità, e di correggere il tracciato in modo da raggiungere per le curve il minimo raggio richiesto dalla circolazione dei veicoli delle F. S.

Così facendo le tramvie vengono ad essere trasformate, per quanto riguarda la costruzione, in ferrovie economiche elettriche, mantenendo però nell'esercizio e nel traffico il carattere tramviario, in modo da cumulare le caratteristiche favorevoli dei due tipi e sfruttare al massimo tutti i vantaggi della elettrificazione.

Sistemazione generale delle reti tramviarie.

Se si esaminano, tenendo presenti i criteri sopra esposti le reti tramviarie del settentrione d'Italia^(*), si scorge che, scartate le



(Per le indicazioni relative alle varie linee v. fig. a pag. 233).

tramvie che non posseggono possibilità di sviluppo e di trasformazione e che debbono perciò venire sopresse, fra le rimanenti pochissime sono quelle, ancora a vapore, che si potrebbero attribuire al secondo gruppo. In grande maggioranza si tratta di tramvie trasformabili in ferrovie economiche elettriche colle norme stabilite più sopra e che dovrebbero essere rese obbligatorie, in caso di elettrificazione, a meno che contro esse ostino difficoltà speciali da esaminarsi caso per caso.

Esaminando inoltre le varie reti tramviarie esistenti nella pianura del Po, si scorge come molte di esse siano separate fra di loro da brevi interruzioni dovute al fatto che le reti tramviarie hanno avuto originariamente sviluppo prevalentemente provinciale.

Se si ammette tuttavia di voler raggiungere, colle disposizioni di cui sopra, lo scopo di sviluppare il più possibile il trasporto delle merci in tutte le zone non servite direttamente da ferrovie e aumentare così il traffico possibile delle F. S. non vi è più nessuna ragione che le varie reti di tramvie non siano fra loro collegate ed anche per gli scambi a breve distanza fra provincia e provincia aventi produzioni agricole ed industriali diverse, i collegamenti sono spesso necessari.

Ne segue che posto il problema sotto questa forma, si promuoverebbe la costruzione e lo sviluppo di una rete tramviaria, a carattere ferroviario per quanto riguarda il traffico merci, sussidiaria della rete delle F. S., le quali la dovrebbero favorire in ogni modo quale una delle fonti della loro prosperità. Alla trasformazione delle linee esistenti, effettuata come si è detto sopra, dovrebbe immediatamente seguire la costruzione dei brevi tratti di raccordo che sono necessari per collegare fra loro le varie reti tramviarie, e la concessione di nuove ferrovie e la trasformazione delle tramvie esistenti dovrebbe sempre venire fatta tenendo presente questo scopo da raggiungersi gradualmente.

Le ferrovie principali verrebbero così alleggerite dal traffico merci a brevi distanze che è per esse costoso, poco redditizio e per il quale soprattutto manca ad esse la possibilità di effettuare economicamente rapidi ritiri e consegne, ciò che è imperiosamente richiesto dal ge-

(*) V. figure. Esse sono state dedotte da una carta predisposta dal Ministero dei LL. PP., Sez. II del Consiglio Sup. delle Acque, al quale ufficio si deve anche una comunicazione nella quale sono sostenute alcune delle idee qui svolte a proposito della sistemazione delle reti tramviarie. (V. Rivista dei Trasporti, n. 6 del 1922).

nere delle merci trasportate e dai bisogni del pubblico, mentre i grandi trasporti a notevoli distanze verrebbero ad essere favoriti sensibilmente dall'esistenza di una diffusa rete raccoglitrice e distributrice.

A questa rete potrebbero convenientemente venir connesse, pure allo scopo di effettuare scambio di carri merci, molte ferrovie secondarie concesse all'industria privata che trarrebbero dall'unione colle tramvie vantaggi analoghi a quelli previsti per le F. S.

A grandi linee, e senza la pretesa di arrivare ad una precisione assurda nella considerazione di questi problemi, si può dire che colla costruzione di nuovi tratti tramviari per un totale di poco più di cento chilometri e colla graduale trasformazione in elettriche delle linee che hanno caratteristiche adatte ad essere attribuite al terzo gruppo, si potrebbe disporre in non molti anni, nel nord d'Italia, di una rete complessa di tramvie, con carattere ferroviario per il servizio merci, di uno sviluppo totale di oltre Km. 1000, che ove fosse integrata dalle ferrovie secondarie potrebbe agevolmente raggiungere i 1500 chilometri.

Uno sguardo alla carta dà modo di vedere a colpo d'occhio quale valore per la economia nazionale avrebbe una tale sistemazione delle reti tramviarie. Si tratta in fondo di dar mezzo di svilupparsi, senza pastoie di costosi e difficili trasporti, oltre che all'agricoltura, a molte industrie che in paesi lontani dalle ferrovie possono trovare condizioni vantaggiose di mano d'opera e di materie prime.

In altre parole a mezzo dell'elettricità si ottengono trasporti rapidi ed economici che danno modo alle plaghe più lontane dalle città e dalle ferrovie di avvicinarsi ad esse e di disporre quindi di uno dei mezzi più potenti di sviluppo economico.

Assorbimento di energia ed impianti elettrici.

Una sistemazione razionale delle tramvie extra-urbane non può evidentemente effettuarsi senza un preventivo accordo sul sistema di elettrificazione, o meglio sulla tensione di alimentazione delle linee di contatto, poichè come sistema non entra in considerazione, allo stato attuale della tecnica, che quello a corrente continua ad alta tensione.

La questione è ancora soggetta a discussione ed a studio caso per caso, poichè mentre da una parte le spese di personale per l'esercizio delle sottostazioni sono così gravi da spingere a ridurre il più possibile il numero aumentando la tensione, dall'altra le nuove estese applicazioni delle sottostazioni automatiche, dei raddrizzatori a vapori di mercurio, oltre che delle convertitrici ad alta tensione, consentono, a parità di spese d'esercizio, di installare un maggior numero di sottostazioni, effettuando lo stesso servizio a tensione minore.

Si può tuttavia dire che per le tramvie extra-urbane non entrano per ora in discussione che le tensioni comprese fra i 1200 e 2400 V. fra i quali limiti non sarà difficile di fissarsi su di un valore medio che consenta una soluzione economica generalmente accettabile.

La tensione unica permetterebbe anche lo scambio del materiale mobile motore fra le varie reti, ciò che può essere assai utile in determinati casi, e soprattutto consentirebbe l'alimentazione comune di varie reti tramviarie a mezzo di sottostazioni opportunamente distribuite, così da diminuire sensibilmente le spese d'impianto ed il costo dell'energia occorrente per la trazione.

L'assorbimento di energia per ogni km. di linea tramviaria varia naturalmente da linea a linea a seconda della densità del traffico, ma come ordine di grandezza può ritenersi in media che si aggiri sui 30-40 mila kWh annui, con una punta di 15-20 kW per chilometro corrispondente ad una utilizzazione di 2000-2500 ore. Sono dunque per le sole tramvie più importanti dell'Alta Italia cifre dell'ordine di 30-40 milioni di kWh annui, con una punta di 15 a 20.000 kW che entrano in giuoco, distribuiti in centri di assorbimento della potenza da 500 a 1000 kW ciascuno.

La durata di utilizzazione potrebbe anche venir aumentata ove ve ne fosse la convenienza adottando sistemi automatici di regolazione della tensione, ed in ogni modo si tratta di forniture che presentano il vantaggio di potersi effettuare con fattore di potenza in avanzo, in generale nelle vicinanze di nodi e linee importanti di trasmissione, e che dovrebbero quindi venir favorite dai produttori e distributori di energia.

Costo della trasformazione.

Per le tramvie del secondo gruppo, per le quali è da prevedersi la elettrificazione senza mutamento nei tracciati, la spesa di trasformazione è difficile da stabilire perchè dipende dal numero delle vetture automotrici per ogni chilometro di linea, numero che varia fortemente da caso a caso. L'alimentazione avviene generalmente a corrente continua a media tensione, 500-750 V, e le sottostazioni di alimentazione possono spesso essere, a risparmio di spesa, comuni colle tramvie urbane. In via di massima la sola linea di contatto su pali in ferro può calcolarsi che costi ai prezzi attuali fra le 50 e le 60 mila lire al chilometro e la trasformazione completa, comprese le sottosta-

zioni e le automotrici, potrà oscillare fra le 200 e le 300 mila lire al chilometro, a seconda del numero delle automotrici. Se si deve prevedere anche la sostituzione del binario, senza mutamenti nel tracciato, la spesa totale potrà raggiungere le 350-450 mila lire per chilometro ed anche più in casi speciali.

Per le tramvie del terzo gruppo occorre prevedere il rinnovo completo del binario, la separazione della sede stradale dalla sede tramviaria per i tratti in cui la tramvia correrà ancora sulla strada, l'allargamento delle curve, la costruzione dei tratti in sede propria all'infuori degli abitati e delle rettifiche e accorciamenti di tracciato. Molte volte bisogna anche provvedere alla costruzione di stazioni e di raddoppi. Tutte queste esigenze fanno sì che il costo della trasformazione può ammontare ad un totale fra L. 400 e L. 600 mila al chilometro ed anche più a seconda delle difficoltà dei tracciati, del numero e del costo delle opere d'arte, del numero delle automotrici e dei locomotori, della nuova dotazione di materiale mobile rimorchiato che occorre prevedere per far fronte allo scambio carri merci colle F. S., ecc., ecc.

La pura trasformazione elettrica può calcolarsi fra le 150 e le 250 mila lire al chilometro, poichè il numero delle automotrici per chilometro è più piccolo che nel caso delle tramvie precedenti e siccome si impiega l'alta tensione, una sola sottostazione può servire per un maggior numero di chilometri di linea.

In questo caso si presenta anche sovente la necessità di sopprimere passaggi a livello attraverso ferrovie maggiori. Per essi bisognerebbe che fosse chiaramente stabilito che l'abolizione dei passaggi a livello venisse imposta solo nel caso che la ferrovia attraversata abbia traffico tale da giustificare il costo del provvedimento e in tal caso le F. S. e gli Enti locali debbano concorrere in modo ben definito nella spesa di costruzione del sovrappasso o del sottopasso che va specialmente a loro vantaggio.

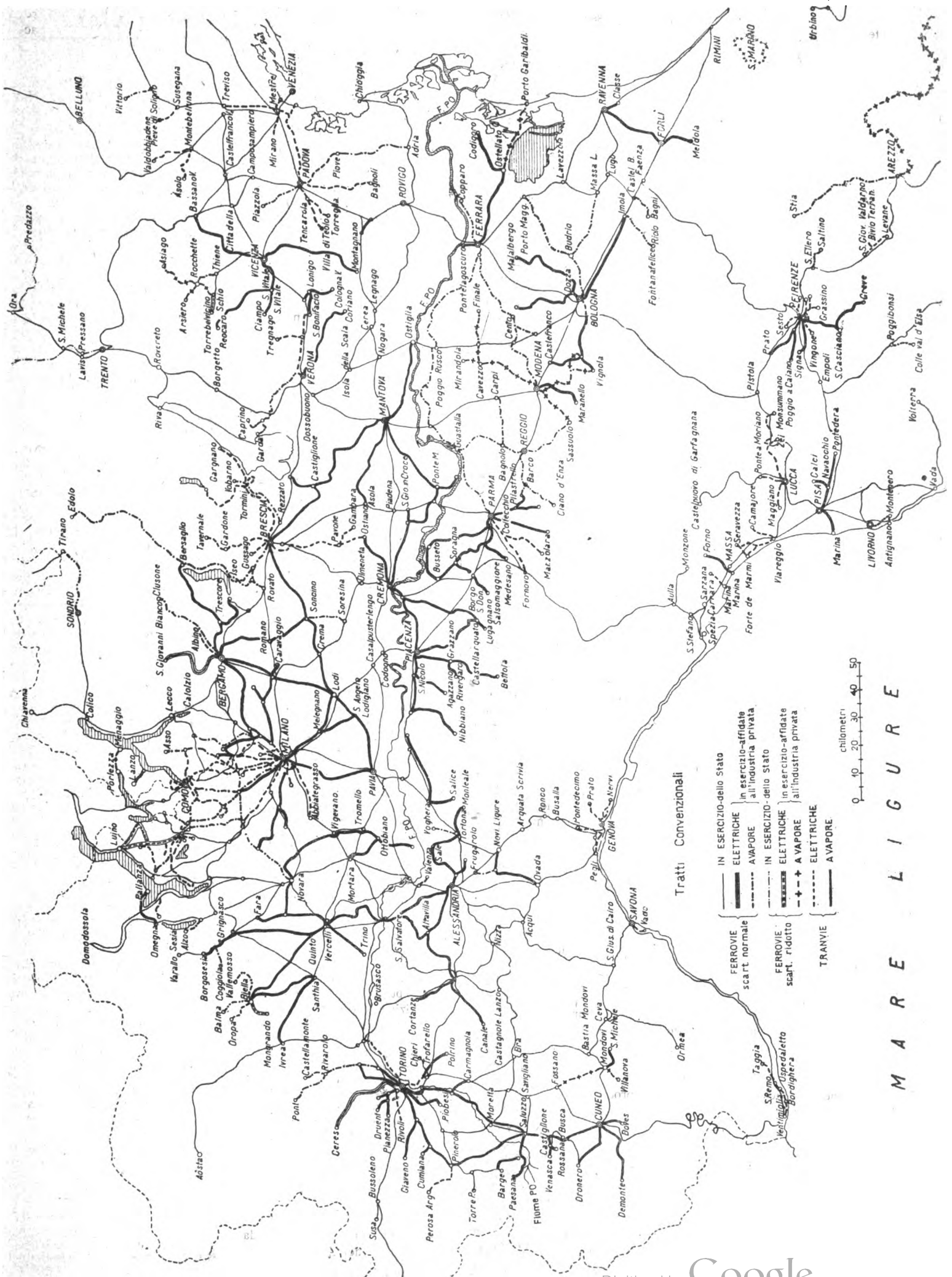
Un altro punto occorre tener presente ed è che il costo dei nuovi binari e della elettrificazione è sensibilmente aumentato dalla dogana attualmente esistente sopra i ferri profilati e sulle rotaie. Tali materiali infatti in grazia di essa, e al cambio attuale, costano circa il doppio di quanto potrebbero costare ove non esistesse dogana. Trattandosi di somme rilevanti (solo il ferro per il binario rappresenta ai prezzi d'oggi più di 100 mila lire al chilometro) il risparmio che si avrebbe riducendo la dogana sul materiale necessario per la trasformazione (ivi compresi o ferri profilati che servono alla costruzione delle automotrici e dei carri) può essere facilmente compreso fra le L. 50.000 e le L. 100.000 per chilometro, ciò che porterebbe in ultima analisi ad un sensibile risparmio nel sussidio statale.

Finanziamento e sussidi.

Seguendo un punto di vista strettamente logico la costruzione di ferrovie e tramvie dovrebbe essere lasciata completamente alla libera iniziativa privata senza alcun intervento finanziario da parte dello Stato. Le condizioni peculiari però di questa industria, ed i vincoli a cui essa è sempre stata soggetta in Italia (ed anche in molti altri paesi) hanno fatto sì che in generale la costruzione di nuove linee ferroviarie e tramviarie e spesso anche la semplice trasformazione in elettriche di linee tramviarie o ferroviarie esistenti richiedono capitale molto più ingente di quel che corrisponde al possibile utile ricavabile dall'esercizio. Ne segue che senza aiuti esterni, sotto forma di sussidi da parte dello Stato o di Enti locali non era possibile prima della guerra, e a maggior ragione non lo è ora, di finanziare tali opere.

Le condizioni generali che hanno sempre richiesto l'intervento finanziario statale nella costruzione e talvolta anche nell'esercizio di ferrovie e tramvie sono da imputarsi al carattere stesso degli impianti ferroviari e tramviari. Si tratta di impianti che hanno carattere di servizio pubblico nel più vasto senso della parola, e che, salvo linee in condizioni eccezionalmente favorevoli, vennero costruiti basandosi non sulla possibilità di avere subito un reddito corrispondente al capitale impiegato, ma per effettuare collegamenti imposti da ragioni di vita e di sviluppo delle zone attraversate alle quali conveniva di sottostare ad un sacrificio finanziario pur di disporre di un così efficace mezzo di benessere e di espansione. In fondo è lo stesso fenomeno che avviene per le strade, per le quali lo Stato o gli Enti pubblici hanno fornito i capitali necessari per la costruzione senza pretendere un reddito delle somme anticipate. I mezzi di trasporto, dal punto di vista del progresso futuro della Nazione, sono un po' come l'istruzione pubblica, ed è giusto che lo Stato se ne preoccupi e ne assuma le spese in tutto o in parte.

A queste ragioni di carattere permanente e generale se ne unisce ora un'altra contingente e che riguarda le difficoltà finanziarie create all'industria dei trasporti sia dall'aumento generale dei prezzi dei combustibili e delle spese d'esercizio sull'ante guerra, sia, e in modo più grave dalle imposizioni governative relative all'equo trattamento e delle quali abbiamo parlato più sopra. Ne segue che a maggior ragione sono ora necessari sussidi governativi, mediante i quali e col-



l'abolizione degli assurdi vincoli legislativi si potrà lentamente e gradualmente far sparire la sfiducia generale del mondo finanziario verso nuovi investimenti nella industria dei trasporti.

Il Governo italiano ha sempre seguito la politica di accordare sussidi per costruzioni di ferrovie e tramvie e adottò poi lo stesso sistema per la loro elettrificazione.

Al momento attuale soltanto per la costruzione di nuove ferrovie esistono disposizioni di legge che assicurano sussidi corrispondenti ai costi attuali dei materiali, mentre per la costruzione di tramvie e per la elettrificazione di tramvie e ferrovie esiste il solo decreto n. 303 del 23 febbraio 1919, che fissa però sussidi insufficienti per la maggioranza delle linee (L. 2500 per chilometro e per 50 anni, per la semplice elettrificazione).

Un progetto di legge Peano prevedeva l'aumento a L. 10.000, per chilometro e per 50 anni, del sussidio sopradetto per la elettrificazione, ma esso non venne portato fino all'approvazione della Camera e del Senato.

Per ottenere un probabile sviluppo delle trasformazioni ed elettrificazione di tramvie bisogna che lo Stato garantisca sussidi che permettano, per le ragioni molte volte esposte, di ridurre fortemente il capitale necessario da richiedersi alla sottoscrizione privata.

Considerando che un sussidio annuale dato per 50 anni, corrisponde ad un capitale attuale da 15,5 a 18 volte maggiore a seconda che la capitalizzazione si faccia al 6 o al 5 per cento, si potrebbero, in relazione ai costi attuali considerare sufficienti per le elettrificazioni e per le trasformazioni i sussidi massimi seguenti:

Per la trasformazione di tramvie e ferrovie esistenti in elettriche, comprendendo anche il materiale mobile motore, senza mutamento di binari, per Km., e per anno, per 50 anni L. 10.000.—

Per tramvie e ferrovie da trasformarsi in elettriche (compreso il materiale mobile motore) con cambiamento di binario, correzione di tracciati, allargamento delle curve, separazione della sede stradale e acquisto di nuovo materiale mobile rimorchiato, per Km., e per anno, per 50 anni L. 20.000.—

Nel caso di una tramvia esistente che per difficoltà peculiari di tracciato non fosse trasformabile e dovesse essere sostituita da una linea ferroviaria completamente nuova, a questa dovrebbe essere riservato oltre il sussidio per l'elettrificazione di cui sopra (L. 10.000.— per Km.) un sussidio massimo ulteriore massimo di L. 40.000.— per Km., per anno e per 50 anni, così da avere un totale massimo di L. 50.000.— come si ha ora per le ferrovie di nuova costruzione. Ciò perchè non è ammissibile che la ricostruzione sussidiata di una linea esistente si faccia senza contemporanea elettrificazione. Non parlo della costruzione di nuove tramvie in quanto che tale caso dovrebbe rientrare in quello più generale della costruzione di nuove ferrovie, la determinazione del sussidio venendo fatta caso per caso in seguito all'esame del progetto da parte degli Uffici statali a ciò delegati senza tener conto del valore del sussidio massimo.

Per spingere verso la realizzazione i numerosi progetti di elettrificazione e trasformazione studiati da quattro anni a questa parte e che sono sospesi in attesa dei provvedimenti legislativi che stabiliscono i sussidi, è necessario che questi vengano ripresentati ed approvati, in unione alla abrogazione degli impacci causati dall'equo trattamento di cui si è parlato sopra. Se non si attuano questi provvedimenti, sarà vano sperare nella trasformazione e nella risurrezione della grande maggioranza delle tramvie a vapore, che andranno via via declinando fino a cessare l'esercizio, nel qual caso la ricostruzione ne diverrebbe in seguito molto più onerosa, e forse impossibile.

Sulla base delle cifre citate più sopra la trasformazione ed elettrificazione di 1000 Km. di linee tramviarie del Nord d'Italia, compresa la costruzione delle nuove linee di collegamento per circa 100 chilometri, porterebbe un onere allo Stato dell'ordine di 15-20 milioni annui per il periodo di 50 anni. È una cifra rilevante, ma che posta in relazione ai vantaggi che l'esecuzione di tali opere porterebbe all'economia nazionale, non ha nulla di esagerato.

Le tramvie di cui si tratta sono tutte in zone la cui produttività agricola ed industriale riceverebbe dai nuovi mezzi di trasporto rilevante incremento, dal quale lo Stato sia direttamente con maggiori proventi da parte delle F. S. e sotto forma di imposte e tasse, sia indirettamente, con l'aumento conseguente nella ricchezza nazionale, trarrebbe utili annuali certamente maggiori delle somme spese per sussidi.

Anche dal punto di vista del bilancio dello Stato tale spesa è quindi pienamente giustificabile, tanto più distribuendosi gradualmente in vari anni l'esecuzione dei lavori delle varie linee, mentre da un punto di vista più generale assicurerebbe l'avvenire a un mezzo di trasporto indispensabile al benessere della nazione e allo sviluppo commerciale ed industriale del Paese.

:: Sunti e Sommari ::

CONDUTTURE.

C. MANNEBACK — **Radiazione di energia da parte delle linee di trasmissione.** (Journal A. I. E. E., febbraio 1923, Vol. 42, N. 2, pag. 95).

Scopo della presente ricerca è stato quello di meglio chiarire le conoscenze sulla propagazione delle onde elettromagnetiche. Tale fenomeno, tra quelli che accompagnano il funzionamento delle linee di trasmissione, è tuttora in parte oscuro, specialmente per ciò che riguarda l'attenuazione o distorsione o mutamento di forma in prossimità della fronte d'onda.

L'A. fa rilevare che la teoria della propagazione delle perturbazioni elettromagnetiche, quale fu principalmente sviluppata dal Heaviside e dal Poincaré, non dà una rappresentazione corretta dei fatti in prossimità della fronte d'onda, perchè ammette che la penetrazione della corrente nell'interno dei fili sia istantanea. Questa teoria è pertanto, nei riguardi dello spazio, soltanto unidimensionale, perchè considera una sola variabile e cioè la coordinata misurata lungo l'asse del conduttore. Dal punto di vista elettromagnetico questa teoria identifica a priori le onde reali di propagazione con onde piane.

La teoria data nel 1919 dallo Steinmetz per la radiazione da parte delle onde di propagazione è basata, come già dimostrò il Carson (¹), sopra un equivoco nel modo di concepire la propagazione del campo elettromagnetico intorno ai fili di una linea. Quella teoria conduce infatti ad ammettere onde di propagazione longitudinale, ciò che è in contrasto con la base stessa della teoria del Maxwell. La quale per contro dimostra agevolmente che, lungo una linea perfetta (senza perdite ohmiche o per dispersione), la propagazione avviene per onde elettromagnetiche piane senza distorsione e senza attenuazione e quindi anche senza radiazione. La presenza delle perdite non produce alcun cambiamento nei riguardi della radiazione, laddove secondo lo Steinmetz questa avrebbe avuto influenza assolutamente preponderante nel caso delle alte frequenze.

Sebbene la questione, nella forma in cui fu proposta dallo Steinmetz possa considerarsi risolta, l'A. ha ritenuto utile cercar di chiarire le condizioni nelle quali hanno inizio le onde di propagazione, per decidere se nella fase transitoria che precede il formarsi dell'onda piana, può aver luogo una perdita di energia per radiazione nello spazio libero. Ciò ridurrebbe la radiazione a un fenomeno transitorio (laddove lo Steinmetz la concepiva come un fenomeno stazionario), ossia a un effetto prodotto, quando la forma dell'onda si diparte da quella di un'onda piana, come accade ad es. all'origine e all'estremo della linea (effetto terminale).

Il problema, considerato sotto questo largo aspetto, ossia dal punto di vista Maxwelliano, apparisce molto complicato. Esso implica lo studio di quello, che si potrebbe chiamare un transiente in funzione del tempo e delle tre dimensioni dello spazio. È stato tuttavia possibile all'A. di rispondere al quesito: se la radiazione sia un fattore di importanza tecnica sensibile nell'attenuazione e nella distorsione delle onde.

In primo luogo l'A. dimostra che la distribuzione di corrente lungo la linea, dedotta nell'ipotesi di radiazione trascurabile, rappresenta con grande approssimazione anche la distribuzione reale. Sulla base di questa ipotesi è poi calcolata, con corrispondente approssimazione, l'energia irradiata, e si trova che essa è sempre trascurabile in confronto con l'energia che nel medesimo tempo viene dissipata in calore nei conduttori. Ne segue che l'effetto di radiazione sulla distorsione e sull'attenuazione è trascurabile in confronto con l'effetto Joule, ciò che giustifica l'ipotesi fatta poco prima. La prima idea di questo procedimento teorico, sebbene limitato al caso di onde stazionarie, è attribuita dall'autore a M. Abraham (²), che, l'applicò al calcolo della radiazione da parte di un oscillatore lineare semplice, e trovò risultati concordi con quelli ottenuti, per via assai più laboriosa, direttamente dalle equazioni di Maxwell. E poichè nel caso dell'Abraham il rapporto fra le perdite di radiazione e quelle ohmiche è assai maggiore che nel caso presente, il procedimento qui seguito ne resta ulteriormente convalidato.

L'A. applica a mo' d'esempio il suo metodo al calcolo della radiazione permanente da parte di una linea di trasmissione, che oscilla liberamente su una delle sue frequenze naturali e mostra che, anche alle alte frequenze, la potenza irradiata è trascurabile in confronto con quella consumata per effetto Joule. In particolare, per una linea lunga 100 km e costituita da filo del diametro di 9.3 mm, la quale oscilla con la frequenza 3.10^6 la perdita per radiazione è solo $1/3600$ della perdita per effetto Joule. Questi risultati sono del resto d'accordo con quelli dello studio del Carson, già citato.

Nel caso di un'onda migrante iniziata bruscamente all'origine di una linea perfetta, si trova che, quando l'onda è diventata piana, la quantità di energia che è stata dissipata per irradiazione, risulta espressa da

$$\frac{3}{2} d \cdot I^2 \cdot 10^{-10} \text{ joule}$$

(¹) L'Elettrotecnica, 25 marzo 1922, Vol. 9, N. 9, pag. 203, e Bollettino R. T., Vol. 2, N. 18, pag. 165.

(²) Phys. Zs., Vol. 2, anno 1901, pag. 329.

essendo d cm la distanza fra i due fili ed I ampere l'intensità della corrente istantanea che si propaga nella linea. Questa energia si propaga radialmente, trasportata da un campo elettromagnetico limitato a uno strato sferico di vario spessore (non superiore a d), che si dilata con la velocità della luce. La riflessione che avviene all'estremo della linea accresce l'energia irradiata della quantità

$$4 \cdot d \cdot I^2 \cdot 10^{-9} \text{ joule,}$$

se l'estremo è isolato, e della metà di detto valore se l'estremo è chiuso. Una trasposizione completa dei fili di linea produce un'irradiazione quattro volte maggiore di quella che si ha alla partenza dell'onda. In confronto con l'energia trasformata in calore durante il tempo impiegato dall'onda a percorrere una sola volta tutta la linea, quella irradiata è dell'ordine di $1/10.000$.

In conclusione l'influenza della radiazione sull'attenuazione e sulla distorsione delle onde è riconosciuta del tutto trascurabile nei riguardi delle esigenze della tecnica. L'A. accenna invece ad altre cause che meriterebbero particolare studio quali ad esempio: il fenomeno transitorio di penetrazione della corrente nell'interno del conduttore sulla fronte dell'onda; la dissipazione di energia nella terra, che si trova parzialmente investita dal campo elettromagnetico prodotto dalla linea a due conduttori ed è sede di perdite come nel caso delle onde r. t.; la non omogeneità della linea di trasmissione nei riguardi delle alte frequenze (effetto delle variazioni periodiche delle costanti di linea in funzione della lunghezza, a causa della presenza degli appoggi e della catenaria delle campate).

* *

FISICA.

H. BOUASSE — La questione preliminare contro la teoria di Einstein. (Scientia, N. 1 del 1° gennaio 1923, pag. 13).

La rivista «Scientia» inizia col suo primo numero di quest'anno una inchiesta sulla teoria della relatività, inchiesta intesa a fare opera di sana volgarizzazione da una parte, e di obiettiva critica dall'altra. Inizia la serie degli scritti un vivace articolo del Prof. H. Bouasse, il quale prende nettamente posizione contro la teoria di Einstein.

Una teoria, dice l'A., è un mezzo comodo per raggruppare sotto un'unica legge e per spiegare una serie di fenomeni. Sotto questo punto di vista, una teoria non è che un mezzo, il quale può essere fisicamente irreali, ma che, per non urtare contro le nostre concezioni abituali, permette di rappresentare i fenomeni in una maniera facilmente comprensibile. Così, mentre le proprietà contraddittorie che si è condotti ad assegnare all'etere, ne fanno senz'altro rigettare la reale esistenza, è indubitato che l'ammettere che i fenomeni avvengano come se esso esistesse, sia pure con quelle proprietà contraddittorie (ma che non esorbitano peraltro dalla facoltà di intuizione dei nostri sensi), porta innegabili vantaggi: tutti i fenomeni ottici, in quell'ipotesi, possono essere facilmente spiegati e compresi, fatti nuovi possono esser preveduti. Tre soli fenomeni, di secondaria importanza (esperienza di Michelson-Morley; movimenti del perielio di Mercurio; deviazione della traiettoria luminosa) non possono essere fatti rientrare nel quadro generale, allo stato attuale della ipotesi dell'etere (la quale è peraltro perfettibile e modificabile): ma dovremo noi perciò rigettare senz'altro l'ipotesi stessa, la quale permette di spiegare con l'approssimazione dell'uno per diecimila almeno, e con una chiarezza ed eleganza senza pari, migliaia di altri fenomeni di ben maggiore importanza?

Ancora, prosegue l'A., la teoria della relatività, mentre sovverte le nostre concezioni sullo spazio, sul tempo, sulla simultaneità, nozioni che sono in noi ben intuitive, si vale poi di quell'intuito al quale prima ha, per così dire, negato fiducia, per elaborare delle premesse che urtano contro il senso comune. I dati intuitivi del nostro cervello formano un tutto unico, che noi dobbiamo ritenere inscindibile: o essi dati sono tutti errati, o è necessario accettarli tutti senza riserva. Noi non possiamo, in altre parole, ritenere il nostro cervello in errore allorché esso, in principio, concepisce lo spazio, il tempo, la simultaneità, ed accettare invece per buone le deduzioni logiche che esso ci fornisce in seguito. Processi di tal natura sono tutt'al più permessi in matematica pura, allorché si vuol creare una geometria non euclidea; ma essi, fisicamente, non hanno senso.

Nè vale obiettare che dalla conferma sperimentale delle deduzioni matematiche di Einstein si possa giudicare della attendibilità della teoria: occorre non dimenticare che già Fresnel fece una teoria della riflessione totale, ammettendo un indice di rifrazione immaginario (contenente cioè esplicitamente $\sqrt{-1}$) e che Mac Cullagh e Cauchy, seguendo la stessa via, costruirono una teoria della riflessione metallica. Le formule che si deducono in tale ipotesi, deliberatamente e perfettamente assurda, sono in accordo con l'esperienza: pur tuttavia nessuno ha mai dedotto da ciò che $\sqrt{-1}$ sia una quantità reale.

Se i fatti confermano le formule di Einstein, ciò significa semplicemente che queste formule sono buone ma non, necessariamente, che sia fisicamente accettabile la interpretazione del processo matematico da cui esse scaturiscono. La interpretazione che Einstein dà dei tre fenomeni di secondo ordine è una interpretazione (non la sola); e poiché essa conduce a dovere di necessità abbandonare le leggi naturali del pensiero in quanto ne sovverte le fondamentali nozioni intuitive, si è in diritto di non ritenerla accettabile; o quanto meno,

si è in diritto di non rigettare la comoda ipotesi dell'etere, sino a quando non si sia dimostrato in modo completamente esauriente che tra le infinite generalizzazioni di cui essa ipotesi, fissi rimanendo i concetti base, è suscettibile, non ve ne sia nessuna la quale permetta di spiegare i tre fenomeni ottici dalla cui interpretazione la teoria della relatività è nata.

f. n.

* *

MATERIALI.

G. GRASSI — Resistività dell'alluminio a diverse temperature. (Estr. dagli Atti della Reale Accad. di Scienze di Torino, Vol. LVIII, 1923, Adunanza del 14 gennaio 1923).

In una relazione ch'io presentai nel settembre 1918 alla Commissione Elettrotecnica Internazionale esposi i risultati di prove eseguite su parecchi fili d'alluminio, per determinare il coefficiente di resistività e la sua variazione a temperature diverse, comprese fra 10° e 100° circa.

Feci notare allora che, dalle mie misure, fatte su 39 fili diversi e di vario diametro, risultava che, mentre la resistività variava del 16 % dal tipo più conduttivo a quello più resistente, il prodotto della resistività per il coefficiente di temperatura variava pochissimo intorno ad un valore medio eguale all'incirca a 0,000114.

Osservai infine che i risultati di alcune prove, descritte in un Rapporto al Comitato Elettrotecnico Francese, e fatte con tre qualità di alluminio, si accordavano abbastanza bene coi miei per due qualità di alluminio molto simili per composizione a quelle da me sperimentate, cioè contenenti 98,35 e 98,66 % di alluminio. Invece col terzo filo, di maggior purezza, cioè col 99,5 % di alluminio, si aveva un prodotto della resistività per il coefficiente di temperatura molto minore. Siccome però le due prove fatte con questa qualità di alluminio erano poco concordanti fra loro, io mi proposi di ripetere una serie di misure accurate appunto con fili avente un grado di purezza di almeno 99,5 % e possibilmente anche maggiore.

Un'altra discordanza devo ancora mettere in evidenza. Dalle mie precedenti esperienze appare che in generale la resistività dell'alluminio diminuisce sempre col diminuire della proporzione delle impurità. Invece dal citato Rapporto del Comitato Francese risulterebbe che l'alluminio al 99,5 % ha una resistività 0,0293 maggiore di quella dell'alluminio al 98,35 %, che sarebbe 0,0282.

Io incontrai grande difficoltà a trovare dell'alluminio puro; anzi, puro assolutamente non l'ho potuto ottenere. Dovetti accontentarmi di alcuni campioni, con 99,7 % di alluminio, che dopo molte ricerche, riuscii a procurarmi dalla Francia e dall'America.

L'apparecchio costruito appositamente per queste esperienze consiste di un bagno in lamiera di ottone a sezione ellittica, alto 50 centimetri, a doppia parete, pieno di olio di vaselina e munito di due agitatori a turbina, mossi continuamente da un motorino elettrico. Con ripetute prove preliminari mi assicurai che la temperatura si manteneva perfettamente uniforme in tutta l'altezza del bagno, anche quando raggiungeva il valor massimo prossimo a 100° .

Nel bagno erano immersi due telarini di legno, sui quali è avvolto un sottil filo di nicromo, che serviva a riscaldare il bagno e a mantenere poi la temperatura costante, durante le misure, regolando la corrente. Era facile ottenere che la temperatura rimanesse costante, a meno di qualche centesimo di grado, per tutto il tempo necessario a fare le osservazioni.

La lunghezza del filo d'alluminio veniva misurata esattamente mediante un apparecchio munito di coltelli e di morse speciali per tendere il filo uniformemente e segnargli i punti limiti della lunghezza misurata.

Poi il filo veniva avvolto a larghe spire e applicato ad una tavoletta di ebanite, munita di opportuni morsetti e pinze per addurvi la corrente nelle due sezioni terminali della lunghezza misurata, e infine veniva immerso nel bagno a cui la tavoletta faceva da coperchio.

La sezione media del filo fu sempre determinata pesandone un pezzo di lunghezza nota, nell'aria e nell'acqua distillata, e tenendo conto della temperatura.

Collocato il filo nel bagno, si faceva la misura della resistenza coll'apparecchio a ponte doppio.

Anche questo apparecchio fu sottoposto a controllo con esperimenti preliminari su campioni esatti di resistenza, per assicurarmi della esatta taratura del filo campione e dei rapporti delle resistenze.

Le deviazioni al galvanometro, munito di specchio e scala, si leggevano col cannocchiale. Anche il termometro si leggeva col cannocchiale a distanza, e vi si poteva apprezzare benissimo il cinquantesimo di grado.

D'ordinario si faceva una prima misura col bagno alla temperatura dell'ambiente; poi si riscaldava fino oltre 90° e si ripeteva la misura. Per raffreddare rapidamente il bagno, tolto il filo, vi si immergeva un serpentino, fatto con tubo di rame, nel quale si faceva circolare dell'acqua fredda. Così si poteva ripetere subito la misura a bassa temperatura. Generalmente però lasciavo raffreddare il bagno lentamente, per fare qualche misura anche a temperature intermedie. La prova a temperatura bassa si ripeteva soltanto il giorno dopo.

Con molte prove ho potuto persuadermi che nelle prime misure, fatte con un filo riscaldato e raffreddato successivamente, si riscontrano talvolta delle differenze, che non dipendono da errori di osservazione, ma da una reale variazione di resistività subita dall'alluminio, appunto per effetto delle variazioni di temperatura. E propriamente, misurata la resistenza a bassa temperatura, poi riscaldato il filo fino

a 100° circa, e lasciandolo poi raffreddare fino alla temperatura iniziale, si trova spesso volte, non sempre, una resistenza minore. Ripetendo l'operazione, in generale quella differenza scompare. Evidentemente il primo riscaldamento fino a 100°, susseguito da lento raffreddamento fa l'effetto di una ricottura. Ma l'effetto è diverso a seconda dei fili e deve dipendere dal trattamento a cui fu prima sottoposto il filo, e probabilmente dalle impurità più o meno abbondanti e dalla loro natura.

I risultati riassunti nella seguente Tabella sono le medie di numerose prove fatte su ciascun campione.

Filo	All. %	Diam mm.	R_0	R_{20}	α_0	α_{20}	$R\alpha$
a)	99,7	2	0,02644	0,02871	0,004272	0,003936	0,0001130
b)	99,7	1,5	2643	2868	4268	3932	1128
c)	98,7	1	2675	2902	4263	3928	1140
d)	98,3	2	2716	2947	4190	3865	1139
e)	97,6	2	3063	3293	3744	3483	1147

R è la resistività espressa come resistenza in Ohm di un filo lungo un metro e avente la sezione media di un millimetro quadrato. R_0 e R_{20} sono i valori di R a temperatura 0° e a 20°.

α_0 è il coefficiente di temperatura riferito a 0°, e α_{20} è lo stesso riferito a 20°.

In generale si hanno le relazioni seguenti, dove R e α sono i valori corrispondenti ad una temperatura t qualunque superiore a zero.

$$R = R_0(1 + \alpha_0 t) \quad R_0 = R(1 - \alpha t)$$

$$\alpha = \frac{\alpha_0}{1 + \alpha_0 t} \quad R_0 \alpha_0 = R \alpha.$$

Non riproduco le misure fatte col nuovo apparecchio su fili che erano già stati provati nelle precedenti esperienze del 1918; dirò soltanto che trovai in generale un accordo assai soddisfacente.

In riguardo a quelle differenze, di cui ho fatto parola qui sopra, che si riscontrano talvolta sperimentando lo stesso filo in giorni successivi a temperature alte e basse alternate, devo far rilevare che coi fili più puri non ebbi occasione di osservare differenze sensibili. Cui fili a) e b) le successive prove mi diedero sempre risultati molto concordanti.

I due campioni a) e b) che sono i più puri e hanno la stessa percentuale di alluminio, sebbene siano di provenienza affatto diversa, hanno dato risultati quasi identici, tanto per la resistività quanto per il coefficiente di temperatura. Le differenze, minime, stanno nei limiti degli errori di osservazione. Perciò si può ritenere che nell'alluminio più puro, come si può ottenere in pratica col 99,7 %.

la resistività a 0° è 0,02644
il coefficiente di temperatura a 0° è . . . 0,004270

e per conseguenza il prodotto $R\alpha$ risulta eguale a 0,0001129.

È questo prodotto che, come dissi sopra, dalle mie prime esperienze era risultato poco variabile intorno a 0,0001141: osservavo però che avevo sperimentato su alluminio di purezza inferiore a 99 %.

Per l'alluminio 99,7 % senza dubbio il prodotto $R\alpha$ è un po' minore della detta media e certamente prossimo a 0,0001130. Invece nell'alluminio a tenore più basso pare che il detto prodotto si mantenga più alto e giunga anche a 0,000116 circa.

Accertato così il valore 0,000113 per l'alluminio di purezza superiore al 99,5 %, si può dire che nell'alluminio meno puro il prodotto $R\alpha$ non è certamente molto variabile; ma è probabile che la natura delle impurità e la loro proporzione influisca con effetti diversi nei diversi casi, così che non si può stabilire una regola semplice, cioè una relazione semplice tra il valore del prodotto $R\alpha$ e la percentuale di alluminio.

Quando si richiede soltanto un valore approssimato della resistività, si potrebbe adottare il seguente procedimento, dove non occorre conoscere le dimensioni del filo e non c'è bisogno neppure di una resistenza campione.

Dato il filo di lunghezza qualunque, scelta possibilmente in modo da poter dare una buona misura di resistenza coll'apparecchio che si ha disposizione, si determina il coefficiente α_0 con due misure di resistenza, l'una alla temperatura dell'ambiente e l'altra a caldo, da 80° a 100°. Essendo r_1 , r_2 le due resistenze trovate e t_1 , t_2 le due temperature rispettive, si calcola α_0 colla formola seguente, la quale richiede il rapporto delle due resistenze e non il loro valore assoluto:

$$\alpha_0 = \frac{\frac{r_2}{r_1} - 1}{t_2 - \frac{r_2}{r_1} t_1}$$

Se il valore così trovato di α_0 risulta prossimo a 0,004270, vuol dire che si tratta di un alluminio quasi puro e la resistività si può ritenere eguale prossimamente a

$$\frac{113}{\alpha_0} \cdot 10^{-6}.$$

Se invece α_0 risulta notevolmente minore di 0,00427, converrà prendere la resistività eguale a

$$\frac{114,5}{\alpha_0} \cdot 10^{-6}.$$

Quanto al valore del coefficiente di temperatura α riferito ad una temperatura qualunque fra 0° e 100°, per alluminio puro al 97,7 %, esso si calcola colla formola

$$\alpha = \frac{\alpha_0}{1 + \alpha_0 t},$$

e ritenendo $\alpha_0 = 0,004270$, si ottiene

$$\alpha = \frac{1}{234 + t},$$

cioè una formola quasi identica a quella che serve per il rame.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

PERRY A. BORDEN — I metodi di opposizione nelle misure con corrente alternata. (J. of. Am. I. El. Eng., gennaio 1923, pag. 35-41).

L.A. dopo aver ricordata l'importanza e le difficoltà dei metodi di opposizione con le correnti alternate, si propone di illustrare alcuni procedimenti che, se non hanno l'elevata precisione caratteristica dei metodi di laboratorio, possono tuttavia riuscire assai utili nel campo delle misure di carattere più industriale. Tali metodi sono suddivisi dall'A. in «metodi di riduzione a zero» e in «metodi di semiriduzione a zero». Cui primi si cerca di compensare la tensione che si vuol misurare con una tensione uguale ed in perfetta opposizione di fase con la prima. Cui secondi ci si accontenta di opporre alla tensione da misurare una tensione quasi uguale e quasi in opposizione, misurando poi la piccola differenza residua fra le due grandezze.

Metodi di zero. — Per questi occorre: 1) realizzare la quantità da opporre a quella sotto misura; 2) un indicatore di opposizione raggiunta; 3) il modo di determinare in grandezza e fase la quantità che si è opposta a quella da misurare.

Per il primo punto l'A. pensa che il miglior sistema sia di ricorrere ad un alternatore ad indotto spostabile, comandato da un motore sincrono; ma che con un ordinario variatore di fase si possano ugualmente ottenere ottimi risultati.

Per l'indicatore di zero, l'A., dopo aver ricordato i diversi tipi di apparecchi ed i sistemi più in uso, rammentandone pregi e difetti, espone un suo sistema che egli chiama «metodo dell'eterodina» e che può applicarsi in vari modi. Così per es. si può usare come indicatore di zero un ordinario galvanometro a c. c., che l'A. chiama in tal caso eterogalvanometro, alimentato attraverso un invertitore o raddrizzatore ruotante; se non che, anziché adoperare un commutatore sincrono (con che si può rilevare solo una corrente alternata di fase determinata) l'A. usa un invertitore asincrono, con piccolissimo scorrimento rispetto al sincronismo. Con ciò qualunque sia la fase della corrente alternata che attraversa il galvanometro vi sarà sempre un momento in cui essa farà deviare l'apparecchio, il cui indice oscillerà lentamente con frequenza proporzionale allo scorrimento. Per tal modo, annullata tale oscillazione, si avrà la certezza che ogni corrente attraverso il galvanometro è stata annullata. Si può analogamente far uso di un elettrodinamometro (eterodinamometro) eccitandone le bobine fisse con corrente di frequenza leggermente diversa di quella del sistema; cosa che può ottenersi collegando le bobine fisse ad una sorgente di f. e. m. continua attraverso un invertitore asincrono. L'A. ha ottenuti ottimi risultati in entrambi i modi, usando galvanometri o elettrodinamometri a indice e montando l'invertitore sull'asse di un piccolo motorino ad induzione.

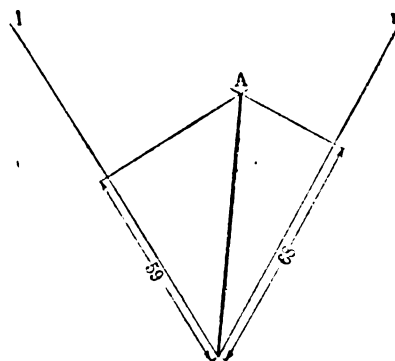


Fig. 1.

Per determinare grandezza e fase delle grandezze opposte a quelle da misurare l'A. ricorre ad un wattometro di cui uno degli avvolgimenti è percorso dalla corrente (o è alimentato dalla tensione) da misurare mentre l'altro è successivamente alimentato da due fasi di un sistema trifase ossia viene ad essere percorso, successivamente da due correnti a 60 gradi fra loro. È in sostanza il metodo delle due proiezioni (1). Portando i due valori letti sul wattometro (per es. 68 e 59 come nel caso della fig. 1) su due rette a 60°, ed innalzando le

due perpendicolari agli estremi dei due segmenti, esse individuano col loro punto di incontro l'estremo del vettore che rappresenta la grandezza misurata. L'A. ha preparato una scala trasparente per facilitare tale tracciamento.

*

Esposti così i punti fondamentali del procedimento, l'A. lo illustra con alcuni esempi. La fig. 2 mostra per es., lo schema impiegato

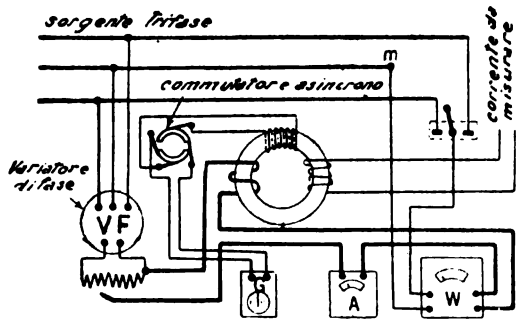


Fig. 2.

per misurare correnti alternate piccolissime, che vengono compensate con corrente alternata di maggior valore mediante il comparatore del Baker⁽²⁾, è questo un toro lamellato che porta tre avvolgimenti: un primario ed un secondario di diverso e noto numero di spire, percorsi rispettivamente dalle due correnti da confrontare, ed un terziario che, attraverso il commutatore asincrono, è collegato al galvanometro. Nel caso della figura si riduce a zero il galvanometro regolando valore e fase della corrente I_a che percorre l'avvolgimento grosso.

Quando le amperspire primarie e secondarie sono uguali ed in perfetta opposizione di fase non si ha più alcun flusso nel nucleo ed il galvanometro sta a zero. Basta allora, col wattmetro W, di cui la bobina voltmetrica viene alternativemente connessa a fasi diverse di un sistema trifase, rilevare le «due proiezioni» per conoscere valore e fase della I_a e quindi, essendo noto il rapporto del numero spire dei due avvolgimenti, valore e fase delle correnti da misurare.

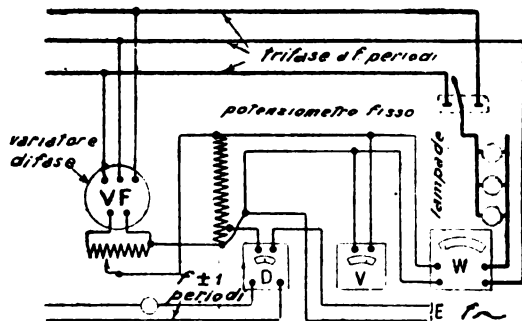


Fig. 3.

La fig. 3 dà lo schema del metodo (correlativo) per la misura di piccole d. d. p. La fig. 4, quella per la misura della potenza dissipata nel dielettrico di un cavo.

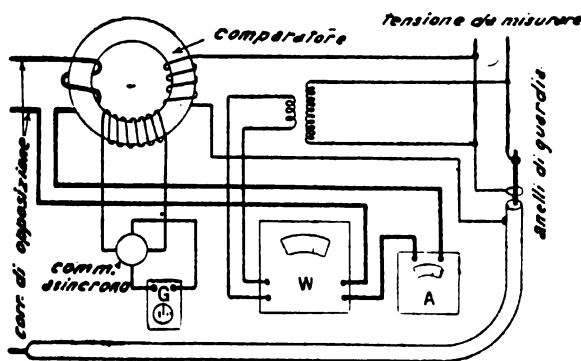


Fig. 4.

*

Metodi di semiriduzione a zero. — Sono usati da tempo per es., per la prova dei trasformatori di misura e l'A. si limita ad illustrarne qualche nuova applicazione. Così la fig. 5 mostra il metodo per la taratura (confronto) di due wattometri. In essa A è il wattometro campione, B quello in esame. La bobina amperometrica del primo è percorsa, oltre che dalla corrente che percorre B, da una piccola corrente

ausiliaria, di ugual frequenza, che si regola fino a far coincidere le indicazioni dei due wattometri. Il wattometro ausiliario c, di piccola portata, permette allora di leggere con grande precisione la potenza corrispondente a tale corrente ausiliaria, ossia l'errore in watt di B

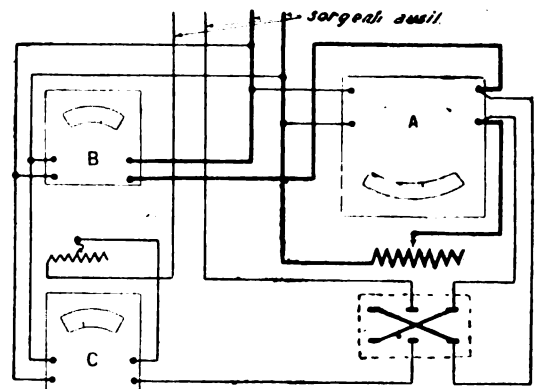


Fig. 5.

rispetto ad A. Con analogo procedimento si possono misurare le perdite di un trasformatore a carico, ossia la differenza fra la potenza primaria e la secondaria.

(L'esattezza di tale procedimento pare troppo legata alla esattezza dello speciale wattometro differenziale e dei relativi riduttori usati per confrontare le due potenze. Il metodo di semiriduzione infatti non fa altro che aumentare grandemente la sensibilità di lettura, ma non elimina gli errori sistematici inerenti ad un siffatto procedimento per differenza. N. d. R.).

L'articolo è corredato da una ricca bibliografia di articoli (di lingua inglese) pubblicati sull'argomento.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Nuovi esperimenti navali di comando a distanza mediante la radiotelegrafia. — Nel «Wireless Age» di febbraio 1923 è data succinta notizia di importanti manovre che saranno fatte nel prossimo marzo nella baia di Panama dalla Marina da guerra americana, per sperimentare la manovra a distanza e la direzione del tiro eseguite mediante la radiotelegrafia.

La nave «Jowa», già nota per gli esperimenti dell'anno scorso, costituirà nuovamente il bersaglio e navigherà senza equipaggio a bordo manovrata a distanza, nei suoi movimenti, dalla nave «Shammut», che sarà fornita di uno speciale apparato trasmettente.

L'«Jowa» sarà mandata al largo e quando fuori dalla visuale verrà fatto su di essa un tiro indiretto coi grossi calibri, che sarà regolato in base alle osservazioni e indicazioni date radiotelegraficamente da aeroplani. La marina americana si propone di sperimentare quale sia la reale efficienza dei suoi attuali sistemi e apparecchi di telemetraggio e di direzione del tiro. L'esperienza doveva già essere fatta l'anno scorso, ma per mancanza di fondi e di combustibile venne rimandata.

Gli ingegneri della marina americana hanno recentemente sviluppato, col concorso della «General Electric Co.», uno speciale sistema di controllo r. t. a distanza, basato sulle invenzioni di J. H. Hammond. Tale sistema pare funzioni oggi perfettamente. La «Jowa», al completo di acqua e di combustibile prende il mare; le sue caldaie a nafta e il suo apparato motore sono messi in funzione da poche persone di equipaggio, le quali poi abbandonano la nave quando questa entra sotto il controllo r. t. della nave che la deve guidare.

Tale controllo, che può essere fatto dentro un raggio di dieci miglia, regola l'andatura di macchina e fa manovrare il timone. È sistemato inoltre un dispositivo di sicurezza mediante il quale, se per una qualsiasi avaria, la nave rimane per quindici minuti consecutivi senza il controllo r. t., si spengono automaticamente i fuochi e tutto si ferma. La prossima esperienza dell'«Jowa» sarà fatta in modo tale da simulare il più da vicino possibile le condizioni di un tiro in tempo di guerra. Non essendo naturalmente desiderabile che la nave venga affondata, saranno usati proiettili speciali con piccolo spessore di parete e spolette ultra sensibili. Tali proiettili saranno carichi di alto esplosivo, ma dovranno presumibilmente scoppiare fuori corazzatura. Tuttavia, data l'età dell'«Jowa», non è esclusa la possibilità che essa venga affondata. La marina americana si propone in tale prova di risolvere alcuni problemi sostanziali inerenti al tiro navale. Una Commissione di ufficiali è incaricata di studiare e riferire circa l'insieme degli esperimenti e di suggerire le modifiche più opportune da apportarsi all'attuale sistema di direzione del tiro e agli strumenti usati.

U. So.

Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Imprese Idrauliche ed Elettriche del Tirso — Milano — Capitale L. 30.000.000.

La Società che ha in costruzioni i grandi impianti di Sardegna, ha chiuso il bilancio al 31 ottobre 1922, registrando all'attivo Lire 69.445.850 e al passivo L. 65.677.856.

Società Elettrica ed Elettrochimica del Caffaro — Milano — Capitale L. 12.000.000.

Il conto profitti e perdite del 1922 si salda con un utile netto di L. 1.341.606, sul quale viene erogato un dividendo di L. 25 per ogni azione da L. 250.

Società Anon. Ghiaccio, Forza, Luce — Lodi — Cap. L. 500.000.

Il bilancio chiuso al 31 dicembre 1922 registra un utile complessivo di L. 1.828.853, sul quale viene distribuito un dividendo di L. 20 per ogni azione.

Società Forze Idrauliche dell'Alto Po — Genova — Capitale L. 16.000.000.

Chiude l'esercizio 1922 con un utile netto di L. 1.423.809.

Soc. Elettrica Interprovinciale — Verona — Cap. L. 10.500.000.

Nell'esercizio chiuso al 31 ottobre 1922 ha avuto un utile netto di L. 570.000 che permette un dividendo del 5 per cento.

Società Elettrica Milani — Milano — Cap. L. 10.000.000.

Le gravi spese sostenute per gli importanti lavori eseguiti ha ridotto gli utili dell'esercizio chiuso al 31 ottobre 1922, ad una cifra esigua che viene portata a nuovo.

Industria Elettrica Scledense — Schio — Capitale 1.000.000.

Chiude il bilancio al 31 ottobre 1922 con un utile di L. 80.730 che permette un dividendo del 6 per cento.

Società Adriatica di Elettricità.

La Relazione del Consiglio d'Amministrazione, presentata all'Assemblea del 19 marzo, annuncia l'avanzato studio dei lavori dei nuovi impianti. È entrata in marcia la Centrale di Castelletto della potenza costante di 6000 kW; a giugno funzioneranno due gruppi da 16.000 kW nella Centrale di Fadalto e per l'inizio dell'anno prossimo è previsto il completamento della Centrale di Nove con un altro gruppo da 16.000 kW.

Il bilancio 1922 si chiude con l'utile netto di L. 11.087.468 sul quale viene distribuito un dividendo di L. 10 per ogni azione.

Società Generale Italiana Edison di Elettricità — Milano — Capitale L. 180.000.000.

La Relazione del Consiglio d'Amministr. all'Assemblea dei Delegati, rende conto dello stato dei lavori per nuovi impianti. Nel decorso anno, oltre all'aumento di potenza delle Centrali termiche, si proseguirono i lavori sul torrente Ovesca. Sono poi in avanzata costruzione, ed in parte già ultimati, altri impianti per conto delle Società in cui la Edison è particolarmente interessata.

Il bilancio dell'esercizio 1922 si chiude con un utile di Lire 17.288.837, sul quale viene distribuito un dividendo di L. 32 e di L. 16 rispettivamente a ciascuna delle azioni vecchie e di quelle nuove.

Società Elettrica Bergamasca — Bergamo.

Il bilancio dell'esercizio 1922 registra un utile di L. 1.019.897, che permette di assegnare alle azioni un dividendo dell'8 per cento.

Società Lombarda distribuzione di energia Elettrica — Milano - (Vizzola) — Capitale L. 52.000.000.

La Relazione del Consiglio ricorda che nell'anno scorso entrò in funzione la piccola Centrale di Turbigo Inferiore, primo esempio in Italia di Centrale a comando a distanza; venne completato con la linea a 40.000 V Pontetresa-Varano l'allacciamento col Canton Ticino; sono progrediti i lavori dell'Alto Brembo.

L'utile netto dell'esercizio 1922 ammonta a L. 5.841.861. Agli azionisti viene distribuito un dividendo di L. 57.50 per le azioni vecchie e di L. 17.25 per le azioni del secondo gruppo.

Elettricità Alta Italia — Torino — Capitale L. 48.000.000.

Il bilancio chiuso al 31 dicembre 1922 registra un utile di Lire 4.345.000 sul quale viene distribuito un utile di L. 20 per azione.

Società Idroelettrica Piemonte — Torino — Cap. L. 80.000.000.

Chiude il bilancio 1922 con un utile di L. 3.741.747 e distribuisce un dividendo di L. 10 per azione.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società per Imprese Elettriche — Roma.

Ha deliberato di ripristinare il capitale a L. 3.000.000, riportando il valore attuale nominale delle azioni di L. 65, al valore primitivo di L. 100 mediante l'incorporamento del «Fondo deperimenti» di L. 1.050.000.

COSTITUZIONI DI SOCIETÀ.

Società An. Ferrovia Elettrica dell'Alta Val di Sole — Milano.

Si è costituita col capitale di L. 220.000, per la costruzione ed esercizio di una ferrovia elettrica da Malè a Fucine.

Società Anonima Idroelettrica Valsesia.

Si è costituita, col capitale di L. 100.000, distribuito in azioni da L. 100, per la costruzione e l'esercizio di impianti elettrici e di linee di distribuzione.

Società Elettrica Copparese — Roma.

Si è costituita, col capitale iniziale di L. 30.000 aumentabile a L. 1.000.000, per la produzione e distribuzione di energia elettrica.

Società An. Filut Esercizio Elettrico Susa — Susa.

Costituitasi con capitale di L. 1.600.000, ha lo scopo di costruire una Centrale Elettrica in Susa.

* *

La situazione politica del mese, fu ancora dominata dalla lotta franco tedesca nella Ruhr. La situazione senza uscita in cui le due nazioni si sono poste rende sempre più nervose le popolazioni e porta inevitabilmente ad una lotta sempre più aspra e disperata. La Francia, irritata dalla passiva resistenza tedesca, moltiplica le sue azioni coercitive, estende le occupazioni, impone taglie alle città, arresta e deporta i dirigenti. La Germania, nel bruciore dell'onta della occupazione, si irrigidisce nella sua resistenza meravigliosamente organizzata, e che impedisce alla Francia di ricavare alcun beneficio dalle sue operazioni militari. Era inevitabile che l'inasprirsi degli animi rendesse meno pacifica l'occupazione, ed infatti hanno cominciato a verificarsi con sempre maggiore frequenza episodi sanguinosi di ribellioni, di attentati o di repressioni. Dove possano condurre da un momento all'altro fatti di questo genere, può facilmente concepire chi abbia seguito l'intensa azione dei partiti nazionalisti germanici, colle organizzazioni di squadre armate, parate militari ed altre manifestazioni analoghe.

D'altra parte è certo che ciascuno dei due contendenti sente la necessità di uscire da questa situazione angosciata, dannosa profondamente ad entrambi. La Germania sa di arrischiare colla perdita della Renania, la propria posizione di potenza industriale; la Francia comprende che finché dura il presente stato di cose non ricaverà nessun frutto dai suoi pgni, mentre d'altra parte è obbligata a sopportare spese di occupazione ingentissime. Si comprende quindi come abbiano cominciato a circolare voci vaghe, svariare ma insistenti, di tentativi per arrivare ad una soluzione per via di trattative. La Francia ha trovato modo di esporre le vie per le quali sarebbe disposta a trattare; la Germania, pur insistendo nella giustificazione della propria posizione e nella sua resistenza, si è agitata in mille modi per indurre qualche Potenza ad intervenire. E così si è parlato successivamente di passi in America, a Londra, in Svizzera, in Ceco-Slovacchia, ed ultimamente ancora in Italia. Vi è in tutto ciò certamente qualche cosa di vero ad onta delle ripetute smentite. Nulla di positivo si è ancora raggiunto per queste vie, ma è certo che l'indizio che i due contendenti capiscono l'inutilità e il danno della loro azione è uno spiraglio di luce nella penosa situazione.

Intanto cresce il coro di recriminazione all'estero. L'Olanda si sente fortemente danneggiata nel traffico dei suoi porti, e gli Stati Uniti si sono lamentati degli ostacoli che subiscono le spedizioni per l'America e per le nuove tassazioni imposte dai Francesi. La Russia è intervenuta a favore della Germania con l'invio di viveri agli operai della Ruhr, ed è questo ancora un sintomo della insistenza colla quale il Governo dei Soviet cerca di riprendere importanza nel gioco delle potenze occidentali.

Anche altrove il cielo politico d'Europa segna qualche indizio di pacificazione. Nella zona del Baltico sembra che le decisioni delle Potenze per i confini della Polonia e della Lituania siano state accolte senza gravi difficoltà da quelle popolazioni.

La questione orientale è ancora in alto mare, ma il fatto stesso del prolungarsi della tregua fa sperare in un graduale smorzarsi degli ardori bellici. L'Assemblea di Angora ha gettato a mare il Trattato di Losanna, e ne ha proposto uno nuovo nel quale sostanzialmente ribadisce le proprie richieste. Vi è così in vista una ennesima Conferenza che avrà l'esito delle precedenti!

Il modo sconsolante con cui vengono condotte le cose della politica Europea, sembra rinvigorire l'avversione americana ad immischiarsi; il timido accenno di ripresa che il Presidente Harding aveva tentato colla proposta di adire alla Corte internazionale di Giustizia, è stato sepolto dal voto negativo del Senato americano.

*

Nella incerta situazione politica internazionale, l'opera del Governo italiano cerca di esplicarsi con tutta l'attività che le condizioni permettono.

Mentre conserva la sua rigida posizione di attesa vigile nei riguardi della Ruhr, non cessa di chiarire in ogni occasione la propria

linea di condotta, rifiutando ogni adesione ai più o meno fantastici piani di alleanze o di confederazioni.

Stretta dalla necessità di assicurarsi l'approvvigionamento delle materie prime, l'Italia cerca di accaparrare le poche fonti ancora disponibili. Con una nuova prova dell'egoismo nazionale imperante, il Governo degli Stati Uniti ha vietato ogni concessione di petrolio a Società sottoposte a controllo finanziario estero. D'altra parte il Governo del Messico ha approvato una legge che dichiara il petrolio proprietà imprescindibile ed inalienabile della Nazione. Dato che i petroli della Mesopotamia sono ancora troppo problematici, e che le zone Russe e Romene non fanno sperare una intensificazione rapida della produzione, poco più ormai possiamo sperare in questo campo oltre i recenti accordi colla Polonia di cui abbiamo detto altra volta.

Anche per il carbone, una buona notizia viene dalla Polonia. È stato finalmente firmata dal Ministero dell'Industria polacca una convenzione per la concessione di un'ampia zona carbonifera ad un Sindacato Italiano. La concessione comprende la zona dei migliori giacimenti di carbone di proprietà demaniale dell'Alta Slesia polacca. Si calcola che si possa contare su una produzione di un milione di tonnellate annue di carbone cocc.

È nota la gravissima crisi che da qualche anno affligge la industria siciliana degli zolfi, principalmente in seguito alla concorrenza americana. Dopo lunghe trattative si è addivenuti ad un accordo fra produttori siciliani ed americani. L'accordo riguarda specialmente la determinazione dei prezzi di vendita e l'assegnazione dei quantitativi da collocarsi da ciascuno dei contraenti. Il consumo nazionale è stato interamente assicurato alla Sicilia. Si calcola che la Sicilia potrà inoltre esportare annualmente oltre a 200.000 tonnellate fra zolfi greggi e lavorati, quantitativo notevolmente superiore a quello verificato negli ultimi anni. L'accordo permetterà ad una nostra importante industria di godere di un periodo di raccoglimento e di tranquillità durante il quale si potrà rimediare ai mali degli ultimi anni.

Ad Abbazia si è insediata la Commissione paritetica italo-jugoslava per definire le ultime questioni pendenti fra le due Nazioni. I lavori si sono inaugurati in una atmosfera di cordialità che fa bene sperare. Appare evidente che anche dall'altra parte si comincia a capire l'utilità grande per ambedue i popoli di arrivare ad un accordo soddisfacente che permetta di sviluppare relazioni di cordialità e di reciproca fiducia. Disgraziatamente l'apertura dei lavori veniva a coincidere col periodo delle elezioni politiche nella Jugoslavia; gli effetti non mancarono di farsi sentire e più volte i Commissari jugoslavi apparvero eccessivamente preoccupati ed impediti da ragioni di politica interna ed elettorale. La Commissione ha sospeso per pochi giorni i propri lavori ed è augurabile che, riprendendoli dopo la lotta elettorale, il concetto del supremo interesse dei due popoli abbia a prevalere ed a condurre ad un accordo pieno e definitivo.

Abbiamo altra volta accennato ai tentativi di approccio del nostro Governo verso quello russo. Registriamo ora una nuova manifestazione di questo lavoro nelle dichiarazioni provocate da parte del signor Vorowski; il rappresentante dei Soviet ha dichiarato formalmente che il suo Governo si mantiene lontano da ogni azione intesa a influire sulla politica interna dell'Italia e rinnega ogni solidarietà colle opere di propaganda politica dei partiti russi. Le dichiarazioni di Vorowski sarebbero, secondo la Stefani, tali da facilitare il proseguimento delle trattative per un accordo fra l'Italia e la Russia. Pare, lecito tuttavia conservare qualche dubbio sulla sincerità di tali dichiarazioni, e sul candore del Governo dei Soviet dei cui metodi si è avuto anche una recente nuova manifestazione nella condanna a morte dei prelati cattolici.

Sono in corso trattative per la compilazione di un trattato di commercio colla Repubblica austriaca. È stato rinnovato per nove mesi l'accordo commerciale italo-germanico stipulato nel 1921.

Si è riunito a Roma il Congresso della Camera di Commercio internazionale colla partecipazione di moltissimi Stati. Il Congresso prese in esame tutte le principali questioni inerenti al commercio internazionale ed alla situazione finanziaria mondiale. I Delegati italiani ed i membri del Governo illustrarono efficacemente l'opera dell'Italia per la propria rinascita ed ebbero modo di mettere in evidenza le migliorate condizioni nostre e l'azione volontaria ed efficace che il Governo va svolgendo coll'unanime consenso della Nazione. Da parte dei Delegati esteri si sono avuti dei riconoscimenti ampi e lusinghieri, e non vi ha dubbio che il Congresso sia stata una buona occasione per far conoscere più da vicino questa nostra meravigliosa Italia, le cui energie e la cui opera sono troppo spesso misconosciute o dimenticate.

L'arduo problema della emigrazione continua ad occupare il Governo. Molto si parla ancora del Brasile, dove i nuovi accordi stipulati, e le riforme interne in via di applicazione, lasciano sperare in un prossimo concretarsi di condizioni favorevoli ad una nostra dignitosa e proficua emigrazione. Il generale Caviglia, reduce dal suo viaggio alle colonie italiane del Sud-America, si è fatto iniziatore di un Istituto Italo-Argentino avente per iscopo di ottenere dai Governi dell'America meridionale delle zone di terreno alle quali inviare una regolare corrente di emigrazione, e di provvedere alle nuove colonie il fabbisogno di materiale e di attrezzi necessario per lo sviluppo delle proprie attività. L'Istituto ha raccolto molte adesioni e larghi consensi. Un tentativo interessante, che ci riporta alle gloriose tradizioni romane, è stato iniziato coll'istituzione delle centurie armate per la colonizzazione della Tripolitania. La prima centuria è già arrivata in colonia e se il tentativo avrà esito favorevole, il sistema potrà essere

applicato su più ampia scala e costituire una forma di penetrazione proficua e benefica.

Il vivo interessamento del Governo nei riguardi delle nostre colonie è apparso evidente nelle energiche azioni militari condotte nel mese decorso. Con una serie di operazioni rapide e brillanti, le nostre truppe hanno spazzato su una vastissima zona la Tripolitania riaffermando il nostro prestigio su quelle popolazioni e ponendo un termine alla posizione umiliante alla quale eravamo ridotti.

In Cirenaica, con non minore energia, si è chiarita la posizione del Senusso nei riguardi della nostra sovranità, abolendo i famosi campi misti dove accanto alle nostre truppe vivevano, indipendenti ed armati, i seguaci del Senusso!

Anche il viaggio del Ministro delle Colonie in Eritrea è sintomo di un interessamento più vivo ed attivo di quanto non abbiano mai praticato i precedenti Governi. E sarebbe veramente desiderabile che l'Italia cominciasse ad occuparsi seriamente delle proprie colonie cercando di trarre da esse ogni possibile vantaggio. Una notizia confortante giunge dalla Somalia dove il primo serio tentativo di colonizzazione su vasta scala si avvia a dare promettenti risultati. L'impresa del Duca degli Abruzzi ha condotto a termine una serie di opere importanti di sbarramenti e derivazioni d'acqua che furono nel mese scorso inaugurate e che permetteranno di irrigare i vasti terreni disodati dall'impresa. Due delle sette aziende progettate sono pronte per la semina e si ha fiducia di poterne ottenere oltre 3000 quintali di cotone di ottima qualità.

*

La situazione interna del nostro Paese si mantiene sempre assai soddisfacente. Sono ormai scomparsi, si può dire completamente, gli episodi di violenza. A ciò ha certamente contribuito l'energica e decisa azione del Governo che non ha mancato di intervenire ogni qual volta se ne manifestò l'occasione reprimendo e punendo severamente. Dai tribunali furono pronunciate parecchie condanne di fascisti colpevoli di sfregi o di violenze; parecchi fasci furono indotti a ritirare pubblicamente i bandi pronunciati contro personalità dei partiti avversari. Ci si avvia così lentamente ma sicuramente al completo ristabilimento di quel senso di fiducia e di sicurezza che costituisce il fondamento ed il presupposto di ogni ordine civile che non sia una mera apparenza.

Così, un poco per la fiducia che ispira, un poco per il timore che incute, in tutte le classi sociali il Governo fascista viene ormai accolto come un fatto d'indole permanente al quale bisogna conformare la propria azione. Sintomatica in proposito è la mossa del Sindacato Italiano dei Ferrovieri il quale ha inviato un messaggio all'on. Mussolini informandolo che è stato sciolto il Consiglio generale e che il Comitato centrale assume d'ora in avanti la responsabilità dell'azione del Sindacato il quale si riafferma indipendente da ogni partito politico e da ogni altro organismo sindacale; il Comitato poi afferma di non essere animato da alcuna avversione preconcepita contro qualsiasi Governo. È stato combinato che una rappresentanza del Sindacato prenda diretto contatto coll'Alto Commissario per le Ferrovie. Certamente sarebbe da accogliersi con ampia soddisfazione un ritorno nell'ambito della costituzionalità di questa importante categoria di lavoratori.

A questo movimento del Sindacato ferroviari non sono certamente estranee l'energica opera di epurazione che l'Alto Commissario va compiendo, e le progettate riduzioni di personale in armonia alla politica generale di economie. Il Ministero ha approvato i concetti fondamentali fissati dal Ministro dei Lavori Pubblici per il trapasso delle ferrovie secondarie dallo Stato alle imprese private. All'esercizio privato furono pure concesse le linee marittime fra il continente e le isole. Anche la costruzione della direttissima Bologna-Firenze e delle complementari sicule fu affidata a imprese private. Lo Stato procede così a spogliarsi gradatamente da quelle funzioni industriali che era andato assumendo. L'incapacità industriale dello Stato è ormai universalmente riconosciuta ed ha avuto una clamorosa conferma recentemente anche in America dove il tentativo di costruire una potente marina mercantile di Stato ha condotto ad un insuccesso colossale che significa per l'erario una perdita netta di circa duecentomilaottocento milioni di dollari!

Sempre procedendo in quest'ordine di idee, si è rinunciato al monopolio sui fiammiferi. E anche stato approvato il decreto sull'esercizio delle Assicurazioni sulla vita, col quale viene abolito il monopolio di Stato; ad esso viene sostituito il libero esercizio delle imprese nazionali od estere sotto certe garanzie, pur conservando l'Istituto nazionale delle Assicurazioni.

Si parla di nuove semplificazioni nella struttura interna del Gabinetto mediante la riforma dei Sottosegretariati i quali verrebbero notevolmente ridotti di numero. È stato abolito il Ministero delle Terre Liberate.

Si cominciano ad annunciare le prime effettive economie sui bilanci dei diversi Ministeri. Come è noto i due dicasteri delle Finanze e del Tesoro sono stati fusi in uno solo; ora l'on. De Stefani annuncia di aver disposto per il prossimo bilancio di tale dicastero una economia di 251 milioni. Anche nel bilancio degli Interni si sono introdotte economie per una somma complessiva di 160 milioni. L'on. Torre a sua volta annuncia un risparmio di 100 milioni sul bilancio delle Poste e Telegraf; e tale somma potrà essere superata quando si saranno compiuti altri progettati passaggi di servizi dall'esercizio

statale alla industria privata. A questo proposito la *Gazzetta Ufficiale* ha pubblicato il testo del Decreto che autorizza il Governo a concedere a Enti Pubblici o a Società l'esercizio e l'impianto dei servizi telefonici.

Ampie riforme sono state compiute nelle circoscrizioni giudiziarie, nell'intento di eliminare quegli organismi che risultavano non necessari o superflui; vengono così abolite parecchie Corti d'Appello, una cinquantina di Tribunali e qualche centinaio di Preture.

Ferve il lavoro per la riforma del Codice di Commercio per il quale la Commissione da tempo nominata ha presentato un progetto completo. Sull'importante argomento che tanto interessa le classi commerciali, il Ministro dell'Industria ha chiesto, con atto opportuno, il parere di tutte le Camere di Commercio del Regno.

Notevoli riforme sono state decise nei riguardi dei bolli e delle concessioni governative. Sono ben note le difficoltà a cui aveva dato luogo l'applicazione delle tasse sugli oggetti di lusso e di quella sui conti degli alberghi. Tutto il complicato sistema di tassazione viene semplificato coll'istituzione di una tassa generale sugli scambi, e di una tassa unica sui conti d'albergo, abolendo anche la tassa turistica. Viene pure abolito l'obbligo di assegnare ai titoli nominativi la differenza di tassa di negoziazione di cui godono in confronto dei titoli al portatore.

Grande movimento ha suscitato nelle sfere più direttamente interessate la Relazione della Commissione Parlamentare per le spese di guerra. La Relazione ha messo in evidenza ciò che tutti ormai intuivano, ossia che il costo della guerra fu notevolmente più elevato di quello che avrebbe potuto essere, e ciò in causa delle deficienze della organizzazione statale e delle direttive politiche seguite in guerra e nel dopo guerra. La Commissione conclude proponendo una serie di recuperi di somme indebitamente versate per un totale di 300 milioni. La Relazione ha provocato uno strascico di dispute e di polemiche così acerbhe che il Governo ha dovuto intervenire con energiche ammonizioni.

A Roma, coll'intervento del Sottosegretario alle Finanze, è stata firmata la convenzione fra la Società per le forze idrauliche della Sila e altre Società Idroelettriche meridionali, e un importante gruppo di Banche per la somministrazione di un primo mutuo di 65 milioni per la costruzione del primo gruppo di impianti della Sila.

L'ing. Civita nella sua conferenza tenuta nello scorso mese di marzo a Roma, ha chiaramente illustrato la situazione dell'industria elettrica italiana. Mise ancora una volta in evidenza le difficoltà gravi che a tale industria derivano dall'assorbimento di capitali compiuto dal Governo per mezzo dei buoni del Tesoro, e dalla variabilità del mercato dei cambi che non permettono di prevedere il reddito futuro degli impianti che oggi si devono costruire a costi che superano le 3000 lire per HP. Un'altra aggravante della situazione finanziaria delle imprese elettriche, è dato dal permanere delle disposizioni limitanti le tariffe di vendita che non sono più eque nè consone alle odierne condizioni del mercato e alla svalutazione della moneta. L'interessamento del capitale estero è per ora ancora puramente platonico; non pare che i finanzieri d'oltre oceano si siano ancora resi ben conto del mutamento della situazione operatosi in Italia, e della sicurezza sulla quale il loro capitale potrebbe contare se investito nei nostri impianti elettrici. Con tutto ciò vi è un prezioso fervore di lavoro ma è necessario un benefico intervento del Governo che autorizzi l'aumento delle tariffe, e conceda agevolazioni come è stato fatto per l'industria edilizia.

*

Nel mese decorso poco si ebbe a notare circa il mercato dei cambi, i quali non subirono variazioni di gran conto. Dobbiamo però con soddisfazione rammentare il buon andamento della nostra valuta. Infatti ad onta di tutte le complicazioni politiche e della incerta situazione generale, la lira si è sostenuta assai bene su tutti i mercati. Verso la fine del mese ha avuto una ripresa sensibile guadagnando diversi punti su tutte le divise. Le altre monete rimasero tutte pressochè immutate in atteggiamento di attesa verso il chiarirsi della situazione politica.

Le Banche furono in generale abbastanza attive, pur con periodi di calma maggiore. Si può dire in generale che il diagramma dell'andamento dei titoli, pur colle numerose ed inevitabili oscillazioni, segue in generale un andamento ascendente ottimistico e confortante.

La buona impressione generata nel mondo degli affari dalle manifestazioni del Governo e dai discorsi pronunciati dai suoi componenti, è andata a beneficio dei titoli di Stato. Essi hanno mantenuto sempre un andamento brillante. Così la rendita, non ostante alcune oscillazioni di piccolo valore, è passata da 76,50 all'inizio del mese, a 80,50 alla fine; il Consolidato che apriva a 85 è arrivato a segnare in chiusura, 88,80.

Invariati o quasi sono rimasti invece i titoli bancari, che hanno manifestato però una sensibile ripresa nell'ultima settimana.

La notizia del passaggio delle aziende dei trasporti alla industria privata, ha riportato in prima vista i titoli dei trasporti ed in particolare gli ex ferroviari. Tutto il comparto progredisce di parecchi punti; i titoli furono largamente trattati e subirono anche oscillazioni notevoli sempre risolte però a loro vantaggio.

Alla testa del movimento bancario si mantengono i titoli tessili, trattati su larghissima scala. Si verificarono oscillazioni ampie e frequenti ma anche qui si nota evidente la tendenza all'ot-

timismo. Specialmente in evidenza le Cantoni che subirono spostamenti di oltre 100 punti al giorno chiudendo a 1600.

Meno trattati furono i titoli metallurgici. Anche qui si ebbe a verificare qualche miglioria; particolarmente favorite le Fiat in costante e sicuro progresso. Molto movimentate le Ansaldo, balzate da 13 a 20 per poi ricadere a 9; l'Assemblea degli azionisti di questa Società ha approvato la riduzione del capitale da 500 a cinque milioni, valutando le azioni a L. 2,50.

Poco trattati in generale gli elettrici l'andamento dei quali può desumersi dal solito prospetto che riportiamo in calce.

Il mese decorso può quindi ritenersi confortante per la manifesta disposizione di fiducia di cui gli ambienti finanziari si sono mostrati pervasi. L'aumento dei titoli di Stato è sintomo di rinnovata fede nella situazione finanziaria e politica italiana; d'altra parte il rialzo costante e generale dei titoli industriali ci fa credere che stia per iniziarsi un periodo nuovo di prosperità e di benessere di cui ci si mostrano i primi accenni.

A queste speranze porgono conforto altri due sintomi: la diminuzione della disoccupazione e il progressivo miglioramento della bilancia commerciale.

Il primo gennaio 1922 si avevano in Italia 541.775 disoccupati, mentre al primo gennaio 1923 il loro numero era sensibilmente diminuito scendendo a 381.968.

Nei primi undici mesi del 1922 le importazioni segnano una diminuzione di 1568 milioni mentre nello stesso periodo le esportazioni aumentarono di 862 milioni. Lo sbilancio commerciale che era di 7970 milioni nei primi undici mesi del 1921, viene a ridursi nel corrispondente periodo del 1922 a 5539 milioni. Si registra quindi un miglioramento di quasi due miliardi.

Ing. RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei Titoli Elettrici nel marzo 1923.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	300	481	483	488
Conti	250	300	305	310
Vizzola	500	857	862	876
Brescia	100	89	88,75	91
Adamello	200	23,7	235	237
Unione Es. Elett.	50	78	77,50	77
Elett. Alta Italia	250	295	294	299
Idr. Piem. S. I. P.	125	138	138,75	140
Off. El. Genovesi	250	320	337	347
Adriatica	100	129	131	125,50
Negri	200	114,50	114	114
Ligure Toscana	200	245	245	246,50



**Associazione
Elettrotecnica Italiana**

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

Ciclo di conversazioni sulla continuità e regolarità di esercizio degli impianti elettrici.

Verbale della 1ª Seduta - 22 febbraio 1923.

Presiede il Presidente ing. Guido Semenza. Egli apre la seduta con le seguenti parole:

Questa sera non siete chiamati, o Colleghi, a udire qualche pregevole comunicazione o a sentire la relazione di qualche studio importante, questa sera gli attori siete voi stessi.

È sembrato a questa Presidenza opportuno alternare le letture con delle serate di discussione, ritentando ancora una volta di suscitare presso di noi quella forma di trattazione di problemi di interesse generale che ha tanta fortuna ed importanza nelle Società estere.

E a conforto di questa nostra iniziativa abbiamo questa volta il successo ottenuto dalle discussioni nell'ultima riunione annuale, durante la quale molte discussioni non poterono arrivare alla fine per mancanza di tempo.

Il tema generale che abbiamo scelto è oltremodo vasto; ma se ne copriamo anche soltanto una parte avremo fatto opera utile. È un tema, diciamo pure, che penetra diritto nel vivo dell'elettrotecnica, ma d'altra parte è funzione dell'A. E. I. di richiamare l'attenzione su quei problemi che maggiormente vogliono studio e cooperazione di tutti.

In Italia abbiamo compiuto nel campo della produzione e distribuzione dell'energia elettrica cose magnifiche, e ancora ne stiamo compiendo.

L'energia idroelettrica è stata quella che ci ha permesso di diventare una grande nazione industriale: essa ci ha validamente aiutati a vincere la guerra. Ma possiamo noi affermare che il servizio che fanno i nostri impianti sia proprio soddisfacente e che non possa essere perfezionato?

Credo che il sentimento generale sia che a questa domanda si debba rispondere negativamente. Ora io non vorrei che qualcuno potesse credere che io voglia da questo posto addossare ai produttori od ai distributori di energia elettrica la responsabilità di questo stato di cose. Vi sono cause generali che sono al di sopra di qualsiasi responsabilità umana. La richiesta affannosa di energia durante la guerra ha abituato tutti a badare soltanto alla quantità e non alla qualità: purché energia ci fosse per foggare gli strumenti della difesa e dell'offesa non importava come venisse fornita. E da queste abitudini è assai difficile correggersi. Gli impianti si ingrandirono si connesero in parallelo dal Lazio al Piemonte e molti furono così sottoposti a condizioni di vita, a sforzi, a urti, per i quali non erano stati concepiti.

E così ne venne danno a tutti. Perché c'è un concetto base che io voglio qui ben porre e che spero sarà avallato da qualcuno dei presenti: che le interruzioni di servizio, la irregolarità, le deficienze di tensione e di frequenza, sono un danno e una noia per gli utenti, ma sono anche danno serio per i produttori e venditori dell'energia. Basta pensare che ogni disservizio è accompagnato da guasti di macchine, di linee, di interruttori, che ogni interruzione rappresenta un arresto nella rotazione dei contatori per persuadersene. E ciò prescindendo da tutti i fattori morali e sociali che sono intimamente legati al successo di un'impresa di carattere pubblico.

Le cause di disservizio sono di due classi: quelle che la tecnica non sa materialmente evitare, e quelle, invece, che con uno sforzo si possono ridurre: per queste seconde la tecnica deve compiere questo sforzo; per quelle inevitabili il problema si concreta nella ricerca di quei mezzi che valgano a renderne meno gravi le conseguenze. Tutti problemi, quindi, di carattere tecnico e che sono di spettanza alla A. E. I. Di carattere economico, aggiungerà qualcuno, e sono d'accordo perché non si può scindere il lato economico da quello tecnico, ma appunto uno degli scopi della tecnica, è di fare quello che tutti possono in qualche maniera fare, ma colla minima spesa e colla massima perfezione.

*

Come ordineremo noi questa discussione? Nell'invito mandatovi è detto che si incomincerà dalle Centrali e dalle Sottostazioni; e questo è logico. Ma a questo che dovrebbe essere il primo capitolo si potrebbe far precedere una prefazione, e cioè un esame dei disservizi più frequenti e della loro natura, onde si veda poi in quale direzione si debbano ricercare i rimedii.

La discussione è proficua ed interessante quando vi partecipò la grande maggioranza dei presenti: ma perché ciò sia, è necessario che ciascuno venga qui libero dal pregiudizio che per parlare ad una accolta di colleghi sia necessario aver cose molto nuove ed importanti da dire. Questo deve essere il carattere delle memorie che si presentano, ma quando c'è un argomento pratico da discutere anche la piccola notizia, anche l'episodio poco significante, anche il parere dell'uomo che ogni giorno deve fronteggiare le miserie dei servizi, può essere di grande utilità. Quindi lasciamo da parte ogni difficoltà: non essere intimoriti dalla mancanza di abitudine di parlare in pubblico, ma dire così alla buona quello che si sa, quello che è avvenuto.

Se tutti noi ci metteremo in questo spirito le nostre riunioni saranno proficue ed altamente interessanti.

Taccani: Come produttore e distributore di energia elettrica, si associa alle parole del Presidente e ringrazia la Sezione di aver indetto queste discussioni. I distributori di energia elettrica hanno grande interesse allo studio di questo argomento, poiché riconoscono che negli ultimi anni il servizio, nella generalità degli impianti, si è fatto meno perfetto e perciò meno rispondente alle esigenze del consumo.

Le iniziative della tecnica italiana hanno permesso di unire in una rete unica le centrali dell'Italia settentrionale e quelle dell'Italia centrale, e questo ha dato luogo a fenomeni nuovi che ancora non si conoscono bene. I tecnici indicheranno i rimedii che si potranno applicare gradualmente. Occorrerà però considerare il lato economico della questione, e si augura che segua una discussione in questo senso in altra seduta, perché le esigenze economiche limitano spesso le possibilità di perfezionamenti, talvolta assai costosi, agli impianti.

Nella visita ad alcune centrali svizzere in occasione dell'ultimo Congresso ha potuto constatare che quegli impianti hanno previdenze e provvidenze che ancora non si osservano nella generalità delle nostre centrali; si augura che di esse sia dimostrata l'effettiva utilità, nel qual caso, potranno essere adottate anche nei nostri impianti.

Semenza: Invita i presenti ad esporre quali siano i guasti più frequenti nei servizi.

Locatelli: Come appartenente ad una delle più vecchie Società di produzione e distribuzione di energia elettrica, dice di poter affermare che il novanta per cento dei guasti proviene dalle linee. Si possono distinguere due categorie di guasti: In primo luogo quelli provenienti dal fatto che una parte della linea non risponde al suo ufficio (fulminazione di isolatori, fusione e caduta dei fili, ecc.), di essi

una piccola parte è data dalle vicissitudini atmosferiche; i più provengono dall'aumentata quantità di energia in giuoco sulle reti. La rete aerea della Società Edison esiste da molti anni, e, mentre una volta dava pochi inconvenienti, ora ne dà molti di più, eppure anche prove fatte sui materiali hanno mostrato che questi sono buoni. Unica spiegazione non può essere se non che per le grandi quantità di energia che sono ora in giuoco in seguito all'unione avvenuta tra molte grandi reti, si producono facilmente delle sovratensioni di intensità molto superiore a quelle di una volta.

In secondo luogo gli incidenti sono divenuti più numerosi perché diverse reti essendo collegate fra di loro, ogni guasto si ripercuote su molti impianti. Il guasto prodotto in un punto dà luogo a sovraccarichi improvvisi in tratti di reti che non si possono determinare in precedenza perché varia su di essi la distribuzione della corrente nelle diverse ore del giorno. In conseguenza di questi sovraccarichi si producono scatti di interruttori anche nelle zone che non hanno subito guasti.

In America si è molto studiata la ripartizione delle correnti sulle reti per stabilire i punti dove si devono mettere gli interruttori e per regolare questi ultimi in modo da togliere dal servizio solo la parte interessata dal guasto. Volendo fare qualcosa anche da noi occorre la collaborazione di tutte le Società distributrici. I raggruppamenti riuniscono gli impianti di molte Società; per esempio la rete della Edison collega fino a 8-10 diverse sorgenti di energia. D'altra parte il collegamento delle diverse reti non si può evitare perché permette la massima utilizzazione dell'energia disponibile.

Questi aggruppamenti danno luogo a inconvenienti perché ogni Società tende ad agire per proprio conto; ciascuna tende a mantenere le proprie macchine il meno eccitate possibile, quando lavorano in parallelo; ne consegue, o la marcia a tensione bassa, oppure se uno degli impianti cerca di porvi rimedio, è costretto a produrre una enorme quantità di corrente svuotata, il che oltre alla cattiva utilizzazione del macchinario, porta a una grande facilità di scatto degli automatici. A volte in una rete la tensione si mantiene troppo bassa e non si riesce a farla salire perché nessuna officina alza la propria tensione per non vedere salire gli ampère. Se vi fosse affiatamento il servizio andrebbe molto meglio, perché infatti spesso dopo un periodo di tensione bassa, senza che se ne comprenda la ragione, essa torna al valore normale, ciò che mostra come sia possibile mantenere la regolazione voluta senza difficoltà. Invoca quindi la collaborazione dei colleghi al fine di evitare questi inconvenienti.

Semenza: Riassume le cause di disturbi enunciate: aumento di potenza circolante nelle reti, paralleli tra molte centrali, mancanza di collaborazione. Chiede all'ing. Locatelli se le linee della Edison sono isolate o hanno il centro a terra.

Locatelli: Risponde che le linee hanno due punti a terra uno alle officine sull'Adda e uno a Sesto. Ciò è stato fatto perché sono collegate metalicamente tra di loro linee a 25.000 Volt e linee a 13.000 Volt, che non si sono potute modificare per ragioni di esercizio. E quindi per ragioni di sicurezza che si sono messi i centri a terra.

De Andreis: Chiede all'ing. Locatelli se non ha constatato che nella messa in parallelo di diverse centrali avvengono facilmente interruzioni anche senza che vi siano guasti.

Locatelli: Risponde d'aver notato qualche rara volta degli scatti quando si mette la tensione su linee molto lunghe (linea dell'Adamezzo).

De Andreis: Chiede all'ing. Locatelli se non riterrebbe utile stabilire un ente superiore che ordinasse le norme per i collegamenti delle singole Società tra di loro.

Semenza: Prega di non entrare per ora nell'argomento che sarà discusso più tardi. Domanda ai presenti qualche notizia sui guasti nei trasformatori.

Silvestri: Nota come siano frequenti i guasti nei trasformatori di grossa potenza provocati da corti circuiti sulle linee da essi alimentate specialmente quando questi avvengono vicino alla cabina.

Tali guasti assumono eccezionale gravità nei trasformatori di vecchia costruzione; poiché tali macchine erano calcolate, d'accordo col cliente, con piccole cadute di tensione che in genere non sorpassano il 2,5 o il 3%; è evidente che in caso di corto circuito detti trasformatori assorbono circa 30 volte la corrente normale e poiché sono ora alimentati da potenti centrali che marciano fra di loro in parallelo, l'assorbimento di corrente assume valori tali che la macchina viene ad essere sollecitata a sforzi meccanici ai quali gli ammagli non possono assolutamente resistere. Lo sfasciamento degli avvolgimenti è quindi inevitabile.

Non è il caso di fare assegnamento sul funzionamento degli interruttori automatici, poiché essi arrivano ad interrompere il circuito in ritardo e cioè quando il disastro è già avvenuto; si noti però che nei vecchi impianti per tensione media e cioè fino a 15.000-20.000 Volt si adottavano interruttori in unica cassa, ora questi si dimostrano assolutamente insufficienti e anche per tensioni medie si rendono necessari interruttori in casse separate.

Tutte le volte che è avvenuto un corto circuito su dei trasformatori, il relativo interruttore, in cassa unica, ha subito danni tali da renderlo inservibile, non solo, ma a sua volta ne ha provocati altri causa l'incendio dell'olio.

E quindi dell'avviso che i trasformatori a bassa caduta di tensione devono essere protetti con forti bobine d'impedenza tali che in caso di corto circuito la corrente da essi assorbita sia di molto ridotta; le bobine devono essere costruite molto solidamente per poter

sopportare lo sforzo al quale vanno soggette durante il loro funzionamento.

Sono inoltre da abolirsi gli interruttori in cassa unica anche per tensione media poichè le intensità che si hanno ora in gioco sono tali che richiedono apparecchi calcolati molto più largamente.

Semenza: Sembra dunque che occorra che i trasformatori presentino una notevole caduta di tensione; quando ciò non fosse conviene per mettere in parallelo questi trasformatori inserire in serie con essi delle bobine di reattanza.

Rebora: Tratta dell'impiego dei relais nelle varie parti dei circuiti. Classifica i vari tipi di relais in uso: Relais a massima, con scatto per un certo valore della corrente. Relais a tempo dilazionato, in cui il tempo di ritardo varia col valore della corrente che passa (il tempo è tanto minore quanto più intensa è la corrente). Relais che scattano dopo un certo tempo fisso ed indipendente dal valore della corrente. Relais che scattano quando si inverte il senso dell'energia che li attraversa (poco usati). Vi sono poi le valvole che si possono ascrivere al secondo tipo, scattando per una data intensità, ma in tempo variabile. Questi diversi tipi hanno la loro ragione d'essere, essendo diverse le necessità dei vari punti dell'impianto. Altra volta si usarono relais che scattavano istantaneamente per un dato valore della corrente. Con essi non si poteva fare praticamente il servizio delle centrali, ed il personale finiva quindi per immobilizzarli. Oggi si usano, quasi esclusivamente, relais a tempo (dipendenti o indipendenti dalla corrente).

Interessa studiare i punti dove vanno messi i relais. Cominciamo dalle centrali. Le macchine devono avere un relais sul loro interruttore? Oggigiorno molte centrali funzionano senza automatici tra macchine e sbarre. Dove v'è l'automatico questo dev'essere a tempo, perchè altrimenti non serve, e va sempre tarato per un tempo molto lungo. Sino ad alcuni anni fa si dava la colpa di tutte le bruciature agli interruttori automatici che non avevano funzionato. Oggigiorno visto che lo scatto non avviene mai prima di un secondo dal raggiungimento del valore massimo della corrente, si comprende come esso abbia luogo dopo che gran parte dei fenomeni di sovracorrente e di sovratensione si sono già svolti. Ciò è ancora più vero se vi sono comandi a distanza che prolungano ancora il tempo di scatto. L'automatico come oggi il commercio lo fornisce non può quindi servire contro gli effetti dovuti alle sovratensioni ed alle sovracorrenti.

Passando ai valori massimi della corrente occorre considerare se la macchina possa o no sopportarli. I valori istantanei delle sovracorrenti sono enormi rispetto ai valori statici. Ciò avviene specialmente se la caduta di tensione dell'alternatore non è molto forte. Se anche la corrente di corto circuito è di circa 3 volte il valore normale, il valore istantaneo dato da un corto circuito può raggiungere punte di venti o trenta volte il valore normale. Questo enorme valore dà facilmente la distruzione meccanica dell'alternatore. I pericoli dei corto circuiti nelle macchine sono due: 1) il calore che si produce nel caso di corto circuito permanente, e questo è il meno grave; 2) il colpo meccanico, e questo è veramente più grave, perchè facilmente la macchina si sfascia. L'interruttore automatico anche se rapido difficilmente impedisce questa distruzione.

Le piccole macchine e le vecchie di modesta potenza non possedevano avvolgimenti ancorati; col crescere delle potenze si sono avuti sfasciamenti, specialmente nei turbo-alternatori e si è vista quindi la necessità di forti ancoraggi.

Normalmente le macchine possono sopportare la corrente normale di corto circuito per un breve tempo, contro questa corrente l'automatico può essere utile, mentre è dubbio che salvi dagli sforzi meccanici. Dato quindi che gli avvolgimenti non sono salvati dallo sfasciamento per la presenza dell'automatico, mentre resistono alla corrente normale di corto circuito, si finisce coll'omettere l'automatico sulla macchina, tanto più che si è visto che l'apertura dell'interruttore dà spesso più danno del corto circuito. Date queste premesse, importa definire se in generale le macchine devono avere l'automatico o no, e, nel caso affermativo, quale sia il tempo di ritardo necessario.

Semenza: Rileva l'importanza del problema posto dall'ing. Rebora. Nota che nelle officine da lui condotte si sono tolti tutti gli automatici posti sulle macchine generatrici perchè normalmente l'operaio arriva a tempo ad evitare un disastro. I relais davano noie nel caso di paralleli non perfetti.

Locatelli: Premette, nel dare il suo giudizio sulla questione dei relais, che le officine che da lui dipendono non sono modernissime e non contegono quindi macchine di eccezionale potenza. Le macchine della Edison vanno dai 4 ai 5.000 kW di potenza e per esse è del parere che non convenga mettere automatici sulle macchine stesse, essendo risultati non solo inutili, ma dannosi, dato che parecchie unità alimentano sbarre omnibus da cui partono linee per direzioni diverse. Per gli accidenti provenienti dalle linee, l'interruttore automatico deve essere sulla linea. Se l'incidente è in centrale, il miglior rimedio è dato dall'intervento del personale di officina, perchè questi se ne accorge subito, ed è allora preferibile, per non far sorgere altri inconvenienti anche più gravi, non interrompere troppo rapidamente per non sottoporre ad eccessive sollecitazioni meccaniche il macchinario. L'officina Esterle marcia a pieno carico con buoni risultati senza automatici sulle sbarre. Questo vale per officine di

media potenza, può darsi che per potenze maggiori i criteri debbano essere diversi.

Semenza: Trova ciò molto interessante ma poco soddisfacente come risultati, perchè per ogni guasto bisognerebbe interrompere il servizio. La tecnica dovrebbe, a suo parere, essere capace di fare qualcosa di più.

Roncaldieri: Trova inutile l'automatico di macchina perchè arriva quasi sempre troppo tardi.

Manfredi: È dello stesso parere circa la soppressione degli automatici sulle macchine. Lo scatto di un automatico sulla tensione media che si ha nelle sbarre di macchina (8000-10.000 Volt) dà luogo quasi sempre a disastri; l'automatico funziona meglio sulle alte tensioni, anche nel caso di grandi potenze. La Società Lombarda ha delle Centrali le cui linee sono allacciate direttamente ai generatori; in questo caso, essendo necessari interruttori automatici, se ne attenuano gli inconvenienti alla apertura, usando tipi adatti e diseccitando le macchine. Il peggioramento intervenuto nella generalità dei servizi dipende dal fatto che gli impianti attuali rispondono meno bene ai bisogni, perchè, mentre è cresciuta la loro importanza, in alcune loro parti sono rimasti piccoli, come ad esempio negli interruttori. I piccoli interruttori a cassa unica già in uso per le medie tensioni, colle potenze attuali e colle enormi correnti di corto circuito, sono assolutamente insufficienti. Per interrompere circuiti a medie tensioni con rilevanti potenze in giuoco, dove è necessario l'automatismo, l'interruttore deve essere abbondantemente dimensionato, in tre casse, meglio se del tipo corazzato, atto a resistere a grandi pressioni. — Ricorda un'altra causa di inconvenienti (oltre i guasti di linea, gli interruttori, i grandi paralleli) non ancora accennata; precisamente le protezioni stesse contro le sovratensioni, perchè queste sono molto spesso fonte di interruzioni intempestive e di guasti. Difficilmente le protezioni sono adatte al loro scopo. Ad es. le corna Siemens che una volta erano largamente usate, in qualche caso vanno bene, molte volte assai male. Ciò dipende soprattutto dalle condizioni di installazione.

Ritornando agli argomenti precedenti, nota come siano stati criticati i paralleli perchè danno luogo ad inconvenienti o fanno sentire eventuali guasti che si verificano in impianti lontani. I vantaggi però che essi danno sono grandissimi in taluni casi e sono noti a tutti. Occorre quindi preparare impianti e linee per il trasporto temporaneo dell'energia nei punti dove viene a mancare; i paralleli poi verranno eseguiti solo quando saranno necessari e mantenuti per brevi periodi; cioè nei passaggi del servizio di una determinata zona dall'uno all'altro impianto.

Semenza: Riassume la discussione. Si è parlato dei guasti nelle macchine, negli interruttori, nelle sbarre omnibus, si è accennato agli apparecchi di protezione; non s'è ancora trattato dei trasformatori di misura. Ritiene vi siano parti sulle quali la tecnica odierna può evitare i guasti, per es. le sbarre omnibus si possono fare in modo da togliere la possibilità di corti circuiti. È questione di spesa ma è possibile farlo. Come esempio limite abbiamo la nuova centrale di Hell-Gate della New York Edison Co. nella quale il quadro è diviso in tre fabbricati, uno per fase.

Questo è un caso singolare dettato dall'enormità delle correnti in giuoco e da noi naturalmente non si può fare; ritiene però che sia possibile con un'appropriata costruzione evitare in modo quasi assoluto i corti circuiti sulle sbarre, che tanto dannosi sono per le macchine generatrici.

Locatelli: Fa notare d'aver parlato di corti circuiti sulle sbarre non alludendo ad archi fra le sbarre stesse, ciò che non avviene più negli impianti moderni; ma ad archi fra le parti metalliche derivate direttamente dalle sbarre. Per esempio nello scatto di un interruttore automatico, facilmente per sovratensione si determinano archi tra i morsetti dell'interruttore. Se ciò avviene dalla parte delle sbarre omnibus si fa un corto circuito sulle sbarre stesse. Ciò purtroppo avviene non di rado. Occorre quindi attualmente installare interruttori molto potenti.

Manfredi: È pure del parere che, con opportune distanze, gli archi ed i corti circuiti sulle sbarre possano ridursi assai rari. Essi sono invece frequenti sulle loro derivazioni, ad esempio sulle piccole linee direttamente derivate dalle sbarre di una Centrale, ben spesso poco potenti rispetto alla potenza totale. Occorre in questo caso impiegare forti reattanze fra le sbarre e le derivazioni suddette per attenuare gli effetti dei corti circuiti. In questo modo si proteggono abbastanza bene anche gli interruttori e le altre parti dell'impianto.

Piazzoli: Chiede se qualcuno dei presenti ha provato il sistema della diseccitazione automatica delle macchine in luogo degli interruttori automatici.

Barbagelata: Dice che ciò è stato applicato con ottimi risultati nelle Centrali di Pont S. Martin e di Boffetto. Nella centrale di Boffetto si sono installati dei regolatori rapidi Brown Boveri che agiscono sull'eccitazione delle eccitatrici e riportano poi la macchina nelle condizioni normali cessata la perturbazione. I paralleli non riescono turbati benchè si formino delle correnti di circolazione, come lo prova il fatto che questa centrale è unita alla rete della Edison senza che generalmente si abbiano rotture di parallelo. A Pont S. Martin avendo l'eccitazione centralizzata la diseccitazione è affidata ad un servo motore che comanda il reostato di campo degli alternatori e, quindi, provoca lo scatto dell'interruttore di macchina.

Semenza: Crede che il sistema in discussione sia stato iniziato in California su linee lunghissime allo scopo di evitare tensioni pericolose dovute a effetti di capacità nell'apertura degli automatici.

Piazzoli: Fa notare che mettendo il relais fra le fasi e il centro, la diseccitazione protegge la macchina anche contro i corti-circuiti interni.

Barbagelata: Dice che ciò si è fatto nelle centrali citate. A proposito di diseccitazione ricorda che su qualche impianto americano si arriva a interrompere per due secondi la corrente di eccitazione degli alternatori, col che si impediscono i guasti. Non ha però notizie precise del sistema.

Rebora: Crede che anche un impianto del Pescara abbia la diseccitazione automatica. Anche così però la conservazione della macchina non è assicurata, perchè la diseccitazione avviene quando gli effetti meccanici si sono già manifestati. Si potranno evitare altri guai dovuti alla permanenza del corto circuito, ma la macchina deve poter sempre resistere agli inconvenienti, specie meccanici, dovuti all'enorme valore transitorio della corrente.

Barbagelata: E d'accordo su tal punto: informa che col sistema adottato a Pont S. Martin la diseccitazione avviene in $4 \div 5$ secondi; il regolatore Brown Boveri installato a Boffetto è invece assai rapido.

Broggi: Fa notare come a proteggere le macchine dai corti circuiti, i relais in genere sieno apparecchi insufficienti, poichè per la loro natura intervengono solo dopo aver ricevuto l'impulso ad intervenire, quando poi non si tarano addirittura con un ritardo di tempo.

Meglio si prestano i regolatori rapidi, come ad esempio il Brown Boveri impiegato dalla Conti sull'impianto di Valdo. Questi offrono il vantaggio di impedire gli eccessi di corrente, mentre i relais provocano le aperture di interruttori sotto correnti intense, con effetti talora disastrosi. Con la moderna tendenza d'avere macchine di forte potenza le correnti per ogni montante di macchina diventano notevoli, ed il problema della loro interruzione sempre più difficile. Meglio perciò attenersi ad apparecchi limitatori di corrente che non ad interruttori. Un terzo modo di proteggersi è dato dalla macchina stessa. Però per tollerare con sicurezza forti corti circuiti, gli alternatori dovrebbero avere potenze in kVA dell'ordine del doppio di quanto normalmente si fa, ciò che rende questa soluzione del problema praticamente impossibile per evidenti ragioni economiche.

Consta che in America si hanno apparecchi che tolgono di colpo l'eccitazione, però in Europa tali apparecchi non sono ancora ben noti. A Crego egli ha provato un dispositivo di due interruttori, di cui uno shuntato da resistenza, e destinati a togliere di colpo la corrente di eccitazione. La taratura di questa resistenza è cosa assai difficile, perchè dipende dalla costante di tempo del circuito induttore dell'alternatore.

A quanto osserva l'ing. Rebora riguardo ai corti circuiti, fa notare che il regolatore automatico rapido si applica di preferenza a macchine con eccitazione coassiale, e che, in caso di corto circuito, la perdita di giri del gruppo ingenera una caduta di tensione nell'eccitatrice, che diminuisce l'intensità del fenomeno. Per questi gruppi il regolatore rapido si rende necessario per mantenere la tensione a limiti tollerabili quando la macchina viene improvvisamente scaricata. Conclude col dire che a suo parere la regolazione rapida sia la migliore protezione per la macchina. Gli interruttori non dovrebbero mai servire come protezione dell'alternatore, ed è del parere che a questo proposito, fra macchina e sbarre non vi debbano essere interruttori muniti di relais. Può citare che alla Conti i maggiori guasti di macchine furono dovute ad erronee aperture di interruttori di macchina sotto carico.

Rebora: Rileva che dalla discussione risulta che gli interruttori non danno la protezione che si richiede loro. Dello stesso parere è **Barbagelata** che preferisce la diseccitazione automatica. L'apertura di interruttori di macchina dà luogo a bruciature negli alternatori. Conviene piuttosto interrompere sull'alta tensione, e non porre interruttori tra macchina e trasformatori per le grandi potenze.

Rebora: Riafferma che dalla discussione risulta che nei riguardi della macchina il meglio consiste nel non porre interruttore automatico sulla macchina stessa che deve in ogni caso poter sopportare il corto circuito.

Semenza: Fa notare che da quanto fu detto da qualche oratore si potrebbe ritenere che a questo scopo occorrerebbero macchine di potenza doppia della necessaria. Ciò non è necessario quando l'alternatore presenti una forte caduta di tensione. Mentre una volta si esigeva una piccola caduta, ora si tende ad averla molto forte. Sarebbe interessante determinare se i valori attuali di questa caduta sono realmente quelli giusti, e quali precauzioni si devono prendere per quelle macchine che non hanno cadute sufficienti. Ultimamente a Parigi si affermava che il valore attuale della caduta di tensione andava ulteriormente aumentato. Si rivolge ai costruttori presenti per sentire la loro opinione.

Locatelli: Premette di non essere costruttore. Sua opinione è che una volta si usavano piccole cadute di tensione perchè la regolazione si faceva a mano e quindi risultava assai lenta rispetto al fenomeno elettrico. L'automatico è molto più veloce e permette una buona regolarità anche con cadute di tensione molto forti. Dato questo, crede che convenga una notevole caduta di tensione per evitare guai maggiori. Se il valore attualmente usato sia quello giusto non lo può affermare. Sa però che le macchine di cui dispone gli hanno sempre dato, sotto questo punto di vista, buoni risultati.

Barbagelata: Dice che oggi si arriva a cadute dal 48 al 50 % a $\cos \varphi 0,8$ e si rende quasi indispensabile il regolatore automatico; occorre in questo caso che tutte le Centrali in parallelo abbiano regolatori automatici dello stesso tipo, altrimenti si hanno forti correnti di circolazione. La forte reattanza interna dei moderni alternatori, tende però a limitare queste correnti di circolazione.

Semenza: Nota che anche i difetti indicati si potrebbero evitare con una maggiore collaborazione fra le varie Centrali. Gradirebbe una discussione sulle reattanze messe in serie sulle macchine e sulle linee, sull'influenza delle linee aeree collegate direttamente coll'alternatore.

Rebora: Dice che richiedendosi ora una caduta di tensione molto più forte di una volta bisogna far assegnamento sul regolatore automatico. In caso di scarico istantaneo le macchine coll'eccitatrice direttamente accoppiata accentuano l'inconveniente dello scarto di tensione. Bisogna essere molto pronti per non avere sovratensioni fortissime. Nei piccoli impianti dove non vi sono regolatori automatici, e la sorveglianza è poca, per non avere oscillazioni nel servizio occorre tenere ancora una piccola caduta di tensione, ed in ciò differiscono le piccole macchine dalle grandi per le quali invece una forte caduta è necessaria.

Semenza: Chiede se non convenga la regolazione automatica anche per le piccole centrali.

Rebora: Afferma che ciò non conviene perchè nelle piccole centrali è sempre necessaria la presenza di almeno un uomo. L'installazione di un automatico renderebbe costoso ed inutilmente complicato l'impianto. Per macchine modeste crede che convenga ancora attenersi ad una caduta dell'8 al 9 % per $\cos \varphi = 1$ e del 16-20 % per $\cos \varphi = 0,8$.

Barbagelata: Ritene invece che il regolatore automatico sia utile anche nelle piccole centrali dato che un solo uomo non può sorvegliare macchine e tensione contemporaneamente. Ricorda che esistono oggi regolatori automatici relativamente economici, e che il risparmio sul personale permette di ammortizzare in poco tempo la spesa per il regolatore.

Semenza: Dà la parola all'ing. Campos perchè legga una sua nota sull'influenza dei trasformatori di misura nei guasti delle centrali.

L'ing. Campos legge la nota che verrà pubblicata integralmente sull'*Elettrotecnica*.

Semenza: Ringrazia l'ing. Campos per l'interessante comunicazione e rinvia la discussione alla seduta seguente data la notevole importanza dell'argomento.

* *

SEZIONE DI TORINO

Riunione del 20 marzo 1923

Ordine del giorno:

Comunicazione dell'ing. Dott. *Ilario Franco* e discussione sul tema: «La riforma delle leggi sulla elettricità e particolarmente sull'elettrodotto».

L'ing. *Soleri* apre la seduta sull'argomento all'ordine del giorno rilevando l'opportunità di una completa e radicale riforma delle leggi sulla elettricità attualmente vigenti, le quali, essendo stabilite in epoche in cui le applicazioni dell'energia elettrica erano ben lontane dall'odierno sviluppo, risultano ora insufficienti.

Richiama le vecchie norme legislative sulle derivazioni idrauliche e sulla servitù di elettrodotto ed i vari decreti sopravvenuti nel periodo bellico e post-bellico per disciplinare le tariffe, e ricorda il progetto di legge che tende alla statizzazione dell'energia elettrica colla costituzione di una Azienda Autonoma del Demanio Elettrico.

Del riordinamento e della riforma di tale legislazione venne dal Governo incaricata una speciale Commissione, della quale l'ing. *Soleri* fa parte, e che ha recentemente presentato al ministro un nuovo completo schema di legge. Di esso l'ing. *Soleri* espone i criteri informativi e le principali disposizioni, esprimendo il desiderio che gli autorevoli colleghi dell'Associazione portino il loro contributo di osservazioni e di discussioni sull'importante argomento.

Prende quindi la parola il Dott. ing. *Ilario Franco* che passa in rapida rassegna le diverse fasi per cui è trascorsa la legislazione elettrica. Ricorda anzitutto le principali disposizioni contenute nella legge del 1884 sulle derivazioni di acque pubbliche e le modificazioni portate in seguito dal decreto Bonomi, secondo il quale le acque diventavano un bene demaniale ed è stabilita per gli impianti elettrici la dichiarazione di pubblica utilità.

Passando a trattare la questione della servitù di elettrodotto, esamina la legge del 1894, il relativo regolamento del 1895 e le modifiche ed aggiunte ad essa portate dai decreti successivi, rilevandone le manchevolezze ed i difetti che hanno dato luogo spesso a sentenze contraddittorie. Ricorda infine i decreti relativi alle sovvenzioni da accordarsi ai nuovi impianti e quelli di natura fiscale relativi alla tassazione dell'energia elettrica ed agli aumenti delle tariffe di vendita stabilite nel periodo post-bellico.

Conclude anch'egli sulla necessità di riformare ed unificare l'at-

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La XXVIII Riunione dell'A. E. I. a Venezia.

Il Consiglio Generale, nella recente riunione tenuta a Milano, accogliendo il caloroso e gradito invito della Sezione Veneta, ha definitivamente stabilito che la prossima Riunione Annuale (la 28ª nella vita sociale) si terrà quest'autunno a Venezia. Erano moltissimi anni che i consoci non avevano occasione di riunirsi nella regina dell'Adriatico, cosicchè la decisione sarà accolta col più generale favore. Nulla è ancora stabilito per la data, ma assai probabilmente, come già l'anno scorso, la riunione si svolgerà fra la fine di settembre ed il principio di ottobre. Almeno quattro o cinque giorni saranno interamente dedicati ai lavori del Congresso; seguiranno alcune visite tecniche di grandissimo interesse fra le quali una gita ai nuovi impianti del Lago di Santa Croce e di Fadalto che, come è noto, costituiscono uno dei più grandiosi gruppi di impianti elettrici italiani. Di essi è in preparazione una ampia descrizione che speriamo di poter pubblicare prima della riunione.

Per la parte tecnica del congresso, dedicato alle applicazioni dell'energia elettrica, si può essere certi a priori, in base all'esperienza del passato, che i lavori e gli argomenti messi in discussione saranno più che numerosi; ma noi dobbiamo insistere ancora e sempre, (fino alla sazietà!) perchè i volenterosi Colleghi si affrettino a preparare ed inviare i loro contributi in modo da rendere possibile una ordinata e completa pubblicazione preventiva. Dopo il bellissimo esito dell'ultimo Congresso nei riguardi dello sviluppo e dell'importanza delle discussioni, è necessario che la XXVIIIª riunione segni un nuovo indiscutibile progresso sulla stessa via.

Il problema finanziario dei nuovi impianti elettrici.

Dopo la memoria dell'Ingegnere Civita e la nota collaterale dell'Ingegnere Durando, pubblichiamo oggi la comunicazione del Professor REVESSI con la quale è continuata, alla Sezione di Roma, la discussione su questo argomento così vitale per l'avvenire dell'industria elettrica italiana. Il Revessi avanza delle proposte concrete abbastanza radicali per risolvere il problema. Egli vorrebbe, in primo luogo, che il servizio di trasmissione dell'energia elettrica fosse nettamente separato sia dalla produzione che dalla distribuzione dell'energia stessa. Come per tutte le altre merci e derrate fra il produttore ed il consumatore si trovano le ferrovie e gli altri mezzi di trasporto gestiti in completa indipendenza, così vorrebbe il Revessi che fra le centrali e le società di distribuzione vi fosse una grande rete di trasmissione (statale o privata, non importa, purchè gestita con criteri uniformi), la quale raccogliesse l'energia prodotta dalle prime e la cedesse alle seconde. Si ovvierebbe così, secondo il Revessi al duplice pericolo dell'intervento statale o del regime di monopolio delle grandi società.

La seconda proposta, che fu già da altri avanzata, riguarda la istituzione di una piccola tassa su tutti i kWh venduti, destinata a raccogliere i fondi per sovvenzionare i nuovi impianti più meritevoli. Tali fondi dovrebbero essere amministrati da un apposito ente, evitando le pastoie delle amministrazioni statali.

Sulla questione abbiamo già ricevuto lettere che pubblicheremo nel prossimo numero, augurando che la discussione si sviluppi degna dell'importanza dell'argomento.

Una nuova teoria per le turbine idrauliche.

Additiamo ai colleghi particolarmente competenti l'interessante tentativo presentato dall'Ing. PROSCIUTTO in una sua Comunicazione alla Sezione di Bologna. Riferendosi alle leggi fondamentali della idrodinamica, il Prosciutto si propone di stabilire una teoria ed un procedimento di calcolo per le turbine idrauliche a grande portata, più vicina alla realtà fisica del fenomeno, cercando di meglio individuare il percorso dei singoli fletti liquidi nel loro tortuoso cammino attraverso il distributore e la ruota mobile. La pubblicazione oggi iniziata sarà completata nel prossimo fascicolo.

LA REDAZIONE.

FONDAMENTI DI UNA NUOVA TEORIA IDRODINAMICA DELLE TURBINE IDRAULICHE

Ing. ARISTIDE PROSCIUTTO



:: :: Comunicazione ai Soci della Sezione di Bologna :: ::

1. — *Generalità.* — I metodi tuttora praticamente applicati per il progetto ed il calcolo delle moderne turbine idrauliche sono basati sul concetto che alle correnti fluide scorrenti fra le pale della turbina si possa applicare l'equazione generalizzata del moto di una particella lungo la propria traiettoria, come se si trattasse di canali di sezione infinitesima. Perchè ciò fosse esatto bisognerebbe che in ogni sezione del canale, o almeno in quella di ingresso e in quella di scarico, la pressione e la velocità fossero costanti per tutti i fletti. In realtà ciò non è, e perciò le velocità e le pressioni che si introducono nei calcoli vanno considerati come valori medi fra quelli che si hanno nei vari punti delle sezioni che si considerano.

I risultati che in questo modo si ottengono saranno evidentemente tanto più attendibili e prossimi al vero quanto più piccole saranno le dimensioni delle sezioni dei detti canali, in confronto alla lunghezza e al raggio di curvatura dei canali medesimi, ossia in confronto alle dimensioni globali della turbina.

Si comprende che a questo riguardo non tutti i tipi di turbine si trovano nelle stesse condizioni. Infatti si sa che nel caso di alte cadute e piccole portate (oppure anche di cadute e portate medie, ma sfruttate con piccole velocità angolari) le sezioni dei canali formati dalle pale assumono dimensioni meridiane (cioè nella direzione dei piani assiali) piccole, l'efflusso è quasi totalmente radiale centripeto e le pale hanno forma abbastanza semplice: la teoria ordinaria può allora ritenersi sufficiente. Nel caso invece di turbine per piccole cadute e grandi portate o per elevate velocità angolari le dimensioni meridiane risultano molto grandi, lo scarico è misto fra assiale e radiale, e le pale hanno necessariamente forma complessa: in tal caso, che nelle applicazioni odierne è il più frequente, la teoria ordinaria dà luogo a incertezze e perciò lascia alquanto a desiderare.

Per ottenere risultati più approssimati si usa in pratica di suddividere idealmente i canali in altri di minori dimensioni, tracciando a tal uopo la proiezione meridiana di alcuni fletti. Ma questo tracciamento si fa di solito ammettendo che la velocità sia costante in tutti i punti di ciascuna sezione normale, senza tener conto che, per essere i fletti curvilinei, la pressione, e per conseguenza anche la velocità, debbono invece necessariamente variare. Diversi autori hanno mostrato secondo quale legge varia la velocità in relazione alla curvatura dei fletti ed hanno indicato altri procedimenti per il loro tracciamento: tuttavia la questione non può dirsi pienamente risolta perchè queste considerazioni teoriche sono per lo più basate su ipotesi inadeguate o non tengono conto in modo sufficiente dell'influenza esercitata dalla forma (indeterminata) delle pale.

L'ipotesi della simmetria rispetto all'asse, permettendo alcune semplificazioni nelle equazioni generali, è stata presa da alcuni autori come punto di partenza per studi notevoli sull'argomento. Il Lorenz nella sua teoria delle turbine, per non rinunciare ai vantaggi che presenta l'ipotesi della simmetria, assimila l'azione esercitata dalle pale sulla corrente all'azione di un campo di forze continuo e simmetrico rispetto all'asse, e supponendo trascurabile lo spessore delle pale, prescinde dalla discontinuità creata dalle pale medesime (1). Questo

(1) H. Lorenz. Neue Theorie und Konstruktion der Kreiselräder, 1911.

artificio, che per la sua ardittezza ha dato luogo a molte discussioni e controversie, ha permesso al Lorenz e a i suoi seguaci di dedurre risultati interessanti e notevoli. Tuttavia occorre andar cauti nell'interpretazione e nella pratica utilizzazione di questi risultati, poichè l'ipotesi fondamentale sposta sensibilmente la questione trasportandola in un campo astratto che troppo si discosta dal reale. Così per esempio l'ipotesi del Lorenz porta come conseguenza che, se c'è lavoro trasmesso alla turbina, il moto è necessariamente rotazionale: ora, se si tiene presente il noto teorema di Lagrange, si vede che deve trattarsi di un vortice fittizio, dovuto appunto al campo di forze ideali introdotto in sostituzione delle pale.

In realtà la corrente non si muove in un campo di forze (astrazione fatta da quello della gravità) ma semplicemente in una serie di canali a pareti mobili (le pale) sulle cui superfici si sviluppano delle reazioni tali da determinare la trasmissione di lavoro dal fluido alla turbina. Inoltre, se il lavoro non è nullo, il moto non può più essere simmetrico, pur potendo essere ancora irrotazionale. Infine sembra a noi che non si possa in alcun modo fare astrazione dalla discontinuità creata dalle pale, anche se si immagina che queste siano in numero infinito e di spessore evanescente.

Osservazioni analoghe potrebbero farsi sugli studi del Kaplan ⁽²⁾, il quale, pur ragionando in modo diverso, viene sostanzialmente a porre la questione sullo stesso terreno di quello della teoria del Lorenz e giunge infatti a risultati conformi.

Per queste ragioni, e in considerazione anche dei risultati annunciati da vari sperimentatori, riteniamo che, per far compiere qualche altro progresso alla teoria delle turbine, sia giunto il momento di abbandonare le ipotesi fondamentali della teoria del Lorenz, per ritornare alle origini. Vediamo dunque quali saranno le basi della nuova teoria.

2. — *Basi della nuova teoria delle turbine.* — La teoria che esporremo è basata unicamente sulle equazioni generali dell'idrodinamica scritte per il moto relativo. I risultati ottenuti si devono, in gran parte, all'uso delle coordinate cilindriche unitamente a un sistema particolare di coordinate curvilinee: quanto al metodo, si è cercato di interpretare e di sfruttare le equazioni del moto (in generale non integrabili) pur lasciandole nella loro forma differenziale e servendosi, nell'applicazione, di metodi grafici.

La nuova teoria mira principalmente a determinare l'influenza di due elementi che non sono adeguatamente considerati nella teoria ordinaria, e cioè: le variazioni della velocità da un punto all'altro di una sezione normale ai filetti, e lo spessore finito e non costante delle pale.

Anche nella nuova teoria si è fatta astrazione dagli attriti, pur non escludendo che ciò possa essere oggetto di ulteriori studi, secondo il principio logico che si debba sempre procedere dal più semplice al più complesso. A questo proposito osserviamo che certamente gli attriti hanno una sensibile influenza sul funzionamento della turbina, poichè ad essi sono in fondo da imputarsi tutte le perdite di lavoro (15 ÷ 20 %) che si riscontrano sperimentalmente; ma una parte non piccola di tali perdite è dovuta all'imperfetto ricupero della velocità di scarico nel tubo di aspirazione, e di questa è possibile tener conto riducendo convenientemente l'altezza di caduta disponibile; nulla vieta poi, per il resto, di introdurre coefficienti riduttori, come si fa nella pratica corrente. Crediamo dunque che l'aver trascurato gli attriti non diminuisca notevolmente il valore, anche pratico, dei risultati ottenuti.

3. — *Moto dell'acqua attraverso al distributore.* — Il distributore delle turbine idrauliche moderne è sempre quello radiale centripeto delle turbine Francis. In esso le superfici delle pale sono di forma cilindrica con generatrici parallele all'asse di rotazione, poichè ordinariamente si ammette che ivi il moto dell'acqua sia perfettamente piano, cioè con velocità e traiettorie giacenti in piani normali all'asse. Questa condizione però non si verifica sempre in modo esatto, perchè dovendo lo scarico avvenire in direzione assiale, i filetti liquidi cominciano ad incurvarsi verso questa direzione già prima dell'entrata nella girante e talvolta anche prima del distributore: ne consegue che la velocità e la pressione varieranno da punto a punto di una stessa retta parallela all'asse, e perciò il moto attraverso al distributore non può essere piano.

Le pale del distributore non dovrebbero dunque, almeno in molti casi, avere forma precisamente cilindrica, e quindi richiederebbero uno studio più profondo di quello che si fa ordinariamente. Ma poichè tale studio può svolgersi come caso particolare di un altro più complesso che dovremo trattare in seguito, e cioè di quello relativo alle pale della girante, noi per ora non ce ne occuperemo: ci basterà in-

tanto di ammettere che il distributore sia costruito in modo da soddisfare a condizioni particolari che ora preciseremo.

Nel passaggio attraverso il distributore la corrente liquida subisce complessivamente una diminuzione di pressione e un aumento di velocità; inoltre, mentre all'entrata la velocità è generalmente diretta secondo il raggio, all'uscita essa ha anche una componente in direzione periferica, destinata appunto ad imprimere alla turbina il moto di rotazione. Ma nelle turbine moderne fra il distributore *D* e la girante *G* è interposto uno spazio *I* (fig. 1), limitato da superfici di

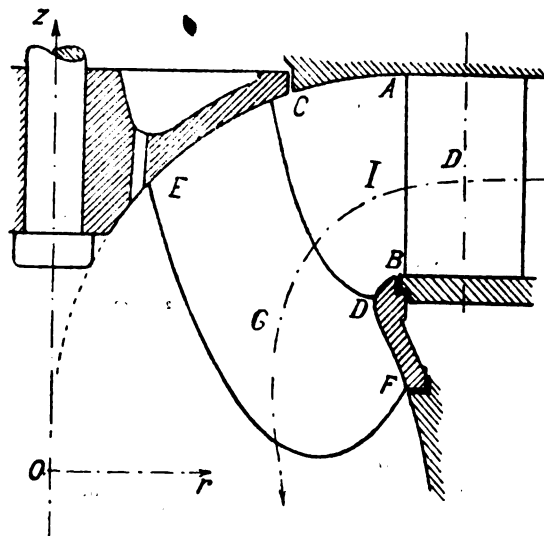


Fig. 1.

rivoluzione, spesse volte molto ampio, poichè l'esperienza ha dimostrato che ciò non nuoce al rendimento. Orbene noi ammetteremo fin d'ora che il distributore sia costruito in modo da permettere che in tale spazio la corrente assuma un movimento perfettamente simmetrico rispetto all'asse ⁽³⁾.

Se attraverso al distributore si avesse un moto piano, il tipo ordinario a pale cilindriche soddisferebbe evidentemente a questa condizione. Ad ogni modo basterà che la simmetria sia verificata in corrispondenza alla sezione di uscita dal distributore, chè essa si manterrà naturalmente in tutto lo spazio *I*.

Veniamo ora a studiare i caratteri di un tal moto simmetrico rispetto all'asse.

4. — *Moto in uno spazio cavo di rivoluzione.* — Si tratta come si è detto, dello spazio *I* fra distributore e girante, ma ciò che diremo sarebbe applicabile anche ad altri casi, come per esempio al moto dell'acqua nel tubo di aspirazione. È un problema già studiato e risolto da diversi autori (Lorenz, Prasil); ma di questi studi noi richiameremo e utilizzeremo soltanto quei pochi risultati generali che non pongono nessuna nuova limitazione al problema; non faremo cioè nessuna ipotesi particolare sulla forma delle superfici di rivoluzione che limitano lo spazio di cui ci occupiamo.

Data la natura del problema è evidente la convenienza di adottare un sistema di coordinate cilindriche con l'asse *z* coincidente coll'asse di rotazione della turbina, che supporremo sempre verticale. Le coordinate di un punto generico *M* sono allora la quota o ordinata *z* (su un piano orizzontale di riferimento) il raggio vettore *r* e l'angolo polare φ (a partire da un piano assiale, pure di riferimento). Indichiamo con ρ , *p*, *C_r*, *C_u*, *C_z*, rispettivamente la densità, la pressione e le componenti radiale, periferica o tangenziale, e assiale della velocità *C* nel punto *M*. Le equazioni generali del moto sono allora ⁽⁴⁾:

$$\begin{aligned} -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \varphi}{\partial r} &= \frac{d C_r}{dt} - \frac{C_u^2}{r} \\ -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{r \partial \varphi} &= \frac{d C_u}{dt} + \frac{C_u C_r}{r} = \frac{1}{r} \frac{d(C_u r)}{dt} \\ -g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} &= \frac{d C_z}{dt} \end{aligned} \quad (1)$$

In queste equazioni i secondi membri non sono altro che le componenti radiale, periferica e assiale dell'accelerazione nel punto *M*, e *g* è l'accelerazione della gravità.

⁽²⁾ Parlando di simmetria intendiamo sempre dire che tutte le grandezze (velocità, pressione, ecc.) assumono uguali valori in tutti i punti di qualsiasi circonferenza tracciata su un piano normale dell'asse e col centro sull'asse.

⁽⁴⁾ V. per es. Lorenz, op. cit.

⁽²⁾ Zeit. f. d. g. Turbinenwesen, 1912.

Poichè si è ammesso che il moto sia simmetrico rispetto all'asse avremo $\frac{\partial p}{r \partial \varphi} = 0$ e quindi:

$$\frac{d(C_u r)}{dt} = 0. \quad (2)$$

Se allora, come nuova condizione imposta al distributore, ammettiamo che nella sezione di sbocco del medesimo si abbia:

$$C_u r = \text{cost.} \quad (3)$$

avremo che questo prodotto (momento del vettore velocità rispetto all'asse) si manterrà costante anche in tutti i punti dello spazio I .

Il Pràsil ha mostrato che la (3) è anche la condizione che deve essere soddisfatta affinché il moto (simmetrico) sia irrotazionale (*). D'altra parte il moto non può non essere irrotazionale, per il noto teorema di Lagrange, se si fa astrazione dagli attriti e si ammette che le particelle siano inizialmente (cioè nella vasca di carico) in quiete.

Ciò posto, in virtù della simmetria il problema è ricondotto alle due dimensioni. Prendiamo allora in considerazione la velocità meridiana C_m (componente secondo il piano assiale) per la quale si ha:

$$C_m^2 = C_r^2 + C_z^2 \quad C^2 = C_m^2 + C_u^2.$$

Per essere il moto irrotazionale abbiamo anche:

$$\frac{\partial C_r}{\partial z} = \frac{\partial C_z}{\partial r}$$

ossia il vettore C_m (considerato come funzione di r e z soltanto, cioè come funzione dei punti del piano assiale) ammette esso stesso una funzione potenziale S , talchè:

$$C_r = \frac{\partial S}{\partial r} \quad C_z = \frac{\partial S}{\partial z}.$$

Immaginiamo ora di tracciare su un piano assiale le proiezioni di una serie di fletti fluidi; queste linee, che indicheremo con s_1 si potranno intendere come linee di corrente del vettore C_m . Tracciamo poi una serie di linee di livello n_1 , definite dall'equazione:

$$S = \text{cost.}$$

che sono in ogni punto perpendicolari alle linee di corrente (fig. 2).

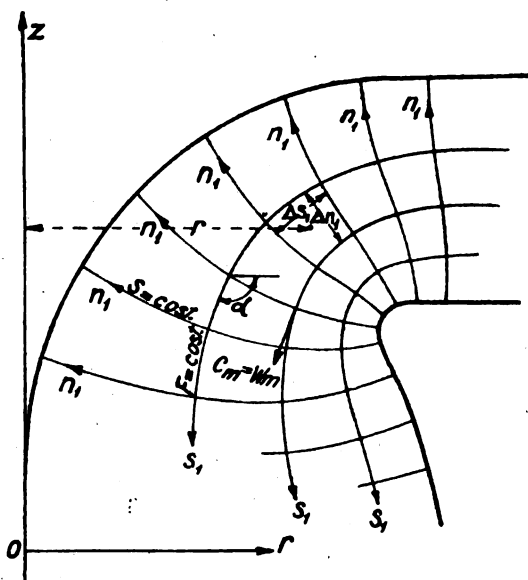


Fig. 2.

Dall'insieme di queste due famiglie di curve il piano resta diviso in elementi (rettangolari al limite) di dimensioni Δs_1 e Δn_1 .

Per proprietà note delle funzioni potenziali si ha:

$$\frac{\partial S}{\partial s_1} = C_m$$

e quindi, lungo una linea di livello:

$$C_m \Delta s_1 = \Delta S = \text{cost.} \quad (4)$$

essendo ΔS la differenza fra il valore di S che compete alla linea di livello che si considera a quello relativo alla linea successiva.

Se allora, nel formare la rete di linee s_1 ed n_1 si ha l'avverten-

za di scegliere delle linee di livello tali che i valori di S differiscano sempre, dall'una alla successiva, della stessa quantità costante ΔS , avremo che la (4) sarà verificata non solo lungo una linea di livello, ma in tutti i punti dello spazio che consideriamo.

Supponiamo inoltre che linee di corrente siano state tracciate in modo che le superfici di rivoluzione da esse definite dividano la corrente totale in vene di uguale portata ΔQ . Sarà evidentemente:

$$\Delta Q = C_m \cdot 2\pi r \Delta n_1$$

e quindi eliminando C_m fra questa e la (4):

$$\frac{\Delta Q}{2\pi} \frac{\Delta s_1}{r \Delta n_1} = \text{cost.}$$

ossia, essendo ΔQ costante:

$$\frac{\Delta s_1}{r \Delta n_1} = \text{cost.} \quad (5)$$

Se dunque, data la sezione meridiana della turbina, noi tracciamo nella regione compresa fra distributore e girante, due famiglie di curve ortogonali tali da soddisfare la (5), (e a ciò si riesce in pratica, con qualche tentativo) queste curve saranno le linee di corrente e le linee di livello del vettore C_m e avremo così determinato l'andamento della corrente fluida nello spazio considerato. Infatti per mezzo della (4) e della (3) si potranno allora determinare i valori di C_m e di C_u in ogni punto, noti che siano i valori relativi alla sezione di sbocco del distributore.

La relazione (5) è stata indicata da vari autori, i quali però, ammettendola anche per il moto fra le pale della girante, ne hanno dato dimostrazioni varie, non sempre rigorose. E da tener presente invece che essa vale soltanto per il moto simmetrico e irrotazionale in un corpo cavo di rivoluzione; e soltanto sotto determinate condizioni essa può essere applicata, come vedremo, anche al moto attraverso la girante.

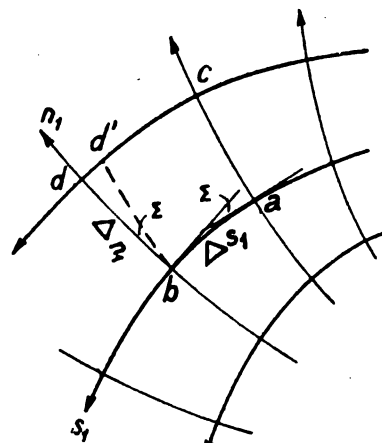


Fig. 3.

In alcuni casi speciali, e cioè quando le superfici di rivoluzione (mozzo e corona) che limitano lo spazio in cui si svolge la corrente hanno forme semplici esprimibili con particolari equazioni algebriche, è possibile ottenere l'equazione in forma finita dei fletti e l'espressione analitica di C_r e C_z in funzione di r e z . Questi casi sono stati studiati dal Pràsil e dal Lorenz. A questo proposito giova osservare che non esiste nessuna ragione speciale per la quale dette forme di superfici algebriche debbano essere praticamente più convenienti di altre, poichè il moto irrotazionale può, teoricamente, avvenire in un corpo cavo di rivoluzione di forma qualunque: soltanto mettendo in conto gli attriti e le resistenze passive si potrebbe forse giungere a determinare per via teorica la forma di superficie più conveniente.

È utile vedere come la (4) e la (5) siano legate a un'altra formula nota, relativa al moto curvilineo.

Deriviamo la (4) nella direzione delle linee di livello (*); abbiamo:

$$\frac{\partial}{\partial n_1} (C_m \Delta s_1) = 0$$

ossia sviluppando:

$$\frac{\partial C_m}{\partial n_1} \Delta s_1 + C_m \frac{\partial \Delta s_1}{\partial n_1} = 0. \quad (4')$$

(*) Assumiamo come direzione positiva della linea s_1 quella secondo cui avviene il moto dell'acqua; per la linea n_1 assumiamo come direzione positiva quella rivolta a destra di chi percorre le s_1 nel senso del moto (freccia della fig. 3).

(*) Schw. Bauzeitung, 1903.

Ma la fig. 3 mostra chiaramente il significato del termine $\frac{\partial \Delta s_1}{\partial n_1}$; infatti facendo $\overline{b'd'}$ parallelo (al limite) ad $\overline{ac}$ (e quindi $\overline{ab} = \overline{cd'}$) si ha:

$$\frac{\partial \Delta s_1}{\partial n_1} = \frac{\overline{cd} - \overline{ab}}{\overline{bd}} = \frac{\overline{d'd'}}{\overline{bd}} = \varepsilon$$

avendo indicato con ε l'angolo $\overline{dbd'}$. D'altra parte se indichiamo con σ_1 la curvatura della linea s_1 nel tratto $\overline{ab}$ si ha anche (⁷):

$$-\sigma_1 \Delta s_1 = -\sigma_1 \overline{ab} = \varepsilon$$

quindi:

$$\frac{\partial \Delta s_1}{\partial n} = -\sigma_1 \Delta s_1.$$

La (4') allora diventa:

$$\frac{\partial C_m}{\partial n_1} = C_m \sigma_1. \quad (6)$$

Questa formula, che mette in relazione la variazione della velocità meridiana lungo le linee di livello con la curvatura delle linee di corrente, potrebbe anche dedursi direttamente dal sistema (1). Essa è un caso particolare di una relazione che dimostreremo più oltre.

È molto importante notare che la (5) e la (6) valgono qualunque sia il valore del prodotto costante $C_u r$: ciò significa che l'andamento e la forma delle linee di corrente sono indipendenti dal valore della componente di rotazione. In particolare le linee di corrente assumono lo stesso svolgimento anche nel caso di $C_u = 0$ (moto senza componente di rotazione).

5. — *Moto fra le pale della girante. - Equazioni generali.* — A causa dell'azione esercitata dalle pale mobili il moto dell'acqua attraverso la girante cessa di essere permanente e simmetrico rispetto all'asse. Tutte le variabili dinamiche e fisiche oltre che dipendere da r e z variano anche coll'angolo polare φ e col tempo t .

Convien allora riferire il moto a un sistema di coordinate cilindriche ruotante insieme con la turbina, poichè in questo modo scompare la dipendenza da t , potendosi ritenere che rispetto a un tale sistema il moto dell'acqua, pur non essendo simmetrico sia ancora permanente.

Indichiamo allora con r', φ', z' il raggio vettore, l'angolo polare e l'ordinata nel nuovo sistema di coordinate ruotanti. Se ω è la velocità angolare costante con cui ruota la turbina, si potrà scrivere:

$$\begin{aligned} r &= r' \\ \varphi &= \varphi' + \omega t \\ z &= z' \end{aligned}$$

nell'ipotesi che al tempo $t = 0$ il sistema mobile coincida con quello fisso. Indicando con W_r, W_u, W_z le componenti della velocità relativa W avremo inoltre:

$$\begin{aligned} C_r &= W_r \\ C_u &= W_u + \omega r \\ C_z &= W_z \\ W_m^2 &= W_r^2 + W_z^2 = C_m^2 \end{aligned} \quad (7)$$

Siccome d'ora innanzi ci riferiremo sempre al sistema di coordinate ruotante, sottintenderemo gli indici e per semplicità scriveremo sempre r, φ, z in luogo di r', φ', z' .

Le equazioni generali del moto (1) allora diventano:

$$\begin{aligned} -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} &= \frac{d W_r}{dt} - \frac{W_u^2}{r} - r \omega^2 - 2 \omega W_u \\ -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{r \partial \varphi} &= \frac{d W_u}{dt} + \frac{W_u W_r}{r} + 2 \omega W_r \\ -g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} &= \frac{d W_z}{dt} \end{aligned} \quad (8)$$

Naturalmente, poichè si tratta di moto relativo, in queste equazioni, oltre ai termini che rappresentano le componenti dell'accelerazione relativa

$$\frac{d W_r}{dt} - \frac{W_u^2}{r}, \quad \frac{d W_u}{dt} + \frac{W_u W_r}{r}, \quad \frac{d W_z}{dt},$$

compaiono anche le componenti dell'accelerazione di trascinamento (accelerazione centripeta relativa al moto di rotazione della turbina):

$$-r \omega^2, \quad 0, \quad 0,$$

(⁷) La curvatura delle s_1 la consideriamo positiva quando la concavità è a destra di chi percorre le linee stesse nel senso positivo. Nel caso della fig. 3 la σ_1 è negativa.

e le componenti dell'accelerazione complementare o di Coriolis:

$$-2 \omega W_u, \quad +2 \omega W_r, \quad 0.$$

Moltiplicando le tre equazioni (8) rispettivamente per le componenti dello spostamento relativo elementare

$$dr = W_r dt, \quad r d\varphi = W_u dt, \quad dz = W_z dt$$

e sommando si ottiene, come è noto, l'equazione:

$$\frac{W d W}{g} - \frac{\omega^2 r dr}{g} + \frac{dp}{\rho g} + dz = 0 \quad (9)$$

ossia:

$$\frac{W^2}{2g} - \frac{\omega^2 r^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} + z = \text{cost.} \quad (9')$$

valevole per il moto di una particella lungo la traiettoria relativa.

La costante dell'equazione (9') può variare, in generale, da un filetto all'altro, ma nel caso che ci interessa (che è quello di un moto senza attrito partente dalla quiete) essa sarà invece la stessa per tutti i filetti; cioè il primo membro della (9') è costante *in tutta la massa*.

Per mezzo delle (7) la (9') si trasforma facilmente nella seguente:

$$\frac{C^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} + z - \frac{\omega}{g} C_u r = \text{cost.} \quad (10)$$

D'altra parte l'energia trasmessa alla girante deve corrispondere alla diminuzione di energia totale e anche (per unità di peso di liquido) all'altezza di caduta utile H_u . Perciò, indicando cogli indici 1 e 2 i valori relativi all'entrata e all'uscita dalla girante, si ha:

$$L = H_u = \left(\frac{C_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 \right) - \left(\frac{C_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 \right) \quad (11)$$

od anche, in virtù della (10):

$$L = H_u = \frac{\omega}{g} (C_{u1} r_1 - C_{u2} r_2). \quad (11')$$

Queste ben note relazioni sono le equazioni fondamentali della teoria ordinaria.

6. — *Equazione generale di una falda.* — Mentre la teoria ordinaria si limita a considerare il moto lungo un filetto (entità con una sola dimensione finita), vogliamo ora studiare il caso di una *falda* liquida con due dimensioni finite ed una infinitesima. Noi immagineremo dunque di dividere la corrente che scorre fra due pale consecutive della girante in tante falde elementari con andamento pressochè parallelo alla superficie delle pale medesime.

Con maggior precisione possiamo definire coteste falde nel modo seguente. Gli spigoli d'ingresso delle pale giacciono tutti su una superficie di rivoluzione avente per generatrice la linea CD (fig. 1) che è appunto la proiezione meridiana di detti spigoli. Ammesso che su questa superficie di rivoluzione regni ancora la simmetria, pensiamo tracciate su di essa tante curve identiche allo spigolo della pala, come a rappresentare le varie posizioni che questo va ad occupare quando la turbina ruota; i filetti liquidi (traiettorie relative) passanti per i punti di queste curve generano allora delle superfici, per mezzo delle quali la corrente resta divisa in parti elementari, che appunto costituiscono le *falde* di cui vogliamo trattare.

Evidentemente, se fosse verificata ovunque la perfetta simmetria del moto, le falde sarebbero tutte eguali e di forma identica alla superficie delle pale; ma ciò non avverrà nella turbina reale, nella quale noteremo invece una graduale variazione di tutte le variabili, nel passare da una falda alla successiva. Particolarmente diverse saranno le due falde estreme, che lambiscono l'una il fronte di una pala e l'altra il dorso della pala seguente.

Nello studio del moto di una falda ci sarà particolarmente utile riferirci costantemente alla proiezione meridiana della falda medesima.

Indichiamo genericamente con s i filetti liquidi di cui è costituita la falda determinata che consideriamo, e con s_1 le proiezioni meridiane di questi. Nel piano assiale su cui si fa la proiezione tracciamo poi le linee n_1 normali in ogni punto alle s_1 . Le superfici di rivoluzione aventi per generatrici le s_1 e le n_1 intersecano allora la superficie della falda, le une secondo i filetti s , le altre secondo altre curve che indicheremo con n . Le linee s ed n così definite costituiscono dunque due famiglie di curve giacenti sulla falda, le quali in generale non si tagliano ad angolo retto, ma si proiettano sui piani assiali in altre due famiglie di curve piane (s_1, n_1) ortogonali.

Indichiamo con γ e θ rispettivamente gli angoli d'inclinazione con cui le linee s ed n tagliamo i piani assiali. Avremo:

$$\begin{aligned} ds_1 &= ds \cos \gamma \\ dn_1 &= dn \cos \theta \\ W_m &= W \cos \gamma \end{aligned} \quad (12)$$

Poichè ad ogni punto della falda ne corrisponde univocamente un altro sulla proiezione meridiana, è ovvio che tutte le funzioni dei punti della falda possono anche considerarsi come funzioni dei punti della proiezione meridiana, così che le variazioni di una funzione generica f lungo le linee s o n potranno essere riferite, invece che agli elementi ds , dn di dette linee, agli elementi ds_1 , dn_1 , delle loro proiezioni.

Avremo allora, intendendo le derivate rapporto ad s_1 e n_1 come prese lungo le linee s ed n , nel senso ora definito (*):

$$\begin{aligned}\frac{\partial f}{\partial s} &= \frac{\partial f}{\partial s_1} \cos \gamma \\ \frac{\partial f}{\partial n} &= \frac{\partial f}{\partial n_1} \cos \theta.\end{aligned}\quad (13)$$

In particolare, intendendo che la superficie della falda sia definita da una relazione che metta p in funzione dei punti della proiezione meridiana, si avrà:

$$\begin{aligned}\frac{r \partial p}{\partial s_1} &= \frac{W_u}{W_m} = \operatorname{tg} \gamma \\ \frac{r \partial p}{\partial n_1} &= \operatorname{tg} \theta.\end{aligned}\quad (14)$$

Indichiamo finalmente con α l'angolo formato dalla s_1 (cioè da W_m) col raggio r . Abbiamo allora (fig. 4):

$$\begin{aligned}dr &= ds_1 \cos \alpha = dn_1 \sin \alpha \\ dz &= ds_1 \sin \alpha = -dn_1 \cos \alpha.\end{aligned}\quad (15)$$

Ciò posto osserviamo che le tre equazioni (8) esprimono la legge secondo cui varia la pressione nelle tre rispettive direzioni: radiale, periferica, assiale. Dalle (8) si può allora ricavare la legge di variazione in un'altra direzione qualsiasi; in particolare nella direzione delle linee n giacenti sulla falda.

In generale si ha:

$$dp = \frac{\partial p}{\partial r} dr + \frac{\partial p}{r \partial \varphi} r d\varphi + \frac{\partial p}{\partial z} dz$$

ma per uno spostamento lungo la linea n si deve porre (per le (14) e (15)).

$$\begin{aligned}dr &= dn_1 \sin \alpha \\ r d\varphi &= dn_1 \operatorname{tg} \theta \\ dz &= -dn_1 \cos \alpha\end{aligned}$$

quindi:

$$\frac{\partial p}{\partial n_1} = \frac{\partial p}{\partial r} \sin \alpha + \frac{\partial p}{r \partial \varphi} \operatorname{tg} \theta - \frac{\partial p}{\partial z} \cos \alpha \quad (16)$$

e per le (8):

$$\begin{aligned}-\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial n_1} &= \left(\frac{dW_r}{dt} - \frac{W_u^2}{r} - r\omega^2 - 2\omega W_u \right) \sin \alpha + \\ &+ \left(\frac{dW_u}{dt} + \frac{W_u W_r}{r} + 2\omega W_r \right) \operatorname{tg} \theta - \left(\frac{dW_s}{dt} + g \right) \cos \alpha.\end{aligned}$$

Ma trattandosi di moto permanente si ha [applicando anche le (12) (13) (14) (15)]:

$$\begin{aligned}\frac{dW_r}{dt} &= \frac{\partial W_r}{\partial s} W = \frac{\partial W_m \cos \alpha}{\partial s_1} W_m \\ &= \frac{\partial W_m}{\partial s_1} W_m \cos \alpha - W_m^2 \sin \alpha \frac{\partial \alpha}{\partial s_1} \\ \frac{dW_u}{dt} &= \frac{\partial W_u}{\partial s_1} W_m \\ \frac{dW_s}{dt} &= \frac{\partial W_m \sin \alpha}{\partial s_1} W_m = \frac{\partial W_m}{\partial s_1} W_m \sin \alpha + W_m^2 \cos \alpha \frac{\partial \alpha}{\partial s_1}.\end{aligned}$$

Sostituendo e osservando che il termine

$$-\frac{\partial \alpha}{\partial s_1} = \sigma_1$$

non è altro che la curvatura della linea s_1 , si ottiene:

$$\begin{aligned}-\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial n_1} &= W_m^2 \sigma_1 - \left(\frac{W_u^2}{r} + r\omega^2 + 2\omega W_u \right) \sin \alpha + \\ &+ \left(\frac{\partial W_u}{\partial s_1} + \frac{W_u \cos \alpha}{r} + 2\omega \cos \alpha \right) W_m \operatorname{tg} \theta - g \cos \alpha.\end{aligned}\quad (16')$$

(*) Avvertiamo che queste derivate essendo prese lungo linee curve non godono di tutte le proprietà delle derivate parziali ordinarie; così per esempio non vale l'eguaglianza:

$$\frac{\partial}{\partial n_1} \left(\frac{\partial f}{\partial s_1} \right) = \frac{\partial}{\partial s_1} \left(\frac{\partial f}{\partial n_1} \right).$$

D'altra parte derivando la (9') rapporto ad n_1 , nella direzione n si ha:

$$W_m \frac{\partial W_m}{\partial n_1} + W_u \frac{\partial W_u}{\partial n_1} - r\omega^2 \sin \alpha + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial n_1} - g \cos \alpha = 0$$

Eliminando allora la derivata di p fra questa e la (16') risulta:

$$\begin{aligned}W_m \frac{\partial W_m}{\partial n_1} + W_u \frac{\partial W_u}{\partial n_1} &= W_m^2 \sigma_1 - \left(\frac{W_u^2}{r} + 2\omega W_u \right) \sin \alpha + \\ &+ \left(\frac{\partial W_u}{\partial s_1} + \frac{W_u \cos \alpha}{r} + 2\omega \cos \alpha \right) W_m \operatorname{tg} \theta.\end{aligned}\quad (17)$$

Questa equazione può mettersi sotto una forma più sintetica ed espressiva mediante la posizione:

$$(W_u + \omega r) r = C_u r = \Phi \quad (18)$$

dalla quale si deduce:

$$\begin{aligned}W_u &= W_m \operatorname{tg} \gamma = \frac{\Phi}{r} - \omega r \\ \frac{\partial W_u}{\partial n_1} &= - \left(\frac{\Phi}{r^2} + \omega \right) \sin \alpha + \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial n_1} \\ \frac{\partial W_u}{\partial s_1} &= - \left(\frac{\Phi}{r^2} + \omega \right) \cos \alpha + \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial n_1}.\end{aligned}\quad (18')$$

Operando queste sostituzioni nella (17), dopo opportune riduzioni si ottiene finalmente l'equazione cercata:

$$\frac{1}{r} \left(\frac{\Phi}{r} - \omega r \right) \frac{\partial \Phi}{\partial n_1} - \frac{W_m}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial s_1} \operatorname{tg} \theta = W_m^2 \sigma_1 - W_m \frac{\partial W_m}{\partial n_1} \quad (19)$$

che può scriversi anche:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial n_1} \operatorname{tg} \gamma - \frac{\partial \Phi}{\partial s_1} \operatorname{tg} \theta = r \left(W_m \sigma_1 - \frac{\partial W_m}{\partial n_1} \right) \quad (19')$$

od ancora, per le (14):

$$\frac{\partial \Phi}{\partial n_1} \frac{\partial \varphi}{\partial s_1} - \frac{\partial \Phi}{\partial s_1} \frac{\partial \varphi}{\partial n_1} = W_m \sigma_1 - \frac{\partial W_m}{\partial n_1} \quad (19'')$$

Alla funzione Φ si può dare il nome di *funzione di lavoro*, perchè le sue variazioni lungo i fletti sono proporzionali al lavoro esterno compiuto. Infatti la (11) può scriversi:

$$L = H_u = \frac{\omega}{g} (\Phi_1 - \Phi_2). \quad (20)$$

Facciamo notare che se nella (19'') si pone $\Phi = \text{cost.}$ (lavoro nullo) si ricade nella (6) la quale trova così una nuova dimostrazione, in un certo senso più generale.

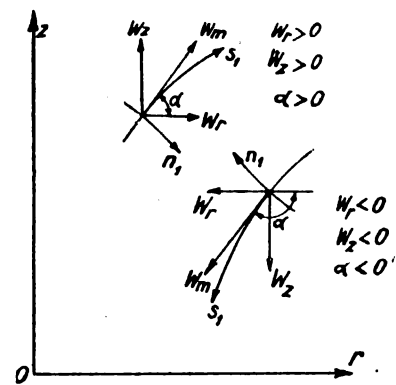


Fig. 4.

7. — *Determinazione della forma delle pale.* — Impostazione del problema. — Diciamo subito che il problema che ci interessa è tutt'altro che determinato. Infatti tutte le formule teoriche che noi possiamo ottenere sono conseguenze delle equazioni generali dell'idrodinamica, perciò se anche riuscissimo ad ottenere l'equazione integrata delle superfici delle pale, questa equazione dovrebbe necessariamente contenere, non solo delle costanti, ma anche delle funzioni arbitrarie, perchè ricavata da equazioni differenziali a derivate parziali. Ora i dati invariabili ai quali una turbina da costruire deve soddisfare sono sempre in numero limitato; in generale si riducono a tre: la portata Q , la caduta H e il numero dei giri n . A questi dobbiamo aggiungere, è vero, una somma di criteri suggeriti dall'esperienza, da necessità costruttive, di resistenza od altro, ma si comprende che resta tuttavia una grande indeterminazione e che esistono infinite forme di pale, le quali soddisfano (almeno in teoria) egualmente bene alle condizioni imposte.

Per togliere questa indeterminazione, siccome più che le soluzioni generali ci interessano soluzioni particolari che si prestino ad una attuazione pratica, potremo imporre fin da principio altre condizioni arbitrarie, tenendo conto possibilmente di quei criteri che la teoria non considera.

Come abbiamo già osservato, le infinite falde che compongono la vera fluente fra due pale della turbina non possono essere fra loro identiche; tuttavia a ciascuna di esse sarebbe applicabile la (19'). Fra queste noi prenderemo allora in particolare considerazione la *falda media*, cioè quella falda che divide la vena fluente fra due pale in due correnti parziali di uguale portata. Alla falda media vogliamo appunto applicare quelle condizioni arbitrarie che sono atte a limitare l'indeterminazione del problema.

8. — *Prima condizione limitativa sulla forma della falda media.* — Allo scopo di assicurare un regolare (non brusco) passaggio della vena dal distributore alla girante poniamo la condizione che le proiezioni meridiane s_1 dei filetti appartenenti alla falda media coincidano con quelle che si avrebbero nel caso in cui, mancando le pale, l'acqua fluisse in uno spazio cavo di rivoluzione con moto simmetrico rispetto all'asse. Ammettiamo cioè che per quanto riguarda la falda media sia verificata la relazione (5):

$$\frac{\Delta s_1}{r \Delta n_1} = \text{cost.} \quad (21)$$

Questa condizione non definisce completamente la forma dei filetti, ma soltanto quella delle loro proiezioni meridiane. Tuttavia, poichè dovrà sempre essere verificata la (19'), essa equivale ad una nuova condizione imposta alla forma della falda media.

Date che siano sulla sezione meridiana della turbina le linee $A C E$, $B D F$ (fig. 1) è possibile tracciare praticamente per tentativi e con una certa approssimazione le linee s_1 ed n_1 riguardanti la falda media, in modo che sia soddisfatta la (21). Queste linee dovranno perciò considerarsi come linee note.

Vedremo poi in seguito come le proiezioni meridiane dei filetti appartenenti ad altre falde si discostino da quelle relative alla falda media.

9. — *Equazione della falda media.* — Applichiamo ora la (19') alla falda media, tenendo conto della condizione limitativa ora posta.

Indichiamo con λ lo spessore (infinitamente piccolo) della falda media, misurato in direzione periferica; esso varierà in generale da punto a punto e potrà considerarsi come una funzione dei punti della falda media stessa o della sua proiezione meridiana. Indichiamo ancora con Z il numero delle pale e con N il numero (infinitamente grande) delle falde in cui immaginiamo divisa la vena fluente fra due pale. Lo spessore λ misurato in un punto della sezione d'ingresso nella girante (ammesso che ivi regni ancora la simmetria) sarà allora dato da:

$$\lambda = \frac{2\pi r}{NZ}$$

e se si immagina di prolungare la falda nello spazio I fra distributore e girante, questa espressione sarà applicabile anche a tutti i punti di tale spazio. Invece nella zona palettata questa espressione non vale più, ma potremo tuttavia porre:

$$\lambda = \frac{1}{\xi} \frac{2\pi r}{NZ} \quad (22)$$

intendendo con ξ un particolare coefficiente (che potremo chiamare *coefficiente di restrizione*) da considerarsi esso pure come funzione dei punti della falda media o della proiezione meridiana. Questo coefficiente è in generale > 1 nell'interno della girante ed evidentemente $= 1$ nello spazio I e nel tubo di aspirazione.

La rete di linee s_1 ed n_1 a cui si riferisce la (21) è tale che le s_1 delimitano sulla falda media delle zone di uguale portata (poichè sappiamo che a questa condizione le linee s_1 già soddisfano nello spazio I). Ma la portata di ciascuna zona è evidentemente espressa da:

$$\Delta q = W_m \lambda \Delta n_1 = \frac{W_m}{\xi} \frac{2\pi r}{NZ} \Delta n_1,$$

ossia anche da:

$$\Delta q = \frac{2\pi}{NZ} \frac{r \Delta n_1}{\Delta s_1} \frac{W_m}{\xi} \Delta s_1.$$

Perciò, essendo $\Delta q = \text{cost.}$ e dovendo nel contempo essere verificata la (21), abbiamo la relazione:

$$\frac{W_m}{\xi} \Delta s_1 = \text{cost.} \quad (23)$$

che comprende, come caso speciale ($\xi = 1$), la (4).

Derivando la (23) si ha:

$$\frac{\partial W_m}{\partial n_1} \frac{\Delta s_1}{\xi} - \frac{W_m}{\xi^2} \frac{\partial \xi}{\partial n_1} \Delta s_1 + \frac{W_m}{\xi} \frac{\partial \Delta s_1}{\partial n_1} = 0$$

ma, come si è visto (§ 4):

$$\frac{\partial \Delta s_1}{\partial n_1} = -\sigma_1 \Delta s_1$$

si ha quindi la relazione importante:

$$\frac{\partial W_m}{\partial n_1} - W_m \sigma_1 = \frac{W_m}{\xi} \frac{\partial \xi}{\partial n_1} \quad (24)$$

in virtù della quale la (19') diventa

$$\frac{\partial \Phi}{\partial n_1} \frac{\partial \varphi}{\partial s_1} - \frac{\partial \Phi}{\partial s_1} \frac{\partial \varphi}{\partial n_1} + \frac{W_m}{\xi} \frac{\partial \xi}{\partial n_1} = 0 \quad (25)$$

Una volta tracciata la rete delle linee s_1 ed n_1 , se è noto ξ si può calcolare W_m in ogni punto per mezzo della (23); perciò l'equazione della falda media (25) mette in diretta relazione la funzione di lavoro Φ con elementi puramente geometrici della falda media.

10. — *Variazione delle funzioni del moto in direzione periferica.* — Si tratta ora determinare la legge di variazione della velocità e della pressione in direzione periferica, cioè trasversalmente alla falda, in relazione alle caratteristiche della falda medesima; ma data la complessità del problema dobbiamo contentarci di determinare le derivate prime di dette funzioni in direzione periferica, cioè rispetto a φ .

Derivando la (9') rapporto a φ si ha:

$$W \frac{\partial W}{r \partial \varphi} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{r \partial \varphi} = 0 \quad (26)$$

e per la seconda equazione del sistema (8):

$$W \frac{\partial W}{r \partial \varphi} = \frac{dW_u}{dt} + \frac{W_u W_r}{r} + 2\omega W_r.$$

Ma, come già abbiamo visto:

$$\frac{dW_u}{dt} = \frac{\partial W_u}{\partial s_1} W_m, \quad W_r = W_m \cos \alpha,$$

perciò operando queste sostituzioni e tenendo conto delle (18') risulta:

$$W \frac{\partial W}{r \partial \varphi} = \frac{W_m}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial s_1}. \quad (27)$$

Questa equazione definisce già la variazione di velocità cercata, ma interessa vedere come variano separatamente le due componenti W_m e W_u .

A tal uopo osserviamo che derivando la (22) si ha:

$$\frac{\partial \lambda}{\partial s_1} = \frac{2\pi}{NZ} \left(\frac{\cos \alpha}{\xi} - \frac{r}{\xi^2} \frac{\partial \xi}{\partial s_1} \right). \quad (28)$$

D'altra parte dalla fig. 5, che rappresenta la falda media sezionata lungo un filetto, si deduce (essendo $\overline{aa'}$, $\overline{bb'}$ le tracce di due piani assiali):

$$\frac{\partial \lambda}{\partial s_1} d s_1 = \overline{cd} - \overline{ab} = \overline{a'b'} - \overline{ab} + (\overline{b'd} - \overline{a'c});$$

ma l'angolo formato dai due piani assiali passanti per a e b è evidentemente uguale a $\frac{\lambda}{r}$, perciò:

$$\begin{aligned} \overline{a'b'} - \overline{ab} &= \frac{\lambda}{r} d r = \frac{\lambda}{r} d s_1 \cos \alpha \\ &= \frac{2\pi}{NZ} \frac{\cos \alpha}{\xi} d s_1; \end{aligned}$$

inoltre

$$\overline{a'c} = \text{tg } \gamma \cdot d s_1$$

e conseguentemente

$$\begin{aligned} \overline{b'd} - \overline{a'c} &= \frac{\partial \text{tg } \gamma}{r \partial \varphi} r d \varphi \cdot d s_1 = \frac{\partial \text{tg } \gamma}{r \partial \varphi} \lambda d s_1 \\ &= \frac{2\pi r}{NZ} \frac{\partial \text{tg } \gamma}{r \partial \varphi} \frac{d s_1}{\xi}. \end{aligned}$$

Sostituendo si ha dunque:

$$\frac{\partial \lambda}{\partial s_1} = \frac{2\pi}{NZ} \left(\frac{\cos \alpha}{\xi} + \frac{1}{\xi} \frac{\partial \text{tg } \gamma}{\partial \varphi} \right). \quad (29)$$

Confrontando allora colla (28) si ottiene immediatamente:

$$\frac{\partial \text{tg } \gamma}{r \partial \varphi} + \frac{1}{\xi} \frac{\partial \xi}{\partial s_1} = 0 \quad (30)$$

od anche

$$\frac{1}{\cos^2 \gamma} \frac{\partial \gamma}{r \partial \varphi} + \frac{1}{\xi} \frac{\partial \xi}{\partial s_1} = 0. \quad (30')$$

Cioè la variazione dell'angolo γ in direzione periferica dipende unicamente dalla variazione di ξ lungo i filetti.

Poniamo allora nella (27):

$$W = \frac{W_m}{\cos \gamma}$$

e sviluppiamo la derivata rapporto a φ ; otteniamo:

$$\frac{1}{\cos^2 \gamma} \left(\frac{\partial W_m}{r \partial \varphi} + W_m \text{tg } \gamma \frac{\partial \gamma}{r \partial \varphi} \right) = \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial s_1}. \quad (31)$$

Ponendo invece, sempre nella (27):

$$W = \frac{W_u}{\sin \gamma}$$

si ha:

$$\frac{W_u}{\sin^2 \gamma} \left(\frac{\partial W_u}{r \partial \varphi} - \frac{W_u}{\text{tg } \gamma} \frac{\partial \gamma}{r \partial \varphi} \right) = \frac{W_m}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial s_1}$$

ossia

$$\frac{1}{\cos^2 \gamma} \left(\frac{\partial W_u}{r \partial \varphi} - W_m \frac{\partial \gamma}{r \partial \varphi} \right) = \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial s_1} \text{tg } \gamma. \quad (31')$$

Ma in virtù della (30') le (31) (31') diventano finalmente:

$$\frac{1}{\cos^2 \gamma} \frac{\partial W_m}{r \partial \varphi} = \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial s_1} + \frac{W_m}{\xi} \frac{\partial \xi}{\partial s_1} \text{tg } \gamma \quad (32)$$

$$\frac{1}{\cos^2 \gamma} \frac{\partial W_u}{r \partial \varphi} = \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial s_1} \text{tg } \gamma - \frac{W_m}{\xi} \frac{\partial \xi}{\partial s_1} \quad (32')$$

e abbiamo così le equazioni cercate.

Dopo avere determinata con queste formule la variazione della velocità in direzione periferica si potrebbe avere anche la variazione della pressione, per mezzo della (26).

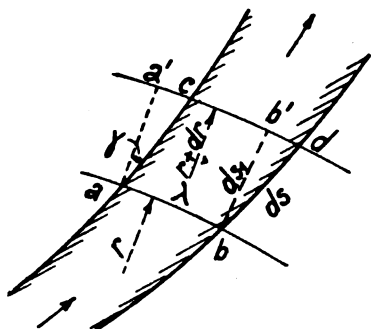


Fig. 5.

11. — *Deviazione meridiana dei filetti.* — Le (32) (32') non risolvono completamente il problema proposto di determinare la variazione del moto in direzione periferica: infatti la W_m varia generalmente non solo di valore ma anche di direzione, cioè le proiezioni meridiane dei filetti variano di forma da una falda all'altra.

A chiarire questo fatto, che possiamo chiamare brevemente *deviazione meridiana dei filetti*, viene in ausilio il noto teorema di Lagrange, in virtù del quale (date le ipotesi fondamentali su cui abbiamo basata la teoria) il moto assoluto dell'acqua deve mantenersi irrotazionale anche fra le pale della girante.

Le componenti del vortice sono notoriamente, in coordinate cilindriche:

$$\begin{aligned} \epsilon_r &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial C_z}{r \partial \varphi} - \frac{\partial C_u}{\partial z} \right) \\ \epsilon_u &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial C_r}{\partial z} - \frac{\partial C_z}{\partial r} \right) \\ \epsilon_z &= \frac{1}{2} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial C_u}{\partial r} - \frac{\partial C_r}{r \partial \varphi} \right) \end{aligned} \quad (33)$$

ossia mettendole in funzione delle velocità relative [per mezzo delle (7)] e riferendoci al sistema di coordinate ruotante:

$$\begin{aligned} \epsilon_r &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial W_z}{r \partial \varphi} - \frac{\partial W_u}{\partial z} \right) \\ \epsilon_u &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial W_r}{\partial z} - \frac{\partial W_z}{\partial r} \right) \\ \epsilon_z &= \frac{1}{2} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial W_u}{\partial r} - \frac{\partial W_r}{r \partial \varphi} + 2\omega \right). \end{aligned} \quad (33')$$

Allo scopo di trasformare utilmente queste espressioni osserviamo che la formula (16), che abbiamo scritto per la funzione p , è generale, ossia vale per qualsiasi funzione f . Si ha cioè:

$$\frac{\partial f}{\partial n_1} = \frac{\partial f}{\partial r} \sin \alpha + \frac{\partial f}{r \partial \varphi} \text{tg } \theta - \frac{\partial f}{\partial z} \cos \alpha \quad (34)$$

intendendo sempre che la derivata rapporto ad n_1 va presa seguendo la linea n giacente sulla falda media.

In modo perfettamente analogo si ricava l'espressione di $\frac{\partial f}{\partial s_1}$. Si ha infatti lungo una linea s :

$$\begin{aligned} dr &= \cos \alpha \cdot ds_1 \\ r d\varphi &= \text{tg } \gamma \cdot ds_1 \\ dz &= \sin \alpha \cdot ds_1 \end{aligned}$$

e quindi:

$$\frac{\partial f}{\partial s_1} = \frac{\partial f}{\partial r} \cos \alpha + \frac{\partial f}{r \partial \varphi} \text{tg } \gamma + \frac{\partial f}{\partial z} \sin \alpha. \quad (34')$$

Se allora facciamo sistema delle due equazioni (34) e (34') e risolviamo rispetto a $\frac{\partial f}{\partial r}$ e $\frac{\partial f}{\partial z}$ otteniamo:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial r} &= \left(\frac{\partial f}{\partial n_1} - \frac{\partial f}{r \partial \varphi} \text{tg } \theta \right) \sin \alpha + \left(\frac{\partial f}{\partial s_1} - \frac{\partial f}{r \partial \varphi} \text{tg } \gamma \right) \cos \alpha \\ \frac{\partial f}{\partial z} &= \left(\frac{\partial f}{\partial s_1} - \frac{\partial f}{r \partial \varphi} \text{tg } \gamma \right) \sin \alpha - \left(\frac{\partial f}{\partial n_1} - \frac{\partial f}{r \partial \varphi} \text{tg } \theta \right) \cos \alpha. \end{aligned} \quad (35)$$

Sono queste le relazioni che ci permettono di trasformare le (33'). Prendiamo per esempio l'espressione di ϵ_r ; in essa poniamo

$$W_z = W_m \sin \alpha$$

e applichiamo alla funzione W_u la seconda delle (35); si ottiene:

$$\begin{aligned} 2\epsilon_r &= \frac{\partial W_m}{r \partial \varphi} \sin \alpha + W_m \cos \alpha \frac{\partial \alpha}{r \partial \varphi} - \left(\frac{\partial W_u}{\partial s_1} - \frac{\partial W_u}{r \partial \varphi} \text{tg } \gamma \right) \sin \alpha + \\ &+ \left(\frac{\partial W_u}{\partial n_1} - \frac{\partial W_u}{r \partial \varphi} \text{tg } \theta \right) \cos \alpha. \end{aligned}$$

In questa espressione sostituiamo ai termini contenenti W_u e W_m rispettivamente le espressioni date dalle (18'), (32') e (32). Dopo opportune riduzioni otteniamo:

$$\begin{aligned} \frac{2\epsilon_r}{\cos \alpha \cos^2 \gamma} &= \frac{W_m}{\cos^2 \gamma} \frac{\partial \alpha}{r \partial \varphi} + \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial n_1} - \\ &- \frac{W_m}{\xi} \left(\frac{\partial \xi}{\partial n_1} \text{tg } \gamma - \frac{\partial \xi}{\partial s_1} \text{tg } \theta \right) \end{aligned} \quad (36)$$

Operando in modo analogo per ϵ_u e ϵ_z si avrebbero espressioni tali da dar luogo alla relazione:

$$\frac{\epsilon_r}{\cos \alpha} = \frac{\epsilon_u}{\text{tg } \gamma} = \frac{\epsilon_z}{\sin \alpha} \quad (37)$$

la quale esprimerebbe che il vettore vorticale ha la stessa direzione della velocità relativa W ; ma nel nostro caso essendo, come si è detto, il moto irrotazionale, avremo semplicemente:

$$\epsilon_r = \epsilon_u = \epsilon_z = 0$$

per cui la (36) diventa:

$$\frac{W_m}{\cos^2 \gamma} \frac{\partial \alpha}{r \partial \varphi} = \frac{W_m}{\xi} \left(\frac{\partial \xi}{\partial n_1} \text{tg } \gamma - \frac{\partial \xi}{\partial s_1} \text{tg } \theta \right) - \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial n_1} \quad (38)$$

ossia:

$$\frac{W_m}{\cos^2 \gamma} \frac{\partial \alpha}{r \partial \varphi} = \frac{W_m}{\xi} \left(\frac{\partial \xi}{\partial n_1} \frac{\partial \gamma}{\partial s_1} - \frac{\partial \xi}{\partial s_1} \frac{\partial \gamma}{\partial n_1} \right) - \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial n_1}. \quad (38')$$

È questa la formula cercata, che dà l'espressione di $\frac{\partial \alpha}{r \partial \varphi}$ funzione di quantità dipendenti dalla forma della falda. Essa permette di riconoscere quale deviazione subiscono le proiezioni meridiane dei filetti quando dalla falda media si passi a considerare una falda vicina.

(Continua).

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

L'EVOLUZIONE TECNICA ED ECONOMICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI: DIFFICOLTÀ, PERICOLI E RIMEDI □ □ □ □ □ □

G. REVESSI



:: Comunicazione alla Sezione di Roma (17 marzo 1923) ::

Che il problema dell'ulteriore sviluppo degli impianti elettrici sia estremamente complesso ed arduo, credo sia difficile ormai dubitarne, anche se non tutte le cause ne sieno state ancora messe in adeguato rilievo.

Stupisce invece, che della grave questione, se se ne eccettua qualche economista isolato, quasi soltanto gli esercenti si sieno interessati finora, mentre se ci sono dei problemi, che dovrebbero attrarre molti ad interloquire, questo è fra quelli, poichè i cittadini non hanno più bisogno soltanto di case, di grano... e di carta da giornali, ma anche, e direi quasi ancor più, di energia elettrica, senza la quale non può più esistere la casa, non si macina più il grano,... nemmeno il giornale si stampa.

Questo è un male, perchè potrebbero gli esponenti dell'industria elettrica essere anche più battaglieri, e anche più abili polemisti di quello, che già non sieno, potrebbero confortare le loro affermazioni con argomenti anche più convincenti di quelli chiamati a raccolta, buona parte delle loro ragioni sono destinate ad andare presso l'opinione pubblica fatalmente perdute per il fatto che, come diretti emessari degli esercenti, non possono non apparire essi stessi e i loro argomenti pregiudicati e non perfettamente sereni.

Perciò quest'oggi voglio venir loro in aiuto, pur ben sapendo, che la gratitudine non è di questo mondo, e che una parte almeno degli esercenti, come i feudatari del passato, non sa apprezzare che le lance spezzate.

Eppure, in una questione così intricata, la soluzione ottima non può sortire che dal confronto di un certo numero di soluzioni ragionevoli, anche eventualmente fabbricandone una nuova collo staccare dalle altre quello che offrono di meglio, e se da questa considerazione più ampia del problema si giungesse a una soluzione, che, rispettate le giuste esigenze degli esercenti, corresse meno il pericolo di riuscire troppo presto in contrasto cogli interessi dello Stato, o meglio, per togliere all'espressione il puro significato fiscale, cogli interessi della nazione, e colle naturali aspirazioni degli utenti, certo che i primi ad esserne seriamente avvantaggiati sarebbero gli industriali.

Mi sembra, che le visioni, o meglio le illusioni economico sociali del dopo guerra abbiano una strana rassomiglianza colle perturbazioni, che scompigliano qualche volta gli impianti al presentarsi improvviso di una terra o di un corto circuito: a un'onda ripida, che si propaga travolgente colla rapidità della folgore, un'altra ne segue in senso contrario; altre, alternate, vi si incanalano dietro, e vi si urtano con quelle respinte dall'opposto estremo. La salvezza, cioè la possibilità di rimettere l'impianto senz'altro in regolare funzione, sta principalmente in un'efficace azione di smorzamento: se, per dannata ipotesi, le onde al contrario si esaltano, guai!

Perciò dobbiamo guardarci da ogni esagerazione in ogni senso; chè se, ad esempio, i fiduciari degli esercenti riuscissero davvero ad ottenere un intervento dello Stato, che, limitato al finanziamento, ne consolidasse il monopolio, ho gran paura, che, malgrado l'apparente vittoria, essi avrebbero reso all'industria un ben cattivo servizio, ho gran paura cioè, che essi avrebbero preparato per un giorno relativamente non lontano quella statizzazione degli impianti elettrici, che sarebbe probabilmente dannosa a tutta l'economia nazionale, ma che finirebbe per apparire allo Stato e all'opinione pubblica l'unico rimedio alla situazione in conseguenza determinatasi, senza dire che nel prezzo del riscatto il più ortodosso degli economisti non stenterebbe a far rientrare gli aiuti oggi ottenuti.

Poco importa, che la statizzazione poi avesse breve vita; importa più, che, attraverso agli sperperi propri a questi cambiamenti di regime, noi finiremmo per trovarci anche per l'energia elettrica al punto a cui siamo per i telefoni, con un telefono dove Stati più progrediti ne hanno cento. Di chi la colpa?

Ciò sarebbe estremamente doloroso, sia in considerazione del posto onorevole raggiunto dal paese in questo campo, sia per la grande importanza di quest'industria, forse maggiore oramai di ogni altra, tendendo a diventare sempre più completamente il fondamento di ogni attività economica.

Tutto ciò consiglia di esaminare assai pacatamente il problema: mi dovrete perciò perdonare, se quest'oggi, contrariamente al mio solito, non saprò essere tanto breve.

*

Di dove incominciare per inquadrare logicamente il problema? necessariamente dalle fonti.

Che si direbbe di un esperto chiamato a riferire sull'andamento di un'industria qualsiasi, che non si preoccupasse anzitutto della disponibilità della materia prima, e della sua distribuzione geografica rispetto ai centri di lavorazione e di consumo?

Eppure, almeno per l'energia idraulica, che è destinata da noi a dare il nerbo della produzione, ancor oggi troppo poco sappiamo.

Lo Stato, che avrebbe dovuto da tempo provvedere a questa necessità elementare, ha creduto esaurito il suo compito coll'istituzione di appositi uffici idrografici; ma questi si possono essere resi benemeriti per tanti titoli, con ricerche scientifiche di valore, con pubblicazioni voluminose e interessanti, con bollettini densi di cifre; ben poco contributo hanno finora portato a questa urgente necessità di una statistica delle forze idrauliche. La loro giustificazione sta nella necessità di attendere molti anni per ottenere risultati sufficientemente sicuri, e se l'attesa potesse essere senza danno, l'obiezione avrebbe un qualche fondamento; ma ciò non è, e praticamente più opportuno sarebbe stato, e si sarebbe ancora in tempo, preparare un catasto provvisorio, ed aggiornarlo periodicamente colle correzioni suggerite dalle successive osservazioni.

Di «catasto» parla anche espressamente la legislazione Bonomi, ma si tratta di un catasto puramente amministrativo delle acque pubbliche, che da la denominazione, per così dire, degli appezzamenti, non la estensione, non la categoria, un catasto insomma, che non ha, ai fini dell'attuale problema, alcuna importanza, e che ad ogni modo, malgrado le tassative disposizioni di legge, è ancora incompiuto.

Questa deficienza assoluta di dati positivi, oltre che impedire la formazione di una coscienza pubblica sull'argomento e su ciò che vi sta per succedere, sembra fatta apposta per favorire quello sciupio delle forze idrauliche, che se può riuscire gradito a qualche accaparratore, cui facilita il compito, è certamente un grave danno per l'industria elettrica in genere e per il paese, cui falcidia gravemente il patrimonio idrico, che ha potuto parere sovrabbondante soltanto per le passate fantasie di cifre iperboliche, senza che la legislazione sulle concessioni, che pure ha intuito il pericolo, possa sempre efficacemente intervenire.

Di ciò ho avuto nei mesi passati la sensazione, imprendendo a studiare il problema dello sviluppo della utilizzazione delle forze idrauliche per una particolare regione soltanto, ma forse per quella, che, specialmente dopo la guerra, è venuta a trovarsi nelle migliori condizioni per la disponibilità di energia, e forse anche per riguardo alle deficienze statistiche ora accennate, perchè l'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque è il più antico d'Italia, e quindi meglio in grado di porvi sollecitamente rimedio e, perchè, almeno per le valli alpine redente, che son poi quelle più ricche di forze idrauliche il preesistente «Catasto delle Acque Austriaco» risponde in gran parte a ciò che manca a noi.

Che la regione delle Tre Venezie sia particolarmente fortunata per la possibilità di sfruttamento di abbondanti forze idrauliche, non ci vuol molto ad intuirlo, basta, per chi non abbia la zona già impressa nella mente dagli eventi di guerra, volgere uno sguardo a una carta topografica, o meglio ancora ad un plastico, come quello di cui potei io stesso giovarmi: due larghe fasce contigue, l'una d'aspra montagna, ricca di forze, l'altra di popolata pianura in diretta comunicazione col mare.

Se manca un catasto, pur così necessario a passare dalla sintesi all'analisi del problema, lo si deve, almeno approssimato, poter fare, — questo io pensai, — e coll'aiuto infatti di qualche collaboratore, non meno affezionato che attivo ed intelligente, riuscii a condurlo a termine in pochi mesi, elaborato, come risulta dalle tavole, che vo mostrando, in una maniera, cui non può essere certo contestata l'originalità e l'evidenza.

Esse fissano per i bacini montani dell'Isonzo, del Natisone, del Tagliamento, del Meduna, del Cellina, del Piave, del Brenta, dell'Adige e del Sarca l'entità e la distribuzione delle forze idrauliche, mettendo in evidenza i profili, i bacini, le portate, le potenze totali e per metro lineare di alveo, secondo un procedimento, che ho già brevemente illustrato al nostro ultimo Congresso di Milano ⁽¹⁾, e che trova il suo completo commento in una pubblicazione, accompagnata da una nitida riproduzione delle tavole stesse ⁽²⁾, uscita in questi giorni, fuori commercio, ma che nel limite del possibile cercherò di fare avere ai Colleghi, che me la richiederanno, e che non dovessero riceverla per altra via.

Non mi nascondo, che la pubblicazione di questo lavoro non sarà

⁽¹⁾ L'Elettrotecnica, Vol. IX, 1922, p. 505.

⁽²⁾ Le forze idrauliche nelle Alpi delle Tre Venezie, Venezia, Istituto Federale di Credito per il Risorgimento delle Venezie, 1922.

forse accolta da tutti con eguale compiacimento, perchè, accanto a industriali di larghe vedute, e quindi consci del fatto elementare, che la fortuna dell'industria non può scompagnarsi da tutto ciò che è atto ad interessare sull'argomento l'opinione pubblica, e che alla fine val più la libera concorrenza in un paese economicamente evoluto che il monopolio in un paese arretrato, ci sono necessariamente anche gli speculatori di spirito più gretto, che già vedono un ostacolo ai loro scopi nella semplice divulgazione del reale stato di fatto, e perchè, accanto a funzionari, che possono trarre da una pubblicazione di questo genere nient'altro che nobile eccitamento ad affrettare il loro compito, non è escluso, che non ci possa essere chi più egoisticamente non veda in essa che un'indebita invasione del proprio campo di attività.

Comunque, sta in fatto, che questo, che ho l'onore di presentare, è il primo tentativo italiano di « Catasto delle Acque », anche se ha le mende inerenti a un primo saggio condotto a termine in un tempo assai breve e con mezzi relativamente limitati.

Che cosa insegna questo campione, qualche Collega potrà fraternamente sussurrare « senza valore », di catasto delle acque? insegna più di una cosa utile.

Insegna prima di tutto, come sia possibile, anche con un limitato numero di concessioni prese abilmente, o qualche volta anche senza questo fine deliberato, in punti strategici, — alludo ben'inteso a una possibilità astratta, perchè, parlo a difesa di idealità, non di interessi, — accaparrare le disponibilità idrauliche di un'intera regione, ponendo qualunque nuovo concorrente nell'impossibilità pratica di lottare.

Insegna in secondo luogo, che queste vantate forze idrauliche, su cui tante speranze si son riposte, e che sono, come si è ora accennato, esposte al pericolo di tanto sperpero, non sono presenti con quella sovrabbondanza, che un tempo si credeva, e che alcuni forse sognano ancora.

Qualche cifra può essere utile ad illustrare questa seconda osservazione.

Si tratta, limitatamente ai bacini considerati, che comprendono la quasi totalità delle forze disponibili, di poco oltre un milione di cavalli in magra, cioè per un dieci mesi all'anno, cui si dovrebbero aggiungere forse altri trecentomila cavalli, se si volessero considerare come già oggi e interamente utilizzabili le disponibilità del corso inferiore dei fiumi stessi.

Tenuto conto, che queste sono le cifre globali, e che quindi comprendono anche le potenze già utilizzate, e anche quelle di più difficile sfruttamento, si può forse contare su un margine reale compreso tra sei e settecentomila cavalli, cifra elevata in valore assoluto, ma abbastanza misera in paragone ai bisogni di un avvenire non troppo remoto.

È indubbio infatti, che questa riserva dovrà essere interamente sfruttata nei prossimi venticinque anni, cioè in quanti ne conta all'ingrosso la nostra industria elettrica, sia per provvedere ai maggiori bisogni dei sei milioni di abitanti delle Tre Venezie, sia per venire in aiuto di altre regioni contigue, che non hanno, come l'Emilia e la Romagna, così ricche riserve, o che sono già molto più avanti nella utilizzazione delle proprie, come la Lombardia.

Non voglio qui abusare di dati statistici, osserverò solo, che già nel 1920, il consumo medio mondiale è salito, secondo recentissimi apprezzamenti americani ⁽¹⁾, a 57,8 kWh per abitante pur comprendendo nella cifra virtuale degli utenti anche Eschimesi, Patagoni ed Ottentotti; se si osserva, che per il medesimo anno l'analogo indice fu per le Tre Venezie di circa 60 e per l'intera Italia di 100, il confronto è sufficiente a garantire, che è destinato a giungere prima l'esaurimento delle forze disponibili che la saturazione del mercato.

Se questo si può affermare per le provincie Venete, figuriamoci, pur non possedendone statistiche complete, per il resto d'Italia: il meno, che si possa dire, è altrettanto.

Così fatte constatazioni, se compromettono alquanto il valore delle curve, che segnano lo sviluppo dei consumi e degli impianti, aumentano però la gravità della situazione, attraverso la quale questo sviluppo faticosamente si svolge, e su cui gli esercenti giustamente insistono.

Compromettono un po' il valore di quelle curve, che risiede, come sempre in casi simili, nel grado di estendibilità della possibile extrapolazione, in quanto appare relativamente prossima la minaccia di un arresto contro la cornice superiore del quadro, o in quanto meglio, la curva rallentando prossimamente il gradiente, dovrà ridursi assintotica a questo limite superiore.

Aggravano d'altra parte la situazione, perchè il maggior costo unitario degli impianti futuri non potrà essere in nessun caso un fenomeno transitorio, ma diverrà invece un fenomeno permanente e destinato ad aggravarsi col tempo per la graduale, ma rapida, rarefa-

zione di forze disponibili ingenti, di economico sfruttamento, non troppo remote dai centri di consumo.

Ma non son queste le sole considerazioni, che le constatazioni fatte suggeriscono.

Appare infatti la necessità sempre maggiore di evitare ogni sperpero, di consentire sempre meno utilizzazioni, che, anche se vantaggiose, sieno però tali da rendere in avvenire più ardua l'utilizzazione delle forze disponibili residue; si impone cioè sempre più strettamente il dovere di innestare il progetto di un nuovo impianto nel quadro di una graduale utilizzazione di un intero bacino, in modo da preconstituire un sistema, che si prepari a sfruttare armonicamente quanto è ragionevolmente possibile di non sacrificare per sempre. Ciò, com'è noto, è stato in taluni casi realizzato da industriali benemeriti; occorre però, che diventi la regola, e, perchè ciò avvenga, senza possibilità di evasione, la prima condizione è appunto l'esistenza di un vero e proprio catasto; ecco perchè questo ai semplici speculatori può non far comodo.

Appare finalmente in piena luce la intera gravità, che, coll'ulteriore sviluppo degli impianti elettrici, è destinato ad assumere il monopolio dei medesimi; non si tratta infatti soltanto di permettere, che i produttori di una merce di prima necessità si colleghino strettamente in un'alleanza economica, i cui possibili eccessi trovino automaticamente un freno nella possibilità potenziale, che, superati certi margini di guadagno, un altro gruppo, fornito di mezzi adeguati, trovi la convenienza di entrare in lizza, determinando di nuovo, almeno per un certo tempo, quella instabilità, che, per quanto sgradita, è condizione fondamentale di ogni progresso economico. Ma si tratta invece di tollerare, che in un tempo relativamente breve, con concessioni abilmente scelte, e senza alcun obbligo di estendersi in uno stadio successivo a quelle con questa scelta praticamente precluse ad ogni altro, sia accaparrata la totalità delle forze disponibili, colla conseguente eliminazione di ogni possibilità anche soltanto potenziale di una sana ed efficace concorrenza.

Quasi inutile aggiungere, che, nel prospettare questo lato del problema, io posso fare totale astrazione dai dirigenti attuali, trattandosi di fenomeni, che per quanto imminenti non maturano in un giorno, e ciò malgrado, che ci sia effettivamente qualcuno, a cui la prospettiva di un tale monopolio non pare basti ancora: ho sentito infatti deprecare, sia pure per altre ragioni, la possibilità di un'eventuale importazione di energia elettrica dalla Svizzera, che pur potrebbe appena intaccare questo assoluto dominio, e, per giunta soltanto colla collaborazione degli esercenti stessi, per quel che riguarda il collocamento e la distribuzione.

È certo, che questa condizione di cose, giunta a totale maturazione, non potrebbe sboccare in altro che nella statizzazione, malgrado ogni più raffinata campagna di stampa, malgrado ogni più abile manipolazione di tariffe, malgrado ogni sminuzzamento di aziende di distribuzione per aver modo di chiudere la bocca, coll'offa della nomina a consigliere, ad ogni meno docile voce locale.

*

Che non ci sia assolutamente modo di uscire in tempo da questo dilemma, monopolio o statizzazione, due termini entrambi antieconomici e disadatti a mettere nel loro pieno valore le nostre forze idriche, e tali per giunta, che l'uno non esclude l'altro, anzi fatalmente lo richiama?

Io credo, che questo mezzo ci sia, ed accettabile per quegli industriali veri, che hanno l'attitudine a vedere al di là di una spanna, e non lesivo dei giusti diritti acquisiti, e capace infine di ricondurre la industria elettrica in quell'ambiente di sana e libera concorrenza, di cui zelatori incauti sventolano gli innegabili benefici, ma soltanto finché si tratta di combattere quelle iniziative, che le collettività tentano per scuotere il dominio del monopolio e i suoi possibili inconvenienti.

Premetto, che non mi lusingo affatto di ottenere la immediata adesione di ognuno: il miraggio del monopolio è troppo abbagliante per lasciar facilmente vedere, almeno a tutti, la retrostante Rupe Tarpea; poi il monopolio è oggi, ed è sicuro, la statizzazione è incerta, ed è domani: passati i fumi della prima gioventù, l'uomo è per sua natura fortunatamente conservatore, anzi tradizionalista; nessuna maggior fatica, credo per la grande maggioranza di noi e di tutti, che compiere, anche all'infuori di ogni considerazione di interesse, lo sforzo necessario a modificare il corso delle idee lentamente determinatosi attraverso le esperienze della vita.

Che cosa è avvenuto degli impianti elettrici in questi primi decenni della loro esistenza? Voi lo sapete meglio di me, e posso perciò essere molto breve.

Sono nati piccoli ed isolati in un passato relativamente recente, come un oggetto di curiosità e di lusso: poi, aiutati da un meraviglioso succedersi di vaste applicazioni sempre nuove, che hanno affidato all'elettricità pressoché tutti i rami dell'industria, una parte an-

(1) El. W'ld., 1923, pag. 29.

cor modesta, ma suscettibile di largo sviluppo, dell'agricoltura, alcune delle vie principali del commercio, le più diffuse esigenze della vita sociale e domestica, essi si sono sviluppati con rapidità meravigliosa, fino a incontrarsi e in molti casi a sovrapporsi.

Naturalmente queste sovrapposizioni erano un portato, per così dire dell'inerzia nella rapidità del movimento ma non potevano a meno di riuscire antieconomiche: di qui gli assorbimenti, le fusioni, i conseguenti primi monopoli locali, colla strenua difesa anche allora degli interessati, la naturale reazione, nei paesi più progrediti, specialmente anglo-sassoni, delle municipalizzazioni.

Questo fenomeno essenzialmente economico, ma determinato dalle peculiarità tecniche dell'industria, doveva anche più nettamente affermarsi, come infatti è avvenuto, quando provveduto alle utenze urbane da centrali idroelettriche in un primo tempo sovrabbondanti, le reti si estesero, direi, dilagarono nelle provincie, assorbendo gradualmente gli impianti locali, e dando vita ad organismi sempre più grandiosi, che oggi tendono a coprire intere regioni, e a darsi la mano, per una migliore utilizzazione dell'energia disponibile, da una regione all'altra.

La complessità sempre maggiore di questi organismi, e i compiti sempre più ardui, che essi si trovarono a dovere affrontare, determinarono però successivamente un altro fenomeno, centrifugo questo, anziché centripeto, e destinato a provvedere a un'opportuna suddivisione di funzioni ormai sostanzialmente diverse; primo effetto di questo movimento è stato quello di dar vita a minori società affiliate, generalmente quasi soltanto per la distribuzione, talora anche per l'esercizio delle piccole centrali delle antiche imprese autonome, raggiungendo così spesso anche il benefico effetto di trasformare in devoti alleati gli antichi concorrenti, di soddisfare alle piccole ambizioni provinciali, e di velare alquanto dinanzi al pubblico, colla nominale autonomia di questi organi periferici, l'affermarsi di un monopolio sempre più assoluto e sicuro.

D'altra parte, sempre spiccandosi dal primo nocciolo, enti apposti si sono venuti creando per la grande produzione collo sfruttamento di particolari concessioni, grande produzione, che ha finito in parte per essere sostenuta anche da organismi industriali, almeno in origine veramente distinti, e sorti, in un primo stadio, per l'esercizio di industrie nettamente differenti, ma per le quali l'energia elettrica rappresentava una delle materie prime essenziali.

In tempi anche più recenti la differenziazione degli organi ha cominciato ad affermarsi anche per le linee di maggiore importanza.

Naturalmente questa evoluzione non si è prodotta del tutto pianamente, senza contrasti di gruppi e di persone; le diverse reti, che hanno dilagato dai centri maggiori verso le campagne circostanti, erano spesso state iniziate con criteri affatto diversi, qualche volta senza il più lontano sospetto, che sarebbe, e presto, venuto il giorno, in cui avrebbero dovuto raccordarsi insieme, talora perfino con proponimenti di concorrenza e di sovrapposizione, proponimenti, di cui è spesso testimonia la differenza delle frequenze applicate.

Il collegamento è quindi ancora molte volte imperfetto, qualche lacuna esiste anzi tuttora o in dipendenza di speciali difficoltà tecniche, o per l'esiguità degli impianti e dei consumi, o, assai di rado, per persistente antagonismo di gruppi, ma in genere, malgrado le lotte per la delimitazione di alcune zone di influenza, il collegamento tecnico e finanziario è sulla via di una sempre più completa realizzazione.

Siamo al punto, che un capitano d'industria abile e con pochi scrupoli potrebbe, col concorso di un gruppo finanziario adeguato, tentare con probabilità di successo la scalata agli impianti elettrici.

Dove andrebbero allora i proponimenti di moderazione tariffaria lasciati intravedere dal monopolio attuale? e che resterebbe da fare allo Stato? la risposta è ovvia, ed è stata già data.

*

Ma intanto che cosa mostra il sommario ricordo di questa evoluzione?

Mostra prima di tutto, che bisognose per esigenze tecniche ed amministrative di un regime di monopolio sono le distribuzioni locali, si intende ciascuna per sé e indipendentemente le une dalle altre, e all'infuori anche di grandi erogazioni a grossi stabilimenti industriali, che metta conto, specie nei centri minori, di collegare direttamente alla rete regionale, e che non meno bisognose di un regime di monopolio sono appunto quest'ultime reti.

Mostra invece, che le centrali di produzione non hanno alcun reale bisogno di essere esercitate con tale regime, purché, s'intende, si consideri alla stregua di una centrale unica anche eventualmente un gruppo di centrali razionalmente predisposto allo sfruttamento integrale di un intero bacino, o di un tratto ben distinto del medesimo.

Mostra dunque, che i tre servizi fondamentali di un impianto elettrico, produzione, trasmissione e distribuzione, possono essere amministrati separatamente, le esigenze tecniche, che li coordinano,

potendo ormai con relativa facilità e sicurezza essere oggetto di semplici norme contrattuali.

Che cos'è allora, che vieta al dettagliante, cioè all'ente distributore, privato o municipale che sia, di rifornirsi in tutto o in parte piuttosto dalla centrale B che dalla centrale A, o di stringere un contratto con un industriale che gli garantisca la richiesta disponibilità di energia da una nuova centrale C, che egli si impegni a costruire ex-novo, dopo stipulato un adeguato numero di contratti di vendita?

Il fatto, che il dettagliante è avvolto e soffocato dalla rete del gruppo, che esercita la centrale A, gruppo, che col possesso della rete impedisce di arrivare alla centrale B, e preclude addirittura il sorgere della centrale C, a meno, che, per l'importanza delle nuove forniture, non si affronti la costruzione di una nuova linea per sua natura ineconomica, e quindi né logica, né vitale, destinata fatalmente a fondersi colle preesistenti.

Ma si supponga invece, che la linea sia esercitata da un organo estraneo, o meglio indipendente, sia rispetto ai produttori che ai distributori, organo, che abbia l'esercizio in concessione dallo Stato, esattamente come si eserciterebbe dall'industria privata una ferrovia, e quindi con capitoli, che obblighino l'esercente a sottostare a determinate norme generali, e soprattutto ad esercitare la trasmissione dell'energia con determinate tariffe di pedaggio, com'è naturale affatto indipendenti dalla persona dei contraenti, e determinate unicamente invece dalla distanza, dalla entità e dalla natura del carico, dall'orario, ecc.; si supponga ancora, che le tariffe sieno per giunta così congegnate da attenuare, come appunto avviene per le tariffe ferroviarie, l'influenza della distanza, e che l'esercente abbia anche la facoltà, data la comune natura della merce di operare quello smistamento, che, tenuto conto di quanto la rete deve complessivamente ricevere, e di quanto, detratte le perdite, deve erogare, riduca al minimo la distanza media di trasmissione.

Il commercio dell'energia elettrica sarà gradualmente rimesso sul medesimo piede di quello di qualunque altra merce, il cui trasporto non esiga, come spesso ad esempio il grano o il carbone, che la consegna al destinatario di una partita equivalente a quella affidata dallo spediteore al vettore.

Questo è il mezzo, che lo Stato può ormai a buon diritto adoperare, con vantaggio di tutti, senza ledere i diritti di alcuno, e senza andare incontro ai pericoli ed agli sperperi di una statizzazione, per rompere nell'industria elettrica le coalizioni finanziarie, e per favorire, nella maniera economicamente più ortodossa, lo sviluppo degli impianti, restituendo loro quella libertà, di cui hanno il più urgente bisogno, e che l'evoluzione della tecnica ha fatto loro perdere.

È tempo ormai, che lo Stato metta a disposizione sia del grande che del piccolo produttore il trasporto a distanza, trasformando l'arma fondamentale del monopolio in strumento della libera concorrenza, e di cui al caso potrebbe essere aumentata ancora l'efficacia col permettere, quando acquistata da qualche ente distributore, che non si adatti ai prezzi dei produttori indigeni, l'immissione nella rete di quell'energia importata dall'estero, che l'industria nostrana pare tema e deprechi, che non va certamente favorita, ma a cui non conviene neanche rinunciare a priori.

Non mi nascondo le molte difficoltà di dettaglio, che avrebbe l'attuazione di un simile progetto, ma sono altrettanto persuaso, che tutte andrebbero ad essere risolte già durante la graduale applicazione del sistema.

Essenziale da mettere in rilievo, che il sistema non lederebbe altri diritti degli attuali esercenti, che quelli, se veramente si possono chiamare diritti, che sono praticamente inconciliabili per questa specialissima merce colla libertà di commercio, inconciliabilità, che non poteva materialmente apparire nei primi anni dell'industria, e che quindi non sembra antigiuridico, che sia riconosciuta soltanto oggi.

Non hanno essi sempre invocato la parità di trattamento, almeno quando si trattava di combattere le municipalizzazioni e le iniziative affini? e che direbbero, se le ferrovie fossero esercitate in modo da consentire ad alcuni il trasporto di merci, che non fosse consentito ad altri?

Del resto nemmeno gli attuali aggruppamenti finanziari rimarrebbero per questo scompigliati; sarebbe soltanto resa possibile per la produzione l'entrata in lizza di iniziative nuove in relative condizioni di parità.

D'altra parte il riscatto delle linee possedute dagli attuali esercenti rappresenterebbe per gli stessi, specialmente in questo momento, una preziosa smobilizzazione di capitali, e sotto questa forma un intervento dello Stato a loro favore apparirebbe perfettamente giustificato, e non avrebbe alcun carattere di privilegio.

Perfettamente giustificato appare inoltre l'intervento finanziario dello Stato nelle grandi reti: non è forse uno dei compiti fondamentali dello Stato il facilitare, e qualche volta il provvedere alle comunicazioni? non provvede già esso direttamente a quanto occorre alle strade nazionali? non provvede alla costruzione delle ferrovie? non

sovvenzione le altre strade, le ferrovie stesse, i servizi automobilistici per renderne economicamente possibile l'esercizio e l'estensione?

L'energia elettrica è ormai da considerare una merce come un'altra, necessaria ormai quanto le più necessarie; soltanto non si può trasportare né in camion, né in ferrovia.

Nessuna obiezione quindi acchè lo Stato si accolli la maggior parte della spesa di riscatto e di costruzione delle linee, e che ne faciliti in tutti i modi l'esercizio, pure affidando costruzioni ed esercizio all'industria privata, ma sotto la condizione fondamentale che la linea, previa osservanza delle naturali esigenze tecniche, serva a tutti, secondo norme opportune, e che sarebbe per ora superfluo di sviluppare ulteriormente.

Io credo anzi, che a ciò si dovrebbe essenzialmente limitare l'intervento finanziario dello Stato nell'industria elettrica, a sviluppare la produzione potendosi al più richiedere qualche agevolazione fiscale nei primi anni di esercizio delle nuove centrali, così come lo Stato usa fare per favorire anche altre iniziative, che abbiano un generale interesse.

*

E per il maggior costo degli impianti avvenire, che già si è visto di carattere ineluttabile? occorre infatti risolvere quest'ardua questione, per quanto sensibilmente attenuata una volta risolto il problema delle grandi reti.

Che lo Stato, anche a parte le difficoltà finanziarie, in cui si dibatte presentemente, possa sic et simpliciter concorrere al finanziamento delle imprese private, che, anche se oggi in mano a persone rispettabili e assai spese benemerite, domani potrebbero per una manovra di banca cadere in potere di gruppi, che non possedessero né l'una né l'altra di queste qualità essenziali, sembra per lo meno, all'infuori di casi affatto eccezionali, assai dubbio, sia perchè lo Stato rischierebbe di ingolfarsi in una funzione non sua e irta di difficoltà e di sorprese, sia perchè, se lo Stato può fino a un certo punto disinteressarsi del monopolio, non potrebbe però in nessun caso dare opera a spianargli la strada.

Perciò nell'ipotesi di un intervento dovrebbe assumere un'ingerenza tale negli impianti elettrici da far rimpiangere agli esercenti i patemi d'animo sofferti per gli enti autonomi, e da arrivare in sostanza a una larvata statizzazione.

Se gli esercenti veramente aspirano a governarsi da sé, e in un ambiente di sana libertà economica, cui già concorrerebbe potentemente la creazione e l'esercizio a sé stante della rete, occorre provvedere in altro modo alla difficoltà gravissima degli ammortamenti.

È pacifico, che tra impianti vecchi e impianti nuovi andrà a sussistere una differenza formidabile nel costo unitario dell'energia, e, per le ragioni oggi messe in rilievo, disgraziatamente sempre più grave, tanto grave, si è detto anzi da taluno, da render difficile l'utile collocamento dell'energia di nuova produzione.

Quest'ultima opinione è probabilmente esagerata, perchè il costante aumento dell'erogazione, che i diagrammi dei consumi manifestano, non dipende attualmente, se non in minima parte da opera di penetrazione e di propaganda, nella sua quasi totalità dipende invece dalla scarsa saturazione media del mercato, e dalla fame di energia elettrica, che ha in conseguenza il paese; esso ha infatti bisogno per le sue esigenze di sviluppo più elementari di non cadere troppo vicino al consumo medio mondiale, che si è visto non eccessivamente lontano dal consumo medio dell'Italia, pure restando indietro, come nelle attuali condizioni si può dire fatale, non solo alla Svizzera e agli Stati Uniti, ma anche all'Inghilterra, alla Germania e alla Francia. Quante ingenue illusioni non si sono coltivate anche su questo punto!

È ben vero, che, anche per coonestare in qualche modo l'attuale monopolio di fatto, e più per salvarne l'incolumità nell'avvenire, si va dicendo, che gli impianti nuovi devono essere fatti dagli attuali esercenti, perchè solo essi sono in grado di temperare nelle future tariffe il costo degli impianti nuovi con quello degli impianti vecchi; io non voglio dubitare, poichè ciò è stato autorevolmente affermato, che non ci sia qualche benemerito, che non si proponga seriamente questa direttiva, ma è certo, che per ineluttabile legge economica, passato l'attuale periodo di transizione, le tariffe si dovranno livellare sui costi più alti degli impianti idroelettrici, il limite essendo il costo dell'energia prodotto termicamente; l'affermazione contraria non può essere che poesia, anche perchè, se non foss'altro, negli organismi industriali possono sempre penetrare uomini e direttive nuove.

Allora, se gli utenti vecchi, cioè gli utenti attuali, dovranno, passata la festa, essere sottoposti a tariffe più elevate, tant'è, che questo sacrificio serva realmente almeno in parte a limitare l'incremento successivo, cioè a sostenere quella parte dell'ammortamento degli impianti nuovi, che effettivamente risultasse eccessivo anche alla stregua dei nuovi possibili prezzi.

Di qui l'idea di un sovrapprezzo su tutta l'energia erogata destinato espressamente ad alleggerire il carico degli ammortamenti degli impianti nuovi: si pensi, che basta un centesimo di aumento medio per kWh già per raccogliere 40 milioni all'anno, e siccome questo sovrapprezzo può senza difficoltà essere portato a due, tre o più centesimi, si vede quale notevole capitale può annualmente aversi liquido senza ricorrere direttamente alle casse dello Stato, senza turbare sensibilmente le condizioni di fatto attuali, migliorando anzi quelle del prossimo avvenire, chiamando a contributo, anzichè proprio la generalità dei cittadini, la parte di essi più interessata nella questione, che sono appunto gli utenti.

Questo sovrapprezzo avrebbe in sostanza il carattere di una sovrattassa, e come tale effettivamente se ne potrebbe coll'autorizzazione dello Stato procedere all'esazione, sovrattassa a larghissima base, come dimostra il suo largo gettito, già ad aliquote relativamente assai tenui: perciò esso, pure applicandosi ad energia fornita dai vecchi esercenti, non potrebbe semplicemente a questi ritornare, perchè sarebbe, può ben dirsi, economicamente immorale, che gli utenti dovessero col loro sacrificio consolidare quel monopolio, che oggi li lega al suo carro, che domani, cambiati eventualmente uomini e direttive, potrebbe angariarli.

Dovrebbe invece costituire la base di un istituto finanziario ad hoc, dove gli esercenti dovrebbero avere la loro voce, e così pure lo Stato, ma che dovrebbe facilitare il finanziamento di ogni impresa seria, che accettasse di accingersi al lavoro sottostando ad opportune condizioni.

Ben'inteso, compito dell'istituto non sarebbe proprio quello di finanziare gli impianti; è questo un compito, che dovrebbe continuare a spettare al credito nelle sue forme usuali, ma quello di assumere un'equa parte dell'onere degli ammortamenti, offrendo una garanzia utilissima anche per un ricorso parziale al capitale straniero.

In linea di massima, com'è possibile soltanto fare per ora, quali dovrebbero essere allora le direttive del nuovo istituto?

A mio credere, dovrebbe essere appunto l'erigendo istituto, che, sotto il controllo dello Stato, naturale tutore e distributore mediante i suoi organi delle acque pubbliche, e sentito il parere dell'esercizio della rete, che dovrebbe servire al medesimo come di appropriato segnalatore dei bisogni del consumo, e perciò preferibilmente connesso all'istituto stesso, dovrebbe, anche in armonia col graduale sviluppo della rete, indicare le forze idrauliche progressivamente da sfruttare, forze, di cui dovrebbe mettere a vero e proprio concorso l'utilizzazione.

Gli attuali esercenti, che potrebbero, in confronto alla concorrenza, giovare d'una maggiore esperienza e della loro preesistente organizzazione, avrebbero con ciò un giusto e non disprezzabile vantaggio.

La preferenza dovrebbe essere data in definitiva a chi presentasse non solo il progetto tecnicamente migliore, e le migliori garanzie di buona e sollecita esecuzione, ma anche l'offerta economicamente più vantaggiosa, sia per ciò che riguarda il concorso finanziario dell'istituto, sia le tariffe per i distributori all'infuori di qualunque altro intermediario, ai distributori rimanendo ulteriormente a carico l'onere del pedaggio per l'utilizzazione della rete.

Con questo meccanismo sarebbe anche evitato quello sperpero di disponibilità, che, se si è potuto tollerare finora, rischia di diventare d'ora in poi quasi un delitto col progressivo rarefarsi delle forze residue.

Sembra, che, colla sistemazione ora a grandi linee esposta, gli esercenti attuali, pur privati del monopolio, non avrebbero motivo di lagnarsi, la sistemazione stessa essendo stata studiata col dovuto riguardo alle loro giuste esigenze.

Sembra anche, che la proposta sistemazione provvederebbe allo sviluppo ulteriore degli impianti elettrici, che le fortune d'Italia reclamano colla massima urgenza, in quel miglior modo, che gli aumentati costi unitari, e le limitate disponibilità di energia idraulica ancora consentono.

Quando queste saranno praticamente esaurite, verrà il momento di pensare a provvedimenti nuovi; l'essenziale è, su questo punto, se si vuole prevenire per allora la necessità di atti di autorità troppo bruschi, che lo Stato non si impegni cogli industriali per un tempo eccessivamente più lungo, tenendo conto, che purtroppo non si tratta ormai che di pochi decenni.

Questo modo di prospettare il problema, e le mie proposte sono certo diverse da quelle finora sostenute dagli esercenti, possono forse anche urtare gli interessi immediati di qualche singolo, però è tutt'altro che escluso, che a lunga scadenza non tengano miglior conto degli interessi fondamentali dei più, e certamente proteggono fin d'ora meglio quegli interessi supremi del paese, che agli esercenti stessi non possono non stare a cuore.

In ogni caso ho la coscienza di poter affermare, che quanto ho esposto, ho detto « per ver dire, non per odio d'altrui, nè per disprezzo ».

Considerazioni di varia indole hanno indotto la S. K. a scegliere per tali sottostazioni di collegamento, il tipo « all'aperto »; agli in-

convenienti di ordine tecnico che da una tale decisione scaturivano, (maggiore sensibilità ai disturbi atmosferici), si è creduto di poter far fronte abbondando nell'isolamento e con una disposizione razionalmente studiata delle varie parti.

Data l'identità delle esigenze a cui le varie sottostazioni debbono soddisfare, la S. K. ha adottato per esse un tipo unico, tanto per

pate: una centrale a due piani di m 10 di luce, destinata a sostenere il doppio sistema di sbarre collettrici ed a comprendere il trasformatore (punteggiato in figura) per quei collegamenti che lo richiedono, e due laterali di 5 m a cui vengono ammassate le linee e che comprendono gli interruttori in olio. L'aver disposto le sbarre collettrici su due piani (ed in ciò le sottostazioni S. K. differiscono da quelle Americane) se ha da un lato lo svantaggio di rendere meno

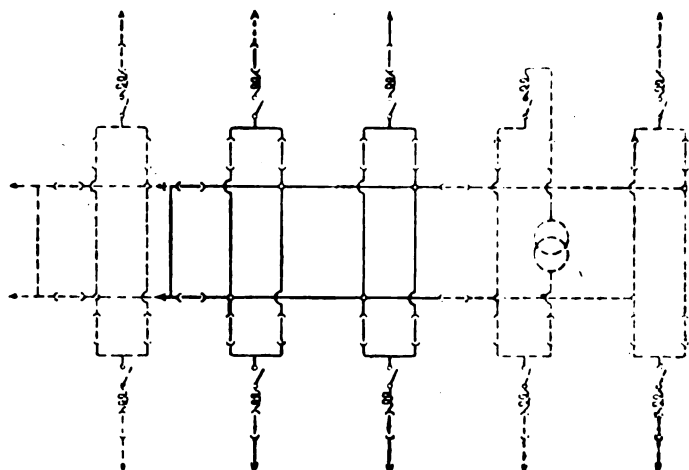


Fig. 2.

quel che riguarda lo schema delle connessioni (fig. 2 — essa si riferisce in particolare all'impianto di Gösgen: la parte tratteggiata rappresenta l'ampliamento in progetto; quella a tratto continuo la parte già in esercizio: due linee a 50 kV ed una a 135 kV), quanto per la pratica realizzazione dello schema stesso.

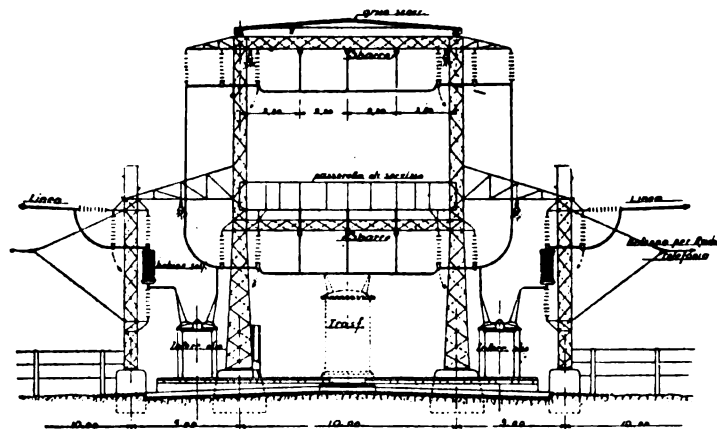


Fig. 3.

agevole la manovra dei coltelli separatori, ha dall'altro, migliorando le condizioni statiche del complesso, permesso di realizzare un notevole risparmio di ferro.

Un opportuno sistema di rotaie è disposto per il cambio e la riparazione degli interruttori e dei trasformatori. I conduttori, ad evitare la formazione della corona, sono costituiti da tubi da gas ra-

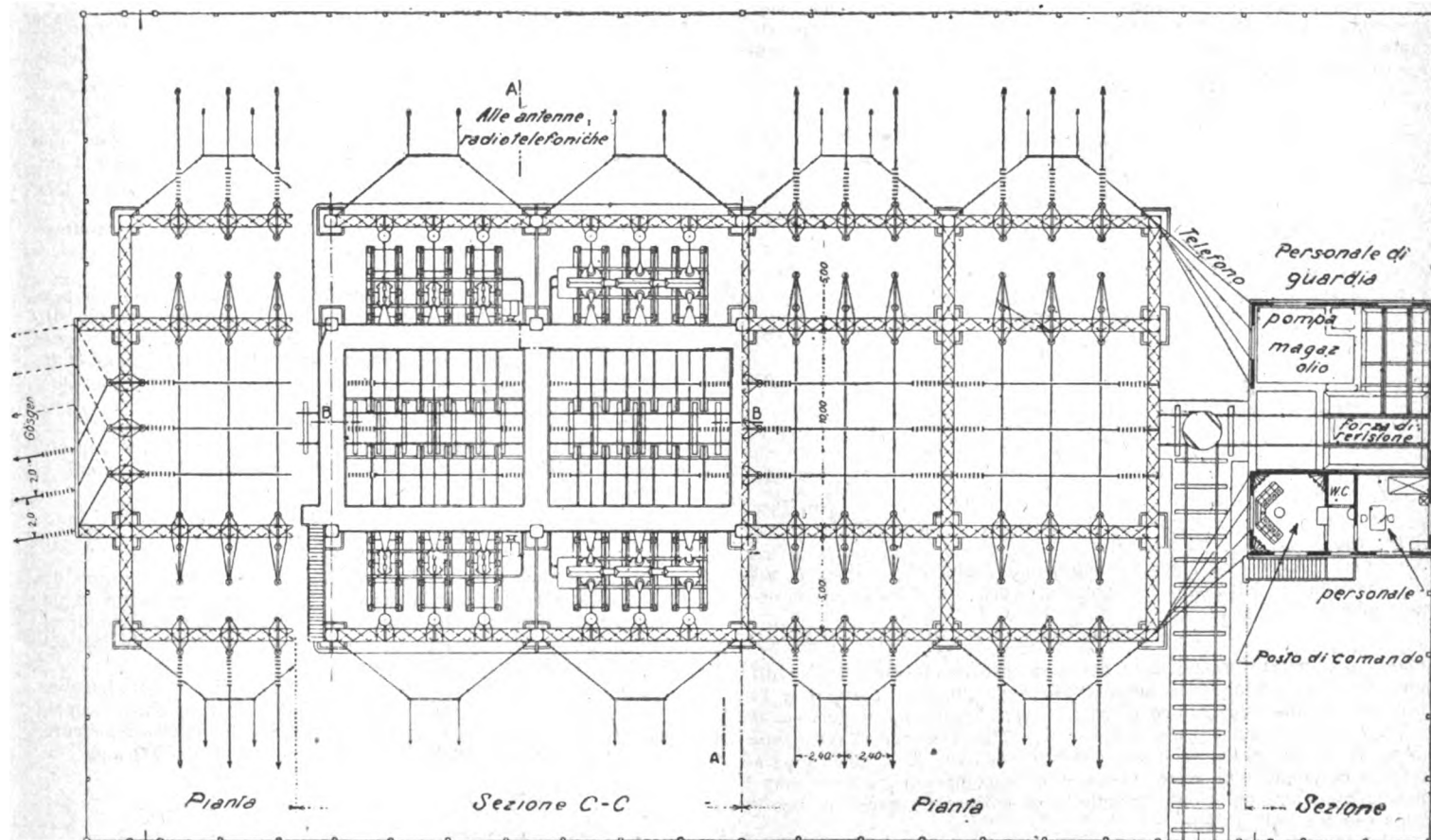


fig. 4. — Pianta e sezioni della sottostazione di Gösgen. — Scala 1 : 350.

Il parallelo delle varie linee, che viene di regola effettuato dalle centrali, può eseguirsi direttamente ovvero attraverso un trasformatore ove si tratti di linee a tensioni diverse, su un doppio sistema di sbarre collettrici. Ciascuna linea in arrivo è munita del proprio interruttore in olio (dimensionato per la massima potenza di corto circuito di tutte le centrali collegate alla linea stessa) e di bobine induttive che rappresentano il solo provvedimento preso contro le sovratensioni.

Costruttivamente, le sottostazioni vengono ad essere costituite da una serie di elementi metallici eguali (6 nell'impianto di Gösgen) distanziati tra loro di 10 m, e formati ciascuno (fig. 3) di tre cam-

mati. La sospensione è fatta a mezzo di isolatori a catena, tutti ad otto elementi. La fig. 4 mostra chiaramente in sezione ed in pianta, la disposizione delle varie parti e le costruzioni accessorie nell'impianto di Gösgen.

In totale per tale sottostazione si sono impiegate 29 tonn di ferro e 200 m³ di beton (80 m³ per fondazioni e 120 m³ per l'impianto dei binari). Il risparmio realizzato nel costo delle costruzioni con l'adozione del tipo «all'aperto» è stato dell'80% circa (~ 4 fr/m³ invece di 25-30 fr/m³). Il costo delle costruzioni stesse rappresenta, in questo tipo, il 25% del costo totale d'impianto, mentre per sottostazioni al coperto tale percentuale si eleva al 50 per cento. f. n.

* *

MOTORI ELETTRICI.

Studio sulla messa in sincronismo dei motori sincroni avviati sotto carico. (Revue B. B. C., dicembre 1922).

L'A. si propone di esaminare i fenomeni che hanno luogo all'atto del passaggio al sincronismo di un motore asincrono sincronizzato, il cui rotore ad avviamento effettuato viene alimentato mediante corrente continua, e di studiare inoltre il momento più opportuno e le condizioni più favorevoli, nelle quali questo passaggio può avvenire sotto carico.

Quando il motore è in regime di funzionamento asincrono, le correnti rotoriche indotte generano col campo rotante la coppia asincrona, indipendente nei motori polifasi dalla posizione relativa del rotore rispetto allo statore, coppia che è in equilibrio con quella dovuta al carico.

Se ora il rotore viene alimentato mediante corrente continua, le ampere-spire prodotte da quest'ultima danno luogo a delle correnti nello statore di senso contrario, le quali si chiudono sulla rete e hanno per effetto dello scorrimento del rotore una frequenza di poco inferiore a quella della rete. Queste correnti riducono il campo prodotto dalla corrente continua ad un piccolo valore residuo limitato solo dalla dispersione e dalla caduta di tensione ohmica nello statore, poichè per le stesse la rete rappresenta un corto circuito.

La durata di queste condizioni intermedie è piccola riferita al periodo successivo necessario per la messa in sincronismo e perciò essa può venire trascurata.

Si può inoltre ammettere che a partire da un certo istante il rotore è percorso da correnti indotte di frequenza corrispondente allo scorrimento alle quali si sovrappone la corrente continua di una intensità definita, così che la coppia del motore può essere immaginata quale risultante delle due componenti seguenti:

1) la coppia «asincrona» dovuta alle correnti indotte e al campo rotante;

2) la coppia «sincrona» dovuta alla corrente continua e al campo rotante.

Quest'ultima, contrariamente alla coppia asincrona, dipende dalla posizione relativa dell'avvolgimento del rotore rispetto al campo rotante e va soggetta a delle variazioni periodiche nell'intervallo di ogni periodo dello scorrimento.

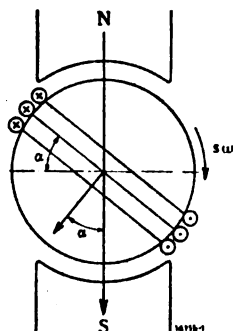


Fig. 1.

Nella fig. 1 il campo rotante è rappresentato dai due poli fissi rispetto ai quali l'avvolgimento d'eccitazione, raffigurato da poche spire, ruota alla velocità angolare di scorrimento ($s\omega$). Se S indica la coppia di sincronismo per una posizione qualunque e S_{max} il valore massimo di detta coppia si potrà scrivere con sufficiente approssimazione:

$$S = S_{max} \sin \alpha$$

dove α è l'angolo formato dalla normale positiva al piano dell'avvolgimento d'eccitazione (nel nostro caso avvolgimento rotorico) e la direzione positiva del campo rotante. S sarà quindi = 0 per $\alpha = 0$ e $\alpha = 180^\circ$ e massimo per $\alpha = 90^\circ$ e $\alpha = 270^\circ$. Fissando il senso positivo di α nel senso dello scorrimento positivo, la coppia S sarà motrice e quindi avrà valori positivi per α compreso fra 0° e 180° , mentre eserciterà un'azione frenante, avrà cioè segno negativo, per α compreso fra 180° e 360° .

Immersa la corrente continua nell'avvolgimento del rotore, il motore che fino allora funzionava con scorrimento costante, accelererà o ritarderà la sua marcia a seconda che la coppia sincrona al momento dell'inserzione della corrente continua sarà positiva o negativa. Lo scorrimento quindi e contemporaneamente la coppia asincrona diminuirà o aumenterà e non sarà più in equilibrio con quella resistente. Supponiamo per es., che il motore subisca un'accelerazione: lo scorrimento e quindi la coppia asincrona diminuiranno. Una frazione del carico sarà trascinata dalla coppia sincrona di modo che l'accelerazione diminuirà a sua volta. Se ora il motore, prima di raggiungere il punto di sincronismo sorpassa le posizioni nelle quali la coppia sincrona può trascinare il carico totale, l'accelerazione subirà una brusca interruzione; lo scorrimento tornerà ad aumentare tanto più rapidamente quanto il motore raggiungerà le posizioni nelle quali la coppia sincrona diventa negativa ed agisce da freno.

Risultato di questi fenomeni sarà una variazione pendolare della

velocità. In qualsiasi istante la somma delle coppie motrici sarà eguale a quella delle coppie resistenti che agiscono sul motore. Si potrà scrivere la relazione:

$$A + S = M + B \quad (1)$$

nella quale

A = coppia asincrona;
S = » sincrona;
M = » resistente dovuta all'inerzia delle masse rotanti;
B = » resistente dovuta al carico.

Prima dell'alimentazione del rotore con corrente continua la coppia asincrona serviva da sola ad equilibrare in istato di regime quella resistente dovuta al carico con uno scorrimento s_0 . Essendo la coppia asincrona proporzionale allo scorrimento, per un valore qualunque s di quest'ultimo si avrà:

$$A = B \frac{s}{s_0} \quad (2)$$

La variazione della coppia sincrona è data da:

$$S = S_{max} \sin \alpha \quad (3)$$

Sia J il momento d'inerzia delle masse rotanti, ω la velocità angolare corrispondente alla frequenza f, p il numero delle coppie di poli, $\Omega = (1-s) \frac{\omega}{p}$ la velocità del rotore. La coppia M sarà data dalla relazione:

$$M = J \frac{d\Omega}{dt} = - \frac{J}{p} \omega \frac{ds}{dt} \quad (4)$$

Sostituiti i valori di (2), (3) e (4) nell'equazione (1), si ottiene:

$$B \frac{s}{s_0} + S_{max} \sin \alpha = - \frac{J}{p} \omega \frac{ds}{dt} + B \quad (1a)$$

Tenuto conto che:

$$s\omega = \frac{d\alpha}{dt} \quad (5)$$

e sostituito questo valore nella (1a) si avrà l'equazione differenziale del movimento pendolare:

$$\frac{J}{p} \frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{B}{s_0\omega} \frac{d\alpha}{dt} + S_{max} \sin \alpha = B \quad (6)$$

La soluzione di quest'equazione è complicata, perchè essa non rappresenta un movimento pendolare armonico semplice: infatti l'ampiezza α può assumere dei valori multipli di 360° e non è quindi possibile di sostituire il valore di $\sin \alpha$ con quello di α .

Perciò l'A. fa astrazione dallo studio analitico e fissa le caratteristiche del fenomeno per mezzo di valori singoli d'integrazione calcolati per casi particolari.

Lo stato finale di regime al quale deve tendere il fenomeno pendolare è quello della marcia sincrona stazionaria, in cui la coppia sincrona per un determinato spostamento angolare α_0 tiene esattamente in equilibrio quella resistente. Questo stato di regime è dato dalla relazione:

$$S_{max} \sin \alpha_0 = B \quad (7)$$

Il valore inverso di $\sin \alpha_0$ rappresenta il rapporto fra la capacità di sovracarico del motore sincrono e il carico. Indicandolo con u si avrà:

$$u = \frac{1}{\sin \alpha_0} = \frac{S_{max}}{B} \quad (8)$$

L'A. passa quindi ad esaminare due casi pratici nel primo dei quali la corrente continua è immessa nel rotore nel momento in cui la posizione di quest'ultimo corrisponde all'inizio del periodo di ritardo ($\alpha = 180^\circ$) e nel secondo in cui questa posizione coincide col l'inizio del periodo di accelerazione ($\alpha = 0^\circ$).

Il motore della potenza di 400 kW a 50 periodi, 12 poli, funziona a pieno carico con $s_0 = 0,03$ e viene eccitato in modo che la coppia sincrona massima raggiunga un valore di 1,5 volte quella resistente. Il momento di girazione totale delle masse rotanti è di 7200 kgm².

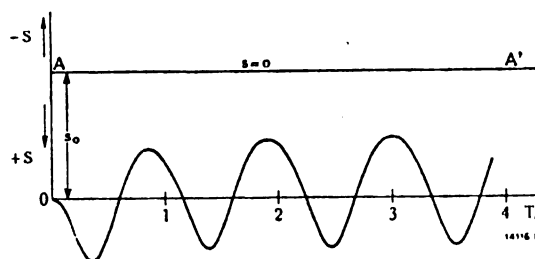


Fig. 3.

La fig. 2 rappresenta le variazioni dello scorrimento in funzione del tempo quando la corrente continua sia immessa nel rotore nel momento in cui $\alpha = 180^\circ$.

Le ascisse danno i tempi quali multipli del periodo dello scorri-

mento iniziale e le ordinate, portate in basso a partire dalla retta AA' , i valori positivi dello scorrimento. Il vettore AO rappresenta lo scorrimento iniziale s_0 e la retta AA' è il luogo geometrico delle velocità sincrone.

La curva dello scorrimento mostra che esso va soggetto a oscillazioni periodiche attorno ad un valore medio un po' inferiore a quello dello scorrimento iniziale con un massimo pari a 1,5 volte lo scorrimento iniziale, ma che il sincronismo non viene mai raggiunto.

In iscala differente le ordinate di questa curva danno i valori della coppia asincrona e il vettore AO rappresenta in questa scala il valore della coppia resistente B .

È chiaro che in tal caso il motore va soggetto ad un alternarsi continuo di accelerazioni e decelerazioni. Le coppie risultanti di accelerazione e decelerazione si otterranno dopo averle composte colla coppia sincrona.

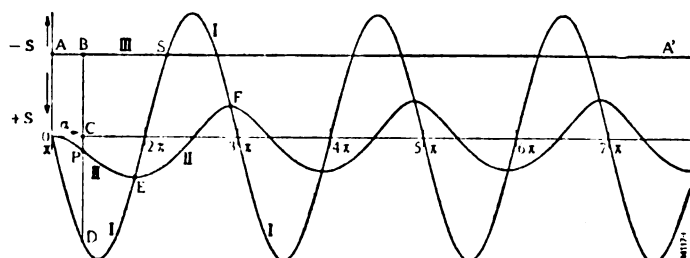


Fig. 3.

Una rappresentazione grafica più conveniente è data dalla fig. 3, nella quale si sono scelti per ascisse i valori dell'angolo α . La sinusoide I rappresenta la coppia sincrona, la curva II gli scorrimenti e la coppia asincrona misurati in basso fra la parallela III e l'asse delle ascisse: il vettore AO rappresenta nella scala degli scorrimenti lo scorrimento iniziale s_0 e nella scala delle coppie, la coppia resistente B . Il punto d'intersezione S della retta III colla curva I è lo stato sincrono stazionario che si tende a raggiungere, ma che nel nostro caso non viene mai raggiunto per nessun passaggio del rotore sotto i poli. Il vettore BP corrispondente al valore OC dell'angolo α rappresenta la coppia asincrona e BC la coppia resistente; l'eccedenza CP agisce nel senso di un'accelerazione. CD è la coppia sincrona, che è in questo punto negativa, di modo che la differenza PD è la coppia di frenatura risultante. Le ordinate delle curve I e II rappresentano perciò le coppie di accelerazione e decelerazione risultanti; la decelerazione e risp. l'accelerazione scompaiono nei punti d'intersezione delle due curve, nei quali perciò la curva II , che rappresenta anche la velocità, possiede delle tangenti orizzontali (punti E, F e segg.).

Le oscillazioni della velocità danno luogo a scosse meccaniche nelle parti del motore e a fluttuazioni della corrente assorbita i cui massimi superano il doppio della corrente normale.

Totalmente diverso è invece il fenomeno prodotto quando la corrente continua è immessa nel rotore nell'istante in cui la posizione di quest'ultimo rispetto al campo rotante corrisponde all'inizio di una semionda positiva ($\alpha = 0$). Le figure 4 e 5 danno la rappresentazione grafica di questo fenomeno per il motore del caso precedente.

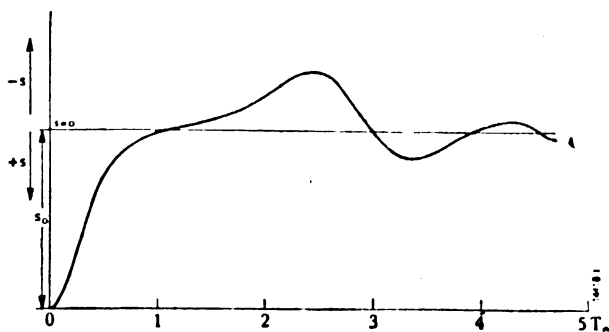


Fig. 4.

La figura 4 che rappresenta, in funzione dei periodi dello scorrimento iniziale, lo scorrimento che ha luogo colla medesima corrente di eccitazione, mostra che la velocità raggiunge il sincronismo dopo circa un periodo per poi oscillare con ampiezza sempre decrescente attorno alla velocità di sincronismo fino a raggiungerla stabilmente. La fig. 5 mostra in funzione di α la sinusoide I costituente la semionda positiva della coppia sincrona, che è la sola che entri in considerazione in questo caso, e la curva II dello scorrimento e risp. delle coppie asincrone. Quest'ultima raggiunge il sincronismo nel suo punto (α) d'intersezione colla retta III delle velocità sincrone, nel quale la coppia sincrona è leggermente superiore alla coppia resistente. Appena passato il sincronismo la velocità del rotore rispetto al campo rotante cambia senso e perciò vengono di nuovo percorse in senso inverso le posizioni percorse precedentemente di modo che il rotore non tende a scorrere da un polo a quello seguente, ma resta attaccato allo stesso polo del campo rotante. Nel punto b con tan-

gente orizzontale l'accelerazione cessa e in causa della decelerazione successiva il sincronismo viene raggiunto nel punto c , a partire dal quale il movimento torna ad invertirsi. Nel punto d s'inizia un nuovo periodo d'accelerazione e così di seguito fino a raggiungere il punto S corrispondente alla marcia stabile di sincronismo alla quale corrisponde lo spostamento angolare α_0 .

In questo caso le fluttuazioni della corrente assorbita e le scosse meccaniche sono trascurabili e vanno gradatamente desaparendo.

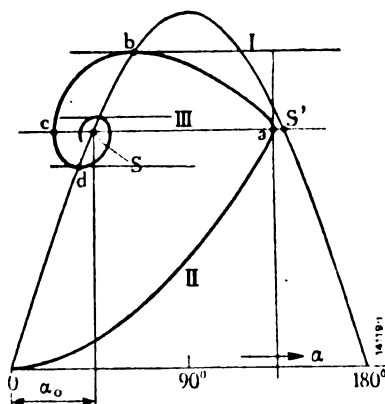


Fig. 5.

Si vede quindi che l'eccitazione, insufficiente alla messa in sincronismo iniziata nel punto $\alpha = 180^\circ$, è completamente bastante se essa viene iniziata nel punto $\alpha = 0$. Per assicurare una messa in sincronismo nel primo caso occorrerebbe una eccitazione di molto superiore.

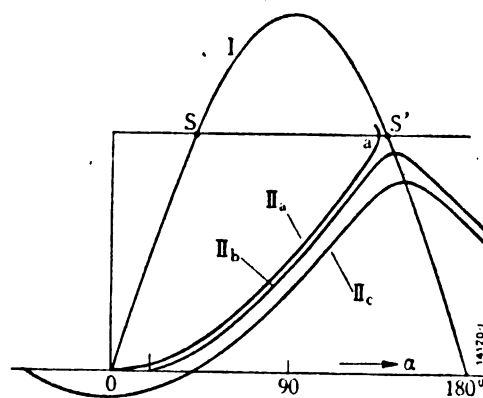


Fig. 6.

Le curve della fig. 6 che valgono per la medesima eccitazione dimostrano che l'istante più favorevole per la messa in sincronismo coll'eccitazione minima è il punto in cui $\alpha = 0$ (curva II^a). Infatti mentre per questa curva ($\alpha = 0$) la messa in sincronismo è ancor possibile, essa non può venir raggiunta nelle due altre curve II_b ($\alpha > 0$) e II_c ($\alpha < 0$).

Su queste basi si fonda il metodo adottato dalla A. G. Brown Boveri & Cie. Il momento più favorevole è quello in cui la corrente rotorica della fase da connettersi con un polo dell'eccitatrice a corrente continua passa per zero e precisamente nel senso che dovrà

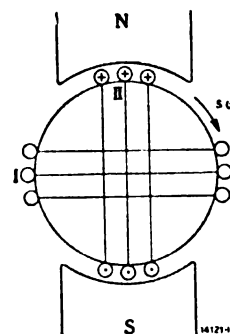


Fig. 7.

prendere in seguito la corrente continua. Questa manovra però dovrà aver luogo con un certo anticipo per tener conto del tempo necessario per l'inversione del commutatore e per permettere alla corrente continua di raggiungere l'intensità voluta. Sarà perciò conveniente di effettuarla nel punto in cui la corrente rotorica raggiungerà il massimo nel senso opposto a quello percorso in seguito dalla corrente continua. Questa manovra, per la quale è sufficiente disporre di un

amperometro polarizzato inserito nella fase da commutarsi, può aver luogo senza difficoltà e offre grande sicurezza. La commutazione automatica invece può farsi per mezzo di un relai provvisto di due bobine (fig. 8), una delle quali (5) eccitata dalla tensione dell'eccitatrice e l'altra percorsa dalla corrente rotorica. Nessuna delle due bobine è capace di per sé sola di produrre la inversione del commutatore, ma bensì tutte e due le bobine simultaneamente e questo solo nel momento in cui la corrente rotorica raggiunge il suo valore massimo nel senso necessario.

La manovra si limita all'inversione del commutatore (4) del relai dalla posizione *a* alla posizione *b*, per poi passare in *a* a sincronismo raggiunto.

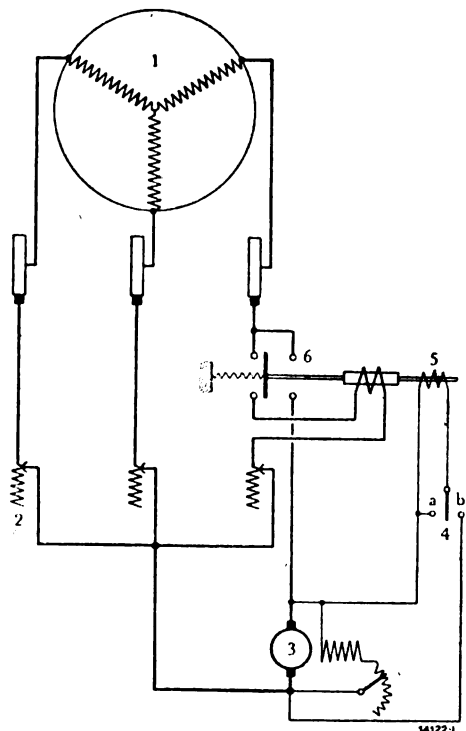


Fig. 8.

L'A. passa quindi a calcolare il minimo d'eccitazione necessaria per la messa in sincronismo di un motore nell'istante più favorevole. Egli giunge alla relazione:

$$\varphi(u) \geq 0,39 \frac{PD^2}{N} \left(\frac{100 s_0}{p} \right)^2 \left(\frac{f}{50} \right)^3$$

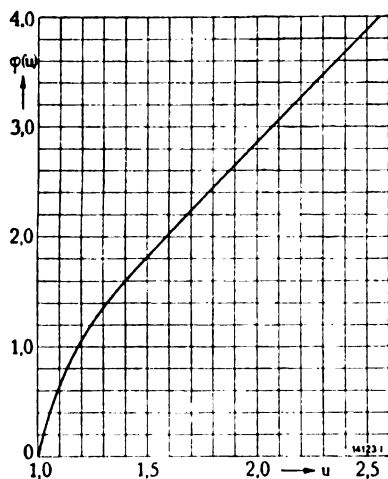


Fig. 9.

Nella stessa, $\varphi(u)$ è una funzione di $u = \frac{S_{max}}{B}$ data dalla curva a fig. 9, PD^2 è il momento di girazione delle masse rotanti in kgm^2 e N la potenza in kW. Nella fig. 10 la curva I rappresenta i valori di u in funzione di $\frac{PD^2}{N} \left(\frac{100 s_0}{p} \right)^2 \left(\frac{f}{50} \right)^3$.

Nell'esempio trattato nelle figure 2-6 $PD^2 = 7200 \text{ kgm}^2$; $N = 400 \text{ kW}$; $s_0 = 0,03$ e $p = 6$ per $f = 50$. Quindi

$$\frac{PD^2}{N} \left(\frac{100 s_0}{p} \right)^2 \left(\frac{f}{50} \right)^3 = 4,5.$$

A questo valore corrisponde nella fig. 10 $u = 1,47$. In realtà u era eguale a 1,5

Gli oscillogrammi a fig. 11a e 11b rilevati su un gruppo composto di tre macchine accoppiate, ciascuna di 1000 kW, rappresentano la corrente dello statore, quella rotorica e lo scorrimento alla messa in sincronismo del motore di comando. La commutazione ebbe luogo

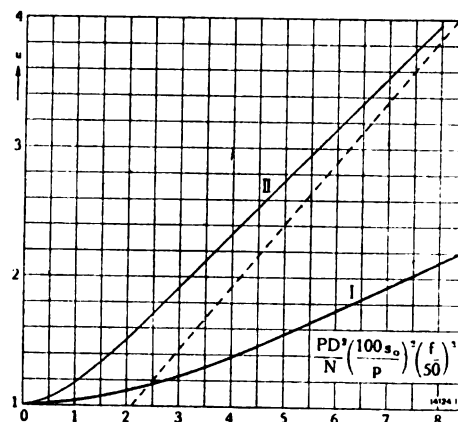


Fig. 10.

a mano e da ciò si spiega che la corrente in una delle fasi sia interrotta, come mostrano gli oscillogrammi, per una durata corrispondente a 6 periodi ossia 1/8 di secondo. Il rotore funziona durante questo tempo in monofase e contemporaneamente lo scorrimento aumenta

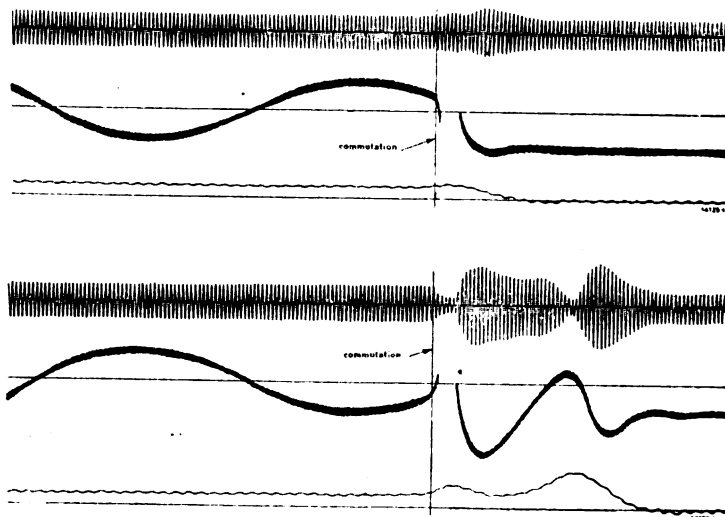


Fig. 11a e 11b.

leggermente. Mentre nel caso della fig. 11a la corrente continua venne immessa nel rotore nel momento più opportuno, nel caso della figura 11b ciò successe in un istante non conveniente. Superando però il valore della corrente d'eccitazione il minimo indispensabile, la messa in sincronismo ebbe tuttavia luogo dopo oscillazioni violente della corrente nello statore.

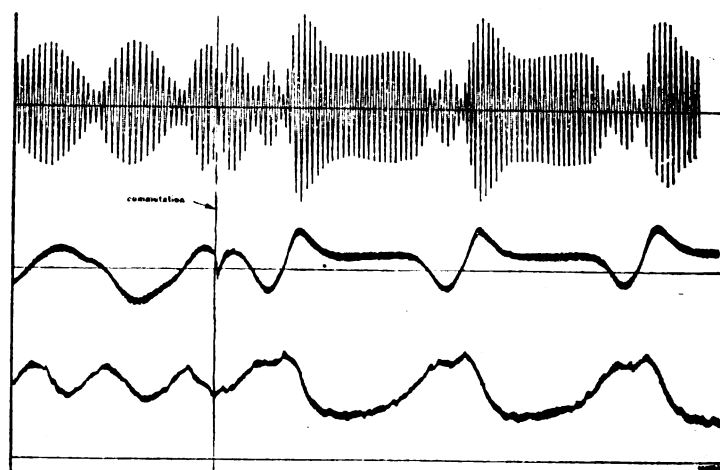


Fig. 12.

La fig. 12 invece dà l'oscillogramma di un motore in cui l'inizio della messa in fase ebbe luogo ad un istante sfavorevole e il sincronismo non venne raggiunto.

L'A. mostra infine che l'esattezza delle sue deduzioni teoriche è stata dimostrata dai risultati delle diverse prove. e. e. s.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

A. RINGEL — Amplificazione ad alta e bassa frequenza ottenuta in uno stesso triodo. (Wir. I. Age, gennaio 1923, Vol. 10° N. 4, pag. 60).

Il cosiddetto sistema ad amplificazione riflessa, il quale consiste essenzialmente nell'utilizzare uno stesso triodo per l'alta e bassa frequenza non è nuovo: esso è stato usato in Francia e in Inghilterra già parecchio tempo addietro e si sta ora diffondendo in America, negli apparati ricevitori per amatori e dilettanti, grazie alla perfezionata costruzione dei trasformatori ad alta frequenza.

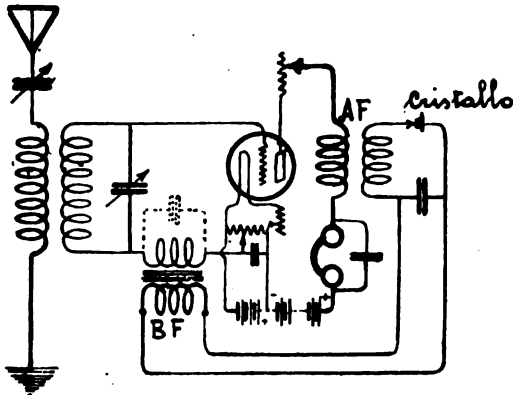


Fig. 1.

La fig. 1 rappresenta una sistemazione di circuiti in cui viene usato un triodo amplificatore e un cristallo rivelatore. La frequenza in arrivo agisce tra griglia e filamento per mezzo di un circuito di sintonia collegato induttivamente con l'antenna, viene amplificata nel circuito di placca e quindi applicata al cristallo rivelatore, attraverso

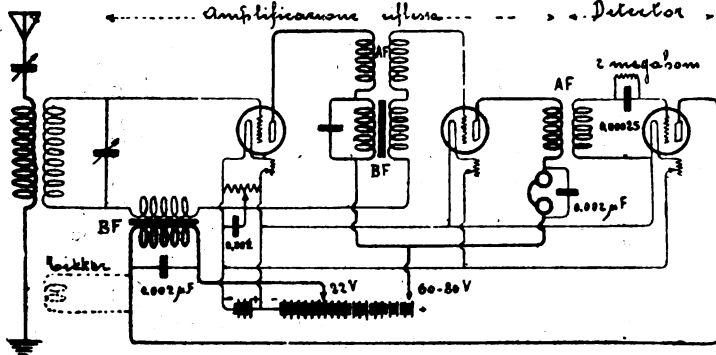


Fig. 2.

un ordinario trasformatore ad alta frequenza. L'onda raddrizzata è quindi rimandata ad agire sul circuito di griglia del triodo attraverso un trasformatore innalzatore a bassa frequenza e ricevuta poi al telefono. Questo viene naturalmente shuntato da un condensatore che serve da by-pass all'alta frequenza.

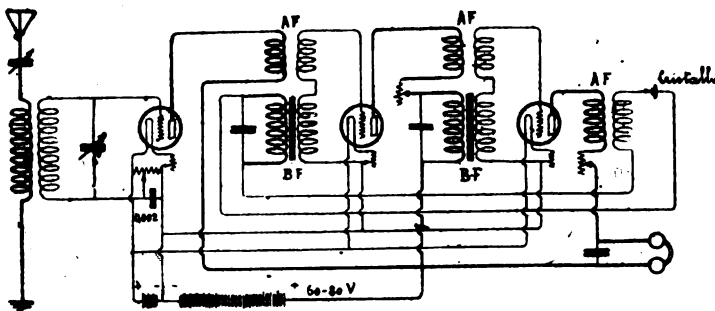


Fig. 3.

Un condensatore analogo, segnato a tratti in figura, può essere messo sul secondario del trasformatore a bassa frequenza; tale condensatore è però spesso inutile, essendo sufficiente la capacità distribuita degli avvolgimenti per permettere il passaggio della componente ad alta frequenza della corrente di griglia. La regolazione di tale installazione di circuiti è identica a quella degli ordinari apparati ricevitori, salvo l'aggiunta di una resistenza dell'ordine di 200-1000 Ω in serie nel circuito di placca, che serve ad impedire l'innescarsi di oscillazioni persistenti locali. Al posto del cristallo può essere usato un triodo raddrizzatore, mettendo nel circuito di placca di questo, il primario del trasformatore a bassa frequenza.

È da tener presente che ogni triodo può essere usato una sola volta sia per l'alta sia per la bassa frequenza; l'usarlo per più di una amplificazione causerebbe inevitabilmente l'innescarsi di oscillazioni persistenti.

La fig. 2 rappresenta un sistema di amplificazione riflessa a tre triodi. Nei primi due si hanno due stadi di amplificazione ad alta e due a bassa frequenza; il terzo funziona da rivelatore o detector; nel circuito di ritorno della bassa frequenza al primo triodo può essere messo anche un tikker, rappresentato a tratti nella stessa figura. La fig. 3 rappresenta una installazione di circuiti un po' diversa, in cui sono usati tre triodi e un cristallo raddrizzatore. Si hanno così tre stadi di amplificazione ad alta frequenza e due a bassa; nel primo triodo si ha l'ordinaria amplificazione ad alta frequenza, nei secondi due l'amplificazione riflessa. Il telefono è messo nel circuito di placca del terzo triodo, che agisce sul circuito del cristallo, il cui effetto raddrizzante viene rimandato al circuito di griglia del secondo triodo attraverso un trasformatore innalzatore a bassa frequenza; per mezzo

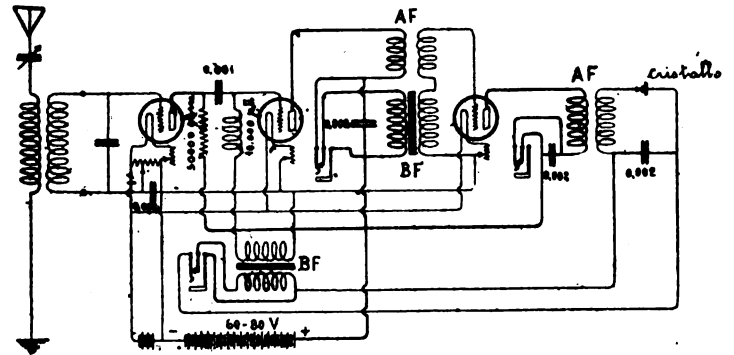


Fig. 4.

di opportuni innesti lo stesso telefono può essere messo in punti diversi dal circuito in modo da ottenere l'amplificazione che si desidera.

Un tipo di ricevitore ad amplificazione riflessa già in commercio è rappresentato in fig. 4. L'installazione non differisce in sostanza dalle altre, salvo alcune particolari modifiche introdotte dall'A. Il primo triodo è un amplificatore ad alta frequenza accoppiato per resistenza, con la particolarità dell'aggiunta di una reattanza di arresto o choker, che funziona come resistenza di dispersione del circuito di griglia. Se l'induttanza di tale choker è dell'ordine di 10 millihenry, la sua reattanza, per una frequenza di 1.000.000 è dell'ordine di 100.000 ohm. Per la bassa frequenza tale reattanza diventa praticamente trascurabile. Un'ordinaria resistenza di dispersione non potrebbe essere usata, giacché essa assorbirebbe gran parte dell'energia di bassa frequenza. È prevista la sistemazione per la ricezione con telaio e sono usati in questo, come negli altri schemi, i triodi normali ad alto vuoto.

U. So.

* *

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

L. LUBBERGER — Esercizio degli impianti di telefonia automatica. (E. T. Z. N. 37 e 38 del 14 e 21 settembre 1922, pag. 1157 e 1180).

La determinazione del numero dei cavi da disporre per il collegamento di due uffici telefonici, può farsi in modo relativamente semplice ricorrendo al calcolo delle probabilità ove si conoscano le caratteristiche del servizio ed ove si fissi a priori il suo rendimento.

Il primo può ritenersi definito al nostro scopo dalle seguenti grandezze: s = numero degli abbonati; c = numero dei collegamenti richiesti nell'ora di maggior traffico; t = durata di ogni collegamento (o durata dell'«occupazione»).

Quanto al rendimento esso vien definito dal rapporto tra le comunicazioni domandate e quelle possibili; al concetto di rendimento è però praticamente preferibile quello di «cifra di perdita». Quest'ultima viene ordinariamente fissata in 1%, ciò che significa che, su 1000 comunicazioni domandate, 1 non è effettuabile (per deficienza di linee).

Ciò posto, la probabilità che, nell'ora di maggior traffico, vengano contemporaneamente chieste x comunicazioni, può facilmente esprimersi con la:

$$(1) \quad p_x = \frac{\binom{s}{x} \left(\frac{s/t - s}{c - x} \right)}{\binom{s/t}{c}}$$

la quale può anche venire scritta sotto le forme:

$$p_x = \binom{s}{x} z^x (1 - z)^{s-x} = e^{-s} \frac{y^s}{x!}$$

in cui $z = \frac{ct}{s} = \frac{y}{s}$

Digitized by Google

L'uso della (1) o delle equivalenti agli usi pratici, ossia alla determinazione del numero x dei cavi di unione tra due uffici affinché la cifra di perdita non oltrepassi un determinato valore, riuscirà chiara ove si ponga mente che il dire: «nel corso dell'ora la probabilità che si verifichino contemporaneamente x richieste di comunicazione è p_x », equivale a dire «nel corso dell'ora, durante $3600 \times p_x$ secondi, si hanno x richieste contemporanee di comunicazione, ossia sono contemporaneamente impegnati x cavi».

Così per esempio, sia $s=50$; $c=60$; $t=\frac{1}{30}$; $h=2'$, e si sup-

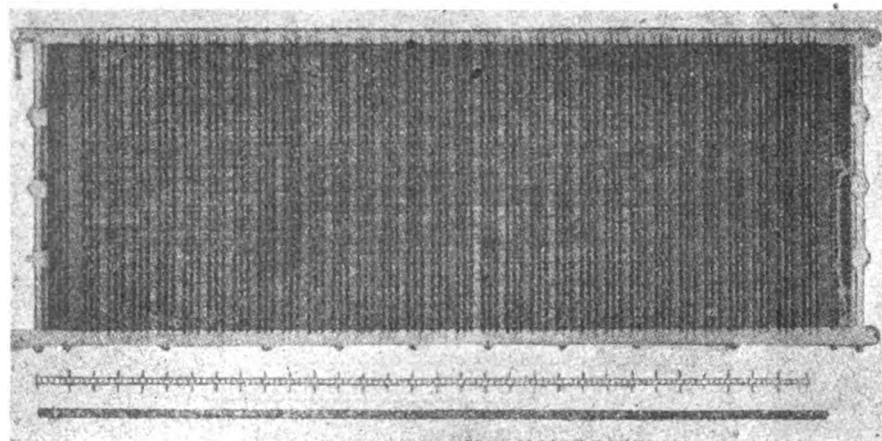


Fig. 1.

ponga di collegare i due uffici che servono gli abbonati, con cinque conduttori. Dalla (1) si calcola: $p_5 = 0,0108$; $p_7 = 0,00283$; $p_8 = 0,00062$; $p_9 = 0,00012$; $p_{10} = 0,00002$ (non conviene estendere la ricerca ad ulteriori valori di x , poichè già per $x=10$, si ha una probabilità estremamente piccola). Le perdite di tempo che causano la mancanza dei conduttori 6, 7, 8, 9, 10, possono allora così calcolarsi:

conduttore	6	perdita	$0,0108 \times 3600 = 39''$
»	6, 7	»	$2 \times 0,00283 \times 3600 = 20'',4$
»	6, 7, 8	»	$3 \times 0,00062 \times 3600 = 21'',8$
»	6, 7, 8, 9	»	$4 \times 0,00012 \times 3600 = 1'',32$
»	6, 7, 8, 9, 10	»	$5 \times 0,00002 \times 3600 = 0'',35$
Totale			$82'',87$

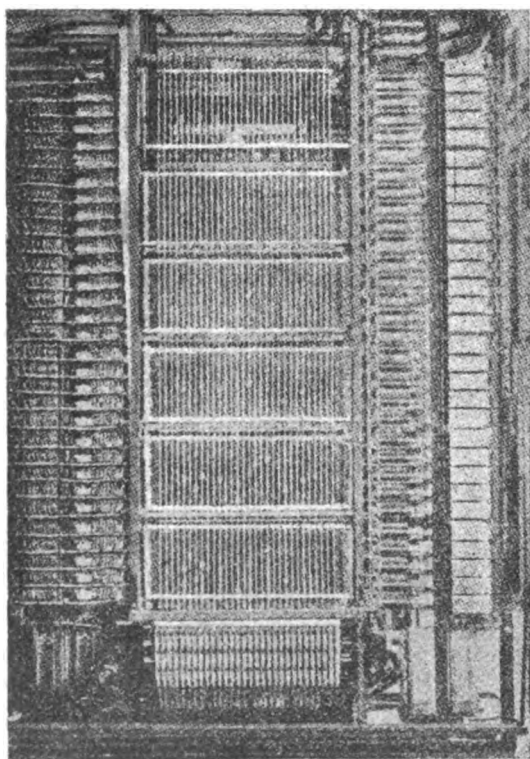


Fig. 2.

La cifra di perdita sarebbe quindi in questo caso $\frac{82,87}{y} = \frac{82,87}{7200} = 11,5\%$. Ripetendo il calcolo ora esposto supponendo di adottare 6 e 7 conduttori, si giunge rispettivamente a cifre di perdita del 3,5‰ e 1,1‰. Il collegamento con 7 cavi può pertanto, nel nostro caso, ritenersi accettabile.

I concetti ora esposti possono estendersi a casi più complessi, tenendo naturalmente conto della disposizione che, allora, vengono

ad assumere i vari organi costitutivi dell'impianto e delle limitazioni che la loro propria costituzione esercita sulla entità del traffico.

Dopo aver riportato alcuni diagrammi che, mettendo in raffronto i risultati del calcolo con le osservazioni sperimentali, comprovano l'attendibilità dei risultati a cui i metodi sovraesposti conducono, l'A., supponendo sufficientemente noto il sistema «Strowger», dà una sommaria descrizione degli elementi costitutivi dell'altro sistema tipico di telefonia automatica, attuato dalla Western Electric Co. (WEC).

L'elemento costitutivo del selettore WEC è formato da una serie di 300 striscie di lamiera, lunghe ~ 1 m, sovrapposte ed isolate fra di loro e sagomate in guisa da presentare ciascuna ai due lati, 30 lamelle sporgenti. Queste ultime sono così distanziate e le striscie vengono così messe in opera che in definitiva si ottiene (fig. 1) un campo con 30 serie di 100 contatti tripli ognuna. Di tali elementi costitutivi se ne sovrappongono 5, talchè il selettore, nel suo complesso, assume l'aspetto della fig. 2 (qui è aggiunto, in alto, un 6° elemento il quale serve ad addurre la corrente e ad altri scopi).

La parte mobile del selettore è costituita da una asta tubolare, lunga ~ 3 m, alla quale sono solidali 6 spazzole (1 per elemento) e che termina, nella parte inferiore (fig. 3) con una striscia piatta di lamiera. E precisamente quest'ultima che, premuta a mezzo di appositi magneti di accoppiamento contro rulli continuamente giranti, provoca la salita o la discesa dell'asta tubolare e quindi delle spazzole; queste, nella posizione di riposo, non strisciano sulle lamelle sporgenti, perchè ne sono tenute distanti da camme solidali ad un alberello girevole (visibile in fig. 3, davanti all'asta tubolare, e ad essa parallelo) il quale, assumendo posizioni diverse, libera e quindi rende attiva una piuttosto che un'altra spazzola.

Il comando dell'intero selettore è fatto a mezzo di tre rulli, continuamente in moto, e di serie di tre corrispondenti magneti di accoppiamento, dei quali uno per la salita, l'altro per la discesa delle aste tubolari ed il terzo per gli alberelli di comando delle spazzole.

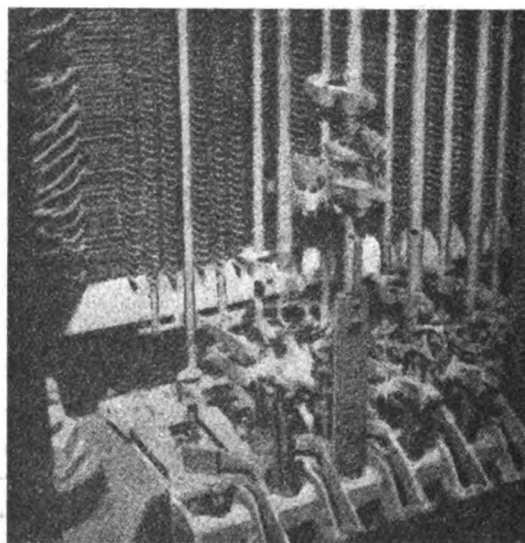


Fig. 3.

La costituzione che costruttivamente vengono ad assumere i selettori WEC (5 campi di contatti e 5 spazzole), la impossibilità di commisurare esattamente la velocità dell'emissione di impulsi di corrente da parte di tutti gli abbonati alla velocità dei rulli di comando dei selettori, il fatto che non si può richiedere all'abbonato di lasciare trascorrere un certo tempo tra una emissione di impulsi e la successiva per dare tempo al selettore di cercare la linea libera ed infine la necessità di non dover procedere ad una nuova numerazione degli abbonati, ogni qual volta un nuovo ufficio automatico si viene ad aggiungere ai preesistenti, fanno sì che, nell'impianto si rendono necessari, tra l'abbonato ed i selettori, organi supplementari i quali:

a) registrino le emissioni dell'abbonato («magazzini»);
b) le «riducano», in modo automatico («riduttore»), in guisa che l'abbonato A, per chiamare l'abbonato B, debba sempre procedere nell'identico modo, quali che siano le modificazioni apportate nell'impianto generale (costruzione di nuovi uffici automatici, ecc).
Dopo aver dato una descrizione molto sommaria della disposizione all'uso adottata dalla WEC, l'A. fa un confronto fra il sistema adottato da quest'ultima e lo «Strowger», giungendo alla conclusione che, in sostanza, entrambi i sistemi si adattano altrettanto bene alle molteplici esigenze dell'esercizio.

CRONACA

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

Nuclei di bobine di apparecchi telefonici, in polvere di ferro compressa. — È attualmente usato in America, per costituire i nuclei delle bobine Pupin, il ferro polverulento, al quale si conferisce una sufficiente rigidità meccanica comprimendolo entro forme appropriate.

La polvere si ottiene elettrolizzando una soluzione di solfato di ferro, di cloruro di ferro e di solfato d'ammonio, tra un anodo di acciaio dolce ed un catodo di acciaio pulito (1,3 A per dm²). Allorché il deposito catodico ha raggiunto lo spessore di qualche millimetro, lo si raschia, lo si riduce in polvere (che deve passare per uno staccio da 32 maglie per cm²), si riscalda fino a 850° e si lascia infine raffreddare lentamente. In seguito si procede al laccaggio della polvere (allo scopo di isolare elettricamente tra loro le singole particelle) e si passa quindi alla confezione degli anelli (di solito di 6 mm di spessore e che, sovrapposti, vengono a costituire il nucleo delle bobine Pupin) la quale segue mediante compressione a 1500 atm.

I nuclei vengono fabbricati in tre qualità che si diversificano per le caratteristiche della polvere impiegata: la resistenza alla trazione varia tra 26 e 94,5 kg/cm², il peso specifico tra 6 e 7,1 kg/dm³ e la resistenza elettrica tra 0,6 e 9 Ω/cm-cm².

f. n.

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

I più grandi trasformatori europei a raffreddamento naturale. — La Società Anonima Brown Boveri e C. di Baden, ha costruito, per l'installazione delle Strade Ferrate Federali Svizzere, due trasformatori monofasi, della potenza di 5000 kVA, 16 2/3 periodi, rapporto 60 000/15 000 volt a raffreddamento naturale.

Questi trasformatori, ragguagliati alle frequenze industriali, risultano i più grandi a raffreddamento naturale che siano stati finora costruiti in Europa.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

L. D'AQUINO. — *La decomposizione delle righe spettrali per effetto del campo elettrico.* — Problemi risolti e questioni aperte. — Unione Tipografia Combattenti, Napoli, 1922. — Un vol. 17 x 24 cm., pag. 86, fig. 5. — Prezzo L. 10.—

RELAZIONE DEL COMMISSARIO REGIONALE PROF. ING. LORENZO FERRARIS. — (Dagli Annali del Consiglio Superiore delle Acque, 1922, fasc. 4. - *La produzione e distribuzione dell'energia elettrica nella regione Veneta*, 1922, formato 24 x 33. - Editore F. Garzia, Venezia.



**Associazione
Elettrotecnica Italiana**

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

CONSIGLIO GENERALE.

Il 20 corr. alle ore 15 si è tenuto nella sala della Sede di Milano il Consiglio Generale presieduto dal Presidente Generale Ingegnere Del Buono. Erano presenti una trentina di membri fra cui quasi tutti i presidenti delle Sezioni. L'Ordine del giorno comprendeva l'esame di varie importanti questioni, fra cui la decisione definitiva circa la sede del prossimo Congresso ed i temi da discutere in esso. Come già annunciato, venne confermata la sede di Venezia per il prossimo Congresso, da tenersi nella prima quindicina d'Ottobre, sul tema: «Le applicazioni dell'energia elettrica».

Una vivace discussione si ebbe sul nuovo decreto per la concessione di linee elettriche di trasporto e distribuzione, discussione che si chiuse con la votazione di un ordine del giorno riaffermante la necessità che la nostra Associazione venga interpellata in precedenza ogni qualvolta si debba procedere alla preparazione di disposizioni legislative interessanti l'elettrotecnica.

Si decise poi di rinunciare alla gita in Sardegna in causa della mancanza di un numero sufficiente di iscritti.

Infine venne presentato dalla Redazione del Giornale il primo estratto della descrizione impianti elettrici, relativa all'impianto di di Grego della Società Conti. La pubblicazione ricevette l'espressione dell'unanime compiacimento dei presenti.

Ci riserviamo di pubblicare in seguito il verbale della seduta.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

Ciclo di conversazioni sulla continuità e regolarità di esercizio degli impianti elettrici.

Verbale della 2ª Seduta - 1º marzo 1923.

Semenza: Apre la seduta ed invita i colleghi a discutere la comunicazione letta nella seduta precedente dall'ingegnere Campos sui trasformatori di misura in rapporto alla contiguità di esercizio negli impianti elettrici.

Campos: Riassume la sua lettura e la illustra con alcune proiezioni.

Rebora: Chiede all'ing. Campos che cosa consigli di fare quando si debbano comandare diversi apparecchi attraverso trasformatori di corrente. Supponendo per esempio di dover installare un kilowattmetro, un amperometro ed un interruttore a scatto automatico, caso in cui per la precisione occorrerebbero tre trasformatori separati, domanda quale sia la soluzione migliore per eliminare un eccessivo numero di apparecchi e di punti deboli.

Campos: Osserva che la domanda più che alla sicurezza si riferisce alla esattezza di misure. La soluzione non è facile. Dato il piccolo consumo degli apparecchi amperometrici, questi si possono montare sullo stesso trasformatore che comanda il wattmetro; non così per l'alimentazione dei relais. La soluzione migliore gli sembra, quando è possibile, quella di montare su uno stesso trasformatore di intensità due circuiti magnetici con due secondari separati; uno per il relais, e l'altro per gli strumenti di misura.

Rebora: Approva questo concetto.

Semenza: Ritiene chiuso l'argomento. Nella seduta precedente parlando della protezione delle centrali si è rilevato che l'uso dei relais sugli interruttori degli alternatori è da proscrivere, e conviene piuttosto di abbassare la tensione in caso di guasti. Prega i colleghi di sviluppare ulteriormente l'argomento.

Barbagelata: Riassume le conclusioni della seduta precedente; che cioè non convengono gli interruttori automatici sulle macchine; che è preferibile la diseccitazione automatica degli alternatori; che occorre che questi ultimi siano molto robusti e a grande reattanza interna per poter superare il primo colpo. Venendo alla diseccitazione automatica dice che questa si può concepire in diversi modi: 1) diseccitazione totale interrompendo il campo dell'eccitatrice, o mettendolo in corto circuito. In questo caso per riprendere il servizio deve intervenire il personale; 2) diseccitazione temporanea come è usata in America in un caso, in cui si interrompe l'eccitazione per un periodo di due secondi, e poi si ritorna ad eccitare la macchina. Diseccitazione e rieccitazione si ripetono automaticamente per tre o quattro volte, dopo di che, se il guasto non è cessato, si ha la diseccitazione definitiva e deve intervenire il personale; 3) diseccitazione fissa non completa, ottenuta a mezzo di una resistenza inserita sul campo e comandata da un relais che agisce sino a quando permane la causa del guasto; 4) limitazione automatica della corrente come nel regolatore Brown Boveri che agisce in modo da mantenere la corrente erogata al di sotto ad un certo limite, e ristabilisce l'eccitazione normale al cessare del guasto.

Sarebbe molto interessante discutere di questi vari sistemi.

Conviene poi distinguere nettamente i guasti esterni da quelli interni alla centrale. Questi avvengono, o nelle macchine, o negli apparecchi che sono installati nel quadro. Per i guasti esterni conviene che la centrale abbassi la tensione e aspetti che la causa esterna sparisca; per quelli interni occorre invece l'intervento immediato. Nel caso comune di una scarica negli avvolgimenti di un alternatore, se questo è fortemente ventilato, facilmente si incendia tutta la macchina. In questo caso non si può affidarsi esclusivamente al personale, perchè il guasto è troppo rapido. Occorre quindi un automatico che sia rapidissimo. L'organo di protezione deve diseccitare la macchina, aprire l'interruttore di linea per impedire un ritorno dell'energia dall'esterno, chiudere i condotti di ventilazione con apposite saracinesche. Anche di questo argomento poco si è detto. La protezione contro i guasti interni è, di solito affidata ai relais d'inversione, o relais wattmetrici, che comandano gli interruttori di uscita delle centrali. I relais wattmetrici hanno molti difetti perchè sono influenzati dal fattore di potenza, e avvenendo un corto circuito presso il relais non funzionano perchè viene a mancare uno degli elementi: la tensione. Per ovviare a questo inconveniente i relais hanno, di solito, anche una coppia amperometrica che li fa funzionare anche a massima corrente. Una protezione migliore si ottiene coi relais differenziali. Questi sono costituiti da due riduttori di corrente aventi eguali rapporti, messi uno a monte, l'altro a valle dell'apparecchio da proteggere e collegati sui secondari in modo che, in condizioni normali, le loro correnti si annullino nella bobina del relais propriamente detto. Avvenendo un guasto, le due correnti non sono più uguali e la loro risultante fa funzionare il relais in modo del tutto indipendente dalla tensione. Nei casi di forte sovraccarico vi è però il pericolo che l'apparecchio entri in funzione anche per un guasto esterno (mentre dovrebbe essere ad esso insensibile) se le caratteristiche dei due riduttori non sono perfettamente identiche. Questa protezione, qualora venisse applicata ai singoli apparecchi di una centrale, richiederebbe molti riduttori di corrente e quindi molti punti deboli. Conviene perciò proteggere rispetto ai guasti interni in modo complessivo i singoli

gruppi costituenti la centrale. Ciò è stato fatto, crede, per la prima volta, per quanto in modo un po'... timido, nella centrale di Boffetto. In essa i trasformatori elevatori sono a triangolo stella; si è messo un riduttore di corrente sul neutro dell'alternatore ed un altro su una fase dell'alta tensione con opportuni rapporti in modo da collegare i secondari al relais. Dato il tipo di connessione del trasformatore si hanno nei secondari dei riduttori, correnti sfasate di 30° e quindi nel relais passa sempre la corrente differenza dei due vettori. Il dispositivo funziona così sia per un forte valore del sovraccarico esterno, sia — con sensibilità assai maggiore — per guasti interni. Qualunque siano le fasi interessate da un corto circuito monofase il relais funziona sempre benché con diverse sensibilità. Una protezione più completa si può fare mettendo tre riduttori di corrente sul neutro dell'alternatore collegandone i secondari a triangolo, e due trasformatori di corrente sull'alta tensione. Questo sistema dà una protezione quasi assoluta. Studiando tale disposizione ha avuto occasione di notare un inconveniente nella disposizione comunemente usata dalle Case per la disaccensione automatica. Si usano, di solito, due riduttori di corrente coi secondari collegati in modo da dare la differenza delle due correnti. Così il relais dovrebbe funzionare sempre benché con diversa sensibilità, ma se il trasformatore elevatore è connesso triangolo-stella si può avere un caso di corto circuito monofase sull'alta tensione rispetto al quale il sistema risulta insensibile. Spera che i colleghi vogliano discutere questo importante argomento.

Vannotti: Conferma che l'ultimo degli schemi accennati protegge benissimo il gruppo di macchine e può quindi riuscire conveniente anche se di costo piuttosto elevato.

Semenza: Osserva che con ciò nella centrale di Boffetto vi sono interruttori di massima sui gruppi generatori.

Barbagelata: Fa notare che vi sono solo sull'alta tensione, ciò che non è evitabile; ma non sulla bassa, dove risultano più pericolosi.

Semenza: Invita i Colleghi che avessero sperimentato i sistemi in discussione nelle loro centrali a dare il loro giudizio. Non rispondendo nessuno invita a proseguire nella discussione sui guasti nelle centrali.

Tognazzi: Osserva che abolendo gli interruttori automatici sui circuiti di macchina, si potrebbero verificare nelle centrali idrauliche colpi d'ariete pericolosi e, ad ogni modo, sempre dannosi, quando, per lo scatto degli interruttori di linea, venisse disinserita repentinamente l'intera centrale. A questo proposito fa presente che in diverse centrali, pur essendosi adottate tutte le precauzioni dal punto di vista idraulico, tuttavia, allo scopo di limitare l'entità dei colpi d'ariete, le cose sono disposte in modo che gli interruttori di macchina scattano successivamente ad eguali intervalli di tempo, mentre gli interruttori di linea scattano soltanto contemporaneamente all'ultimo interruttore di macchina.

Semenza: Osserva che la questione esce un po' dal tema. Invita però chi avesse informazioni in proposito, a comunicarle. Nessuno chiedendo la parola, prosegue osservando che occorrerebbe ancora discutere sulle reattanze da mettere in serie sulle macchine e sulle linee, ma rimanda la discussione ad una prossima seduta avendo l'ing. Campos fatto sapere che sta preparando una memoria sull'argomento. Porta quindi la discussione sulle linee, che sono la causa principale di guasti nei nostri impianti. Sugli isolatori si è già molto parlato nell'ultima riunione annuale, arrivando alla conclusione, che fino a un certo valore della tensione, circa 60.000 Volt, convengono gli isolatori a perno, mentre sopra i 60.000 Volt sono più convenienti gli isolatori sospesi.

Per entrare nell'argomento delle linee, ricorda un fatto accaduto vicino a Milano. In due linee parallele tra di loro si sono accavallati i fili con effetti di corto circuito veramente terribili specialmente per i trasformatori. Questo fenomeno si è ripetuto due volte. Gli fu riferito che le due linee non fossero in parallelo. È interessante esaminare se due linee posate una presso l'altra ed alimentate da sorgenti diverse, possano dar luogo a pericoli maggiori che se fossero alimentate da una stessa sorgente.

Silvestri: Afferma che l'accavallamento delle linee di cui si parla è avvenuto una seconda volta a meno di un anno di distanza dalla prima. Questa seconda volta il fenomeno dell'accavallamento delle due condutture è stato di minor violenza; non per questo però il trasformatore, che era alimentato da una delle due terne, ha potuto resistere allo sforzo meccanico al quale venne sottoposto poiché gli avvolgimenti ne rimasero sfasciati. Fatta subito un'accurata visita alla linea si riscontrò un ramo carbonizzato a circa metà campata che certamente fu gettato sulla terna inferiore innescando un arco che investiva anche la terna superiore proveniente da un'altra fonte d'energia.

Questa volta furono trovate quattro campate colle terne accavallate, mentre la prima volta ve ne furono nove, e precisamente agli estremi del tratto comune alle due linee; a titolo informativo i fili delle rispettive terne sono da mm. 6 l'una, e mm. 9 l'altra, la distanza fra i conduttori delle due terne è di circa m. 1,80, la campata di circa m. 110. In questo caso si può quindi affermare che il guasto al trasformatore fu provocato dal contatto delle due terne che pure conducenti energia alla stessa tensione (Volt 60.000) provenivano da centrali diverse e non in parallelo fra di loro.

Nel caso che lo scambio d'energia fra i due sistemi, determinato dal corto circuito, sia avvenuto nell'istante in cui le fasi delle singole terne erano in opposizione, la F. E. M. determinante l'intensità del corto circuito ha assunto valore doppio del normale e ciò spiega la violenza distruttiva avvenuta negli avvolgimenti del trasformatore.

Semenza: Fa notare che infatti se due linee non sono in parallelo

al momento del corto circuito, le fasi possono essere opposte e quindi aversi fra i fili tensioni doppie delle normali. L'argomento può essere interessante, perché alle volte è necessario far correre su una stessa palificazione delle linee non in parallelo tra di loro.

Barbagelata: Dice che l'accavallamento dei fili è successo su nove campate, ed i fili sono rimasti accavallati senza presentare tracce di fusione, lasciando pertanto supporre che l'accavallamento fosse avvenuto per azioni meccaniche a corto circuito già cessato.

Semenza: Chiede se qualcuno abbia notizia di altri casi dello stesso carattere.

Locatelli: Dice che sulle reti della Edison raramente si sono avuti accavallamenti di fili nelle linee funzionanti in parallelo. Quando ciò è accaduto si trattava normalmente di fenomeno senza importanza avvenuto non per azioni elettromeccaniche, ma per la caduta di qualche filo.

Giorgi: Dice che in linee parallele alla stessa tensione e con due terne facenti servizi diversi, si notavano oscillazioni meccaniche non sincrone fra di loro. Può darsi che questo in certi casi dia luogo a corti circuiti. Le linee di cui parla avevano frequenze diverse, ed il fenomeno si accentuava negli istanti in cui probabilmente le frequenze differivano maggiormente. Sullo stesso palo vi erano quattro terne, di cui una faceva un servizio diverso dalle altre.

Le oscillazioni che si verificano erano dovute ad effetti elettromeccanici, ed erano più visibili durante l'estate essendo i fili meno tesi.

Perego: Dice che supponendo che una delle linee avesse il centro a terra, nell'istante in cui per un guasto una fase fosse pure a terra, nasceva una intensissima corrente: questa poteva creare per induzione nei circuiti paralleli una tensione capace di determinare una scarica distruttiva negli scaricatori e quindi un passaggio di intensissima corrente anche nel secondo circuito.

L'attrazione mutua dei due circuiti dovuta al prodotto dei due intensissimi campi magnetici generati dalle due correnti, poteva così essere sufficiente a spingere il filo della prima terna su quello della seconda che trovavansi percorsi delle suddette correnti.

Questo fenomeno poteva anche essere favorito da oscillazioni meccaniche dovute al fatto che le due correnti, non essendo le linee in parallelo, non avevano la stessa fase e quindi potevano manifestarsi attrazioni e repulsioni con periodo vicino alle oscillazioni meccaniche delle terne.

Barbagelata: Riferisce sulle indagini esperite attorno all'incidente accennato, le quali però non hanno portato a spiegazioni esaurienti del fenomeno.

In uno dei casi le due terne erano in parallelo, ma percorse in senso contrario dall'energia. Si suppone che questo potesse provocare azioni elettrodinamiche fra i conduttori.

L'analisi ha però dimostrato che anche nelle peggiori condizioni e tenendo conto che l'azione aumenta coll'avvicinarsi dei fili, sarebbe occorsa un'intensità di varie migliaia di ampère perché il fenomeno potesse manifestarsi; all'esame dei fatti si può escludere in modo assoluto che si siano avuti corti circuiti di quell'ordine di intensità. Egli ha avanzato l'ipotesi che, essendovi su una delle linee un laminatoio che dava ritmicamente dei forti richiami di corrente, questo fenomeno potesse coincidere col periodo proprio meccanico della linea, e dar quindi luogo a violente oscillazioni.

Tentativi fatti su dei modelli non hanno avuto successo. Le distanze tra i fili erano le normali, si trattava di conduttori di 9 mm. Lo strano del fenomeno si è che v'erano nove campate accavallate senza abbruciatura.

Nessun corto circuito risulterebbe avvenuto prima del contatto; anzi anche dopo una delle centrali è rimasta in servizio, e ciò forse ha contribuito a dare danni maggiori.

Richiedendosi maggiori dettagli sull'inconveniente:

Taccani informa trattarsi di 7 km. di linea tra Trezzo e Ciserano con due terne di cui la superiore porta l'energia verso Trezzo dall'Adamello, l'altra porta l'energia verso Ciserano e conduce poi a Sesto San Giovanni alle Acciaierie. Le due terne, come si è visto, erano percorse dall'energia in senso opposto; la tensione era di 60.000 Volt e la frequenza 42 periodi. Le due linee risultavano in parallelo perché le Acciaierie consegnavano a loro volta corrente alla Edison che era collegata coll'Adamello. Ad un certo punto due trasformatori sono bruciati, e si è trovato che nove campate della terna inferiore si erano accavallate coi fili della terna superiore. Il fenomeno si è verificato una seconda volta quando la terna inferiore era senza corrente, mentre vi era corrente in quella superiore. Pare che un ramo sia caduto sulla linea, e questo abbia provocato l'accavallamento dei fili nelle due campate vicine al punto danneggiato, ed in altre campate molto lontane. Non si è ancora trovata una spiegazione soddisfacente al fenomeno.

Pedrini: Riferisce come in una linea a bassa tensione, quattro coppie di fili correvano per un tratto di alcune campate paralleli; fu notato una volta che essi oscillavano come scossi da un terremoto. Si è trovato che un filo di ferro che alimentava una lampada pubblica era caduto a terra ed in contatto con altro filo molto lontano e permetteva una forte erogazione di corrente. Tolto questo guasto tutto è tornato normale. Ancora oggi si può osservare lo stesso fenomeno su di un fascio di fili a bassa tensione che anche senza vento oscillano ritmicamente quando sono percorsi da corrente.

Semenza: Nessun altro avendo chiesto di parlare sull'argomento pone la questione, se sulle linee trifasi a triangolo senza centro a

terra, si riscontrino fenomeni di sovratensioni più gravi che sulle linee a stella col centro a terra. Gli Americani ritengono che linee senza centro a terra non diano buon servizio per forti potenze, perchè in caso di messa a terra di una fase attraverso un arco si hanno onde di grande potenza, ciò che non avviene se la linea ha il centro a terra. Invita i colleghi a discutere l'argomento in base alla loro esperienza personale.

Locatelli: Dice che la rete della Edison è stata messa a terra alle Officine generatrici ed a Sesto, senza aver l'impressione che ciò avesse attenuati né intensificati i disturbi. Il centro è stato messo a terra per proteggere dei circuiti a 13.000 Volt connessi metallicamente con altri a 23.000 Volt.

Modigliani: Dice che le reti della Società Conti prima erano isolate, ora sono con centro a terra per evitare un fenomeno che prima con facilità si produceva. Se avveniva un guasto a un estremo della linea, immediatamente se ne produceva un altro all'altro estremo. In due cabine di Novara e Pavia i guasti si presentavano contemporaneamente; messo il centro a terra questo inconveniente è cessato.

La messa a terra del centro è fatta senza resistenze e con piastre molto abbondanti.

Semenza: Ricorda come la ragione di fenomeni più gravi su una linea isolata da terra dipendano dalla capacità della linea stessa: se una fase va a terra si viene a formare un sistema capace di entrare in oscillazione. Sulla rete della Edison, degli archi a terra avvenuti vicino a Sesto S. Giovanni, hanno dato luogo a bruciature di cavi e a scariche di grande lunghezza sui quadri a Porta Volta.

Benedetto: La linea dell'Adamello è isolata e funziona bene: quando il carico è forte e si hanno scariche verso terra, si ha un ritorno dipendente dalla capacità sopra un'altra fase. Per intensità forti si hanno archi enormi sino di metri 1,20 di lunghezza tra fase e terra (normalmente l'isolamento è di 45 cm. di aria). Questi archi mostrano le grandi sovratensioni cui dà luogo la scarica oscillatoria. L'arco si produce nei punti ove si trova una resistenza induttiva, come all'entrata delle cabine dove i conduttori formano angoli retti.

Passerini: Fa osservare che gli americani nelle linee ad altissima tensione tendono ad evitare gli amarraggi. Dove non è possibile farlo usano due catene di isolatori per ogni filo in modo da avere una curva molto più ampia.

Campos: Comunica che nella stazione ricevitrice di Piazza Trento in corrispondenza ad angoli retti si sono avuti archi di due metri di lunghezza (l'isolamento normale è di cm. 40). Gli impianti municipali hanno il centro a terra a Grossotto e a Piazza Trento. Questa messa a terra è fatta sul centro dei trasformatori attraverso getti liquidi. Chiede se questa può considerarsi come una vera messa a terra.

Pedrini: Riferisce che sulla linea del Tronto a 60.000 Volt erano applicate le resistenze liquide formate da getti d'acqua ascendenti. Venendo a variare la pressione dell'acqua, facilmente si avevano interruzioni del circuito di terra, ciò che dava luogo a crepitio, a scariche e a certi fenomeni di sovratensione. Abolite le resistenze liquide, si è notato un miglioramento nel servizio. Si era anche pensato di adottare il dispositivo Petersen, ma poi si è preferito migliorare l'isolamento delle linee. Per quanto riguarda la messa a terra del neutro, ricorda il caso avvenuto su una linea a 6.000 Volt nella quale un filo s'era spezzato nel mezzo di una campata di attraversamento di una strada, ed i capi erano andati a cadere nei fossi laterali umidi e, anzi, addirittura pieni d'acqua. Gli automatici non funzionarono ed il servizio continuò in queste condizioni per tutta la notte e fino ad ora avanzata del giorno appresso, fino a che venne dai passanti segnalato il guasto.

Anche per evitare questi inconvenienti ritiene che, dove possibile, convenga mettere il neutro dei trasformatori a terra.

Giorgi: Dice che su una linea a 50.000 Volt con centro a terra a Novara, vi erano 15 o 20 ampère in più su una fase senza che gli automatici scattassero; si è trovato che un filo era caduto sulla sua mensola mentre il servizio non rimaneva interrotto perchè il sostegno era infisso in una formazione di granito micaceo. Le terre negli impianti della Toce non sono buone, perchè il terreno è isolante. In un altro impianto della Conti la centrale ha fatto servizio per 18 ore con un filo a terra. Il fenomeno è stato scoperto perchè una persona è rimasta uccisa.

Locatelli: Dice che una volta decisa in una linea la messa a terra, questa deve essere molto accurata. Le terre della Edison sono state fatte quando si parlava molto del dispositivo di Petersen, ed allora si fecero dei calcoli per applicarvi delle resistenze induttive.

Si arrivò però alla conclusione che sarebbero state necessarie delle resistenze che in molti casi troppo abbassavano l'intensità della corrente tanto da non permettere il funzionamento dei relais. Convienne forse mettere completamente e direttamente a terra per essere sicuri in caso di guasto che l'automatico scatti. Mettendo delle resistenze, a volte l'automatico non funziona e si producono archi persistenti che possono essere sommamente pericolosi per le persone. Convienne discutere a fondo questo argomento, visti anche certi giudizi strani dati dalle autorità competenti.

Polacco: Sulle linee della Bresciana e dell'Emiliana bruciavano di frequente i trasformatori. Messo il loro centro a terra attraverso ad una resistenza di 2000 ohm il ripetersi dei guasti è cessato.

Perego: Dice che se il centro a terra apparentemente assicura le persone contro i pericoli di corti circuiti a terra delle fasi, in realtà poichè la resistenza di terra è sempre assai grande rispetto alle forti intensità che in caso di corto circuito nascono, le fortissime sopra-

elevazioni di tensione che la terra stessa crea, fanno sì che tutto intorno a questo il gradiente di potenziale può essere sufficiente a creare gravi pericoli alle persone e la fulminazione degli apparati non sufficientemente isolati verso la terra come la rete a bassa tensione.

In Francia sono state proibite le messe a terra dei centri, a meno che non siano fatte attraverso a resistenze fortissime che non abbiano sopratensioni pericolose.

D'altro canto, come giustamente osserva il collega Giorgi, quando la terra della fase non è sufficientemente buona può avvenire che lo scatto dell'automatico non avvenga ed in questo caso il palo, la mensola o il punto a terra della fase diventano pericolosi poichè essi diventano sedi di potenziale press'a poco eguale a quello esistente fra la linea ad alta tensione e la terra.

Un'altra considerazione che non occorre trascurare, è che se apparentemente il centro a terra ha la funzione di tenere il potenziale di ciascuna fase eguale a $\frac{1}{\sqrt{3}}$ del potenziale esistente fra le fasi e quindi non assoggettare gli isolamenti della linea, i trasformatori, ecc. al di là di questo valore, in realtà se consideriamo lo scatto di un automatico percorso da intensissima corrente in seguito a corto circuito, troviamo che il fattore $\frac{L I^2}{2}$ determinato da intensità e da auto-

induzione della linea, può creare delle sopraelevazioni di tensione così forti da superare assai la tensione normale e da provocare dei guasti che si volevano eliminati.

La resistenza inserita fra centro e terra mentre permette che elettrostaticamente la linea sia mantenuta nei limiti voluti, non permette che il corto circuito assuma le formidabili intensità prevedute prima e quindi non permette le forti sopraelevazioni di tensione ed i fenomeni di autoinduzione.

Il centro a terra privo di resistenze trasforma il sistema trifase che a linee isolate ha la sommatoria delle intensità eguale a 0 in un sistema monofase (e ciò a causa della inevitabile disuguaglianza di capacità e di conduttività delle tre fasi rispetto alla terra) il quale dà luogo a perturbazioni elettromagnetiche che si traducono in fenomeni d'induzione, nei circuiti telefonici e telegrafici posti anche a notevole distanza dal luogo.

Semenza: Osserva che i fenomeni di induzione ai quali ha accennato l'ing. Perego escono dall'argomento in discussione, e prega di rimanere nel campo della sicurezza del servizio. Avvenendo un guasto, conviene che la linea colpita scia il più rapidamente possibile di servizio. Uno dei mezzi che permette di ottenere questo, è la messa del centro a terra, perchè, a meno che la terra sia cattiva, lo scatto degli automatici avviene nettamente. Mettendo una resistenza sul centro, nel momento del corto circuito il centro elettrico del sistema si sposta, perchè vi è una caduta di tensione data dalla resistenza. E del parere che la messa a terra attraverso ad un getto d'acqua non possa considerarsi come una vera messa a terra, e che sia quindi preferibile un collegamento metallico. D'altronde il fare delle resistenze pratiche e semplici risulta assai difficile.

Modigliani: Preferisce che la messa a terra sia netta perchè è assai difficile avere resistenze prive di induttanza e ciò sposta il fenomeno reale rispetto a quello previsto col calcolo. La terra deve essere molto accurata. Ricorda il caso di corde di rame che si tranciavano in molti pezzi nel tratto seppellito entro la terra, senza che si riuscisse a comprendere la causa. Egli ha ottenuto buoni risultati facendo eseguire delle messe a terra con dei pozzi Northon, collegati tra di loro, impedendo che le corde di rame di collegamento toccassero il terreno. I tubi di ferro non si sono mai rotti.

Locatelli: Ricorda le resistenze per forti intensità immerse nell'olio da inserirsi sulle messe a terra. Il sistema ha dato luogo a guasti, e si è preferito ritornare alle vasche di cemento o di legno ripiene d'acqua corrente, con immerse lastre di rame. Il valore di queste resistenze non è costante, ma funzionano meglio delle altre resistenze se si escludono i tipi costosissimi e per questo non pratici. Il fenomeno accennato dall'ing. Modigliani è assai grave, ed egli sa per esperienza che l'eseguire una messa a terra sia un'operazione assai delicata. A Milano le terre sono facili, pure anche qui ha avuto modo di constatare che messe a terra a bassa tensione davano luogo a scosse sulle persone che transitavano nelle vicinanze. A Paderno, per quanto in riva ad un fiume, le terre sono dubbie, e per avere delle messe a terra discrete si è dovuto salire sull'altipiano.

Vannotti: Dal punto di vista delle macchine non si hanno preferenze per il sistema della messa del centro a terra o meno.

Locatelli: Dice che sulla terra della Edison vi sono amperometri e segnalatori ottici ed acustici. A volte si hanno delle intensità molto forti. Quanto ai disturbi dati dalle correnti di terra verso i telefoni nota che lungo la linea Adda-Sesto corrono paralleli quattro fili telefonici, sui quali il servizio non risente variazioni, sia mettendo che togliendo le messe a terra. Fa però notare che nell'impianto vi è uno smorzatore per le armoniche triple al quale forse si deve l'assenza dei disturbi.

Vannotti: Ammette l'efficacia dello smorzatore, trova però giusta l'osservazione di Perego.

Modigliani: Dice che la linea della Conti ha dato qualche disturbo alla linea telefonica Roma-Berlino. Venne fatta un'inchiesta ed egli temeva di avere noie per i centri a terra. Durante le prove, quando si toglievano i centri a terra, il servizio telefonico peggiorava assai. I disturbi pare che provenissero dalle terze armoniche.

Pedrini: A proposito dei disturbi ai telefoni causati dalle messe a

terra osserva che, durante la guerra, essendo stati requisiti dall'Autorità Militare certi trasformatori con secondario a 6.000 Volt dovette sostituirli con trasformatori con secondario a 2.000 Volt per alimentare un paese collegato con una linea trifase di circa 6 km. di lunghezza. Non bastando più la sezione dei conduttori di linea al trasporto della energia, ricorse al seguente artificio: Inserì la prima fase su due fili della linea collegati metallicamente in parallelo fra loro, inserì la seconda fase sul terzo filo rimasto e ricorse ad una messa a terra netta alla partenza e all'arrivo per l'ultima fase. Si era in vicinanza del mare e quindi in cattive condizioni. I risultati, con speciali accorgimenti sulla formazione della terra, furono però buoni, ed il danno ai telefoni non fu avvertito per quanto con questo sistema si funzionasse con una fase completamente a terra.

Ciò durò per tutto un anno.

Semenza: Fa notare come sia ormai pacifico che sono principalmente le armoniche superiori che disturbano i telefoni.

Perego: Dice che le correnti monofasi non danno fastidio alle linee telefoniche molto ben isolate; ma se queste hanno un filo a terra non è più possibile telefonare. Questo dipende dal fatto che nelle prime si può eliminare l'induzione. Occorre quindi che le linee telefoniche siano ben isolate e protette.

Semenza: Propone che nella prossima riunione si discuta della verifica periodica delle linee di trasmissione per eliminare gli isolatori guasti. In seguito si discuterà sui mezzi di eliminare le parti guaste degli impianti senza interrompere il servizio, e quindi l'impiego degli interruttori automatici nelle grandi reti ed i loro relais di scatto.

Berti (comunicato): Io credo e sono convinto che il miglior dispositivo di protezione, se non è installato tecnicamente bene, e se non è collegato ad una buona terra, non risponde affatto al suo scopo.

Fui sollecitato dall'Ispectore dell'Associazione Industriali d'Italia ad installare una terna di scaricatori nell'impianto di trasformatori dello stabilimento di cui faccio parte, e non ho esitato per l'acquisto di una terna tipo «Wurzt» che per mia esperienza, se male installati, lasciano il tempo che trovano, ma se bene installati servono con molta efficacia, senza provocare perturbazioni gravi né danni agli impianti.

La parte più delicata da curare per una efficace installazione è la messa a terra; a tale uopo mi auguro che qualche dato potrà essere utile.

La terna da me installata è formata da metri 9 di tubo di ferro di pollici 2 1/4, affondato nel sottosuolo, in modo da formare un tipo di pozzo Artesiano; all'estremità interrata del tubo stesso è solidale internamente un peduncolo di treccia di rame di abbondante sezione (200 mmq.). All'estremità fuori terra, protetta da un pozzetto acces-

sibile per verifica nel quale viene immersa l'acqua di scarico che ha servito al raffreddamento di parti di macchinario, è staccato, a mezzo di saldatura autogena, un collare che unisce l'estremità del peduncolo alla linea esterna di messa a terra, la quale è costituita da treccia di rame di sezione di 200 mmq. di breve percorso, con poche curve e quelle strettamente necessarie molto ampie.

Richiamo l'attenzione sulla saldatura del collare perchè ha molta importanza avendo riscontrato differenze nel valore della resistenza in altre congeneri.

Questa terra così costituita, a prove eseguite, ha offerto 5 Ohm di resistenza nella stagione invernale e 3,5-4 Ohm nella stagione estiva, e questa insensibile differenza ritengo sia stata causata dalla maggiore umidità del sottosuolo essendoci in vicinanza un canale irrigatore.

*

Verbale dell'Assemblea Generale ordinaria del 23 marzo 1923.

L'Assemblea è convocata col seguente *Ordine del Giorno*:

- 1° - Comunicazioni della Presidenza;
- 2° - Discussione e approvazione dei Bilanci;
- 3° - Proposte di aggiunte e varianti al Regolamento della Sezione;
- 4° - Rinnovazione delle seguenti cariche sociali:

a) di quattro *Consiglieri* in sostituzione degli uscenti per anzianità e non rieleggibili alla stessa carica, signori, Ing. Archimede Canali, Ing. Guido Guastalla, Ing. Carlo Edoardo Leidi, Ing. Fabio Palandri;

b) di tredici *Consiglieri Delegati* alla Sede Centrale di cui: nove in sostituzione degli uscenti per anzianità e non rieleggibili alla stessa carica, signori, Ing. Umberto Ballanti, Ing. Giuseppe Banfi, Ing. Prof. Angelo Barbagelata, Ing. Edoardo Pavone, Ing. Emilio Invernizzi, Ing. Cesare Loria, Ing. Francesco Manfredi, Ing. Angelo Omodeo, Carlo Silvestri; quattro di nuova nomina, essendo i Soci della Sezione più di 1200;

c) di tre *Revisori effettivi* in sostituzione degli uscenti per anzianità e rieleggibili alla stessa carica, signori, Ing. Emilio Biffi, Ing. Giambattista Bozzolo, Ing. Prof. Antonio Quadrio; di due *Revisori supplenti* in sostituzione degli uscenti per anzianità e rieleggibili alla stessa carica, signori Ing. Agostino Dalla Verde, Ing. Carlo Solari.

Alle ore 21 il *Presidente* apre la seduta ed inizia lo svolgimento dell'Ordine del giorno colla commemorazione dei Soci defunti nell'anno.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA — SEZIONE DI MILANO

Rendiconto dell'anno sociale 1922

ENTRATA		Preventivo 1922	
1. Contributi:			
N. 433 Soci individuali residenti a L. 65	28145,—		
» 325 » » non » 55	17875,—		
» 296 » residenti e non residenti » 45	13320,—		
» 112 » collettivi » 150	16800,—	76140,—	75625,—
N. 1166 Soci paganti.			
Aggio dei contributi esteri	L. 2,60		
2. Interessi capitale al 31 dicembre 1922	2142,55		1975,—
TOTALE ENTRATE	L. 78295,15		77600,—
USCITA			
a) <i>Ordinarie</i> :			
1. Contributo alla Sede Centrale per:			
N. 1054 Soci individuali a L. 35	36890,—		
» 112 » collettivi » 70	7840,—	44730,—	43575,—
N. 1166			
2. Affitto, illuminazione, riscaldamento e servizi	6500,—		8000,—
3. Biblioteca: Periodici, libri e rilegature	3233,—		5000,—
4. Amministrazione: Personale, posta, cancelleria, stampati, riparazioni mobili, ecc.	7647,85		1000,—
5. Contributo al giornale <i>L'Elettrotecnica</i>	1000,—		1000,—
6. Spese per conferenze, commissioni, ecc.	227,70	18603,55	1025,—
7. Impreviste e varie		63338,55	
a) <i>Straordinarie</i> :			
Norme per la ordinazione e per il collaudo delle macchine elettriche.	120,—		
Contributo onoranze a Righi.	2500,—	4700,—	
» ad Ascoli	1000,—	68038,55	
AVANZO ESERCIZIO 1922 L.	10246,60		
Totale	L. 78295,15		77600,—

Conto preventivo dell'anno sociale 1923

ENTRATA			
1. Contributi:			
N. 490 Soci individuali residenti a L. 65	31850,—		
» 345 » » non » 55	18975,—		
» 301 » » res. e non res. » 45	13545,—		
» 114 » collettivi » 150	17100,—	81470,—	
N. 1250			
2. Interessi capitale al 31 dicembre 1923		L. 2530,—	
TOTALE ENTRATE		L. 84000,—	
USCITA			
a) <i>Ordinarie</i> :			
1. Contributi alla Sede Centrale per:			
N. 1136 Soci individuali a L. 35	39760,—		
» 114 » collettivi » 70	7980,—	47740,—	
N. 1250			
2. Affitto, illuminazione, riscaldamento e servizi	8000,—		8000,—
3. Biblioteca: Periodici, libri e rilegature.	8000,—		
4. Amministrazione: Personale, posta, cancelleria, stampati, riparazioni mobili, ecc.	10000,—		
5. Contributo al giornale <i>L'Elettrotecnica</i>	1000,—		
6. Spese per conferenze, commissioni, ecc.	9260,—		
7. Impreviste a pareggio		36260,—	
b) <i>Straordinarie</i> :			
		L. —,—	
TOTALE		L. 84000,—	

Stato Patrimoniale al 31 Dicembre 1922

ATTIVO		PASSIVO	
Contanti in Cassa	L. 1210,35	Accantonamento « <i>Manualetti di cultura elettrotecnica</i> »	L. 5000,—
Conto Corrente Banca	56332,58	Conti a pagare	24711,75
Consolidato 5% (nom. L. 12.800) al costo	11400,—		
Contributi 1922 incassati nel 1923	1185,—		
	70157,93		
Crediti vari	7264,80	Patrimonio al 31 dicembre 1922:	
Anticipo Bilancio 1923	1848,45	Importo al 31 dicembre 1921	L. 39015,33
	9112,65	Più: Soppravvenienze attive	296,90
			39212,23
PRR MEMORIA:		AVANZO ESERCIZIO 1922 L.	10246,60
Biblioteca: Importo al costo (oltre ai libri ricevuti in dono):			
Costo al 31 dicembre 1921	L. 33248,30		
Acquisti del 1922	» 3233,—		
	L. 26481,30		
Mobili: Valore al 31 dicembre 1922	» 1000,—		
	L. 27481,30		
	L. 79270,58		49458,83
			79270,58

Certo, egli osserva, io preferirei non dover compiere questo triste ufficio, ma non per questo esso mi è di peso, perchè la rievocazione delle care figure scomparse, e delle virtù loro, e delle opere di cui hanno lasciato traccia, si connette intimamente alla storia della nostra Associazione e ne costituisce una delle forze.

Passa quindi in rassegna le figure di Cesare Saldini, Ercole Marelli, Ampellio Calderini, Alfonso Calandri, Stanislao Stolzoli, Mario Pagan, Guido Sala, Vittorio Ferro, Ferdinando Blanc, Giovanni Zaretti, ed Andrea Ambrosini la cui scomparsa deplora quest'anno la nostra Sezione, e chiude inviando ad essi che, in misura maggiore o minore, ma tutti colla stessa volontà e colla stessa fede collaborarono al progresso dell'elettrotecnica nostra, un saluto riconoscente.

Dopo di ché, passa alla illustrazione del bilancio consuntivo 1922 e del bilancio preventivo 1923, copia dei quali era stata in precedenza distribuita a tutti i Soci. Dopo aver dato spiegazioni su alcune delle cifre, invita i colleghi ad esporre le eventuali osservazioni in proposito. Nessuno dei presenti chiedendo la parola i bilanci sono messi in votazione e vengono approvati all'unanimità.

Sul terzo punto dell'Ordine del giorno: «Proposte di aggiunte e varianti al Regolamento della Sezione», il Presidente fa osservare come si tratti essenzialmente di un aggiornamento allo scopo di uniformare il Regolamento della Sezione alle disposizioni dello Statuto e del Regolamento generale. Si è profittato di questa revisione per introdurre la facoltà di votazione per referendum per agevolare ai soci l'esercizio del diritto di voto e per poter raccogliere così una più larga espressione del giudizio collettivo sulle questioni che ne saranno ritenute meritevoli.

Aperta la discussione nessuno chiede la parola e le proposte vengono approvate alla unanimità.

Prima di passare alla votazione per la rinnovazione delle cariche sociali, il Presidente rivolge agli uscenti un ringraziamento per la loro opera di collaborazione.

Dà quindi lettura di una lista di candidati proposta da un gruppo di Soci, ed apre la votazione. Su proposta del socio Ing. Giorgi, la lista viene votata per acclamazione.

Risultano pertanto eletti:

a *Consiglieri della Sezione* i signori: Ing. Broggi Silvio, Ing. Fumero Francesco, Ing. Manfredi Francesco, Ing. Vannotti Ernesto.

a *Consiglieri Delegati alla Sede Centrale* i signori: Ing. Bacchini Cesare, Ing. Prof. Belluzzo Giuseppe, Ing. Coltri Carlo, Ing. Covi Adolfo, Ing. Castelli Guglielmo, Ing. Del Puglia Antonio, Ing. Gavazzi Giuseppe, Ing. Luzzatti Riccardo, Ing. Mascari Giovanni, Ing. Orefice Giuseppe, Ing. Rossi Francesco, Ing. Salvini Giuseppe, Ing. Simonotti Oreste.

a *Revisori effettivi* vengono riconfermati i signori Ing. Biffi Emilio, Ing. Bòzolo Giambattista, Ing. Prof. Quadrio Antonio.

a *Revisori supplenti* vengono riconfermati i signori Ing. Dalla Verde Agostino, Ing. Solari Carlo.

Null'altro essendovi da deliberare il Presidente ringrazia i presenti e dichiara chiusa l'Assemblea.

Il Segretario: G. A. RIGATTI

Il Presidente: G. SEMENZA.

* *

SEZIONE DI BOLOGNA.

Il 18 febbraio fu effettuata una riuscitissima visita alle installazioni dei tram cittadini. I soci furono ricevuti dal Capo Servizio, Ing. Cav. E. Sibona, che fu largo di spiegazioni sul funzionamento della centrale di produzione e sull'esercizio di tutti gli impianti.

Sull'argomento messo in discussione dalla Sezione di Milano relativo alla *continuità e regolarità di esercizio negli impianti elettrici*, ha preso la parola nella nostra Sezione il Prof. Sartori, il 25 febbraio, esaminando e discutendo una delle facce dell'oltremodo complesso problema: quello della ripartizione della potenza attiva e della potenza reattiva in un gruppo di centrali interconnesse attraverso grandi linee per alimentare una vasta regione, prendendo ad esempio quella orientale dell'Alta Italia.

Presi ad esame, prima separatamente, poi combinatamente, le esigenze da soddisfarsi per provvedere alla distribuzione delle due accennate potenze, fece rilevare che mentre i produttori di energia hanno tutto l'interesse a dare quanto più è possibile della prima (quando l'hanno a disposizione) procurano di scaricare su altre centrali interconnesse, ma che non stanno sotto il loro controllo, quella quota parte di potenza reattiva, richiesta dalla rete, e che a loro dovrebbe pur competere. Qualcuno anzi, se può, cerca di riceverne anziché fornirne, per alleggerire il suo servizio di eccitazione.

Ne nascono grossi guai; la tensione in determinati centri di consumo subisce variazioni grandissime che compromettono seriamente il buon andamento del servizio e obbligano i consumatori di energia (forza motrice) ad assicurarsi il funzionamento allacciando motori di esagerate prestazioni ciò che concorre a peggiorare il fattore di potenza, già molto basso, dei nostri impianti.

E sarebbe ormai tempo che nuovi criteri presiedessero alle convenzioni per le forniture di energia quando un determinato centro deve essere alimentato da varie linee ad A. T. Perché se è giusto che i singoli produttori impongano al distributore all'ingrosso di non scendere col suo fattore di potenza al disotto di un certo limite, è altrettanto giusto che il distributore imponga ai singoli fornitori di concor-

rere sempre, in equa misura, a provvedere la potenza reattiva di cui egli, fornitore, abbisogna, anziché dare in questo riguardo, come spesso accade, prova di poca sensibilità e di poca maturità... elettrica.

La comunicazione si chiuse con un cenno del sistema di regolazione automatica della tensione per le centrali automatiche con alternatori sincroni di cui si occupa la Ditta A. Calzoni di Bologna.

*

Verbale della Seduta del 25 marzo 1923.

La seduta è aperta alle ore 10. Presiede l'Ing. Righi. Presidente.

Ing. Righi. L'argomento che la Sezione di Bologna pone in discussione, «*L'energia elettrica nelle campagne*», investe uno dei problemi fondamentali dalla cui felice soluzione dipende in gran parte la prosperità del nostro paese. Produrre di più, importare meno, rendere fertili le terre incolte, industrializzare l'agricoltura: tutto ciò è stato tante volte proclamato come cosa indispensabile ed urgente che davvero c'è da chiedersi perchè mai in tale campo così poco finora sia stato fatto. La soluzione di questo, come di tanti altri problemi, dipende dalla elettricità. Invero, per azionare le pompe per le irrigazioni e per le bonifiche, per animare le macchine destinate a sostituire la forza animale in tutte le operazioni del ciclo agrario non si può pensare di ricorrere ad altra sorgente di energia che non sia quella idroelettrica, perchè la sola integralmente producibile in Italia; si può dire quindi che per industrializzare l'agricoltura, bisogna elettrificare le campagne.

Quali difficoltà si oppongono e ritardano l'attuazione di questo programma? E forse l'abito mentale, per sua natura misoncistico, dei nostri agricoltori, o è stata l'incuria dei passati Governi? O forse la tecnica nostra è impari alla bisogna?

E questo quanto ci sarà illustrato oggi dal Comm. Ing. Civita, Direttore dell'Associazione Esercenti Imprese Elettriche e Presidente della Commissione che in seno alla nostra Associazione ha l'incarico di studiare le applicazioni dell'energia elettrica all'agricoltura. Egli è oltre che un competente, un pioniere, un fervente apostolo dell'industrializzazione agricola mediante l'impiego dell'energia elettrica. Ascoltiamolo con l'attenzione che meritano e l'Oratore e il tema; e discutiamone poi con quella serenità e indipendenza che sogliono essere caratteristica pregevole delle nostre riunioni. Le quali io ho fiducia non riusciranno inutili; che anzi potrà uscirne l'indicazione della via verso la quale dovranno convergere gli sforzi degli uomini di buona volontà ai quali il benessere della Patria nostra è unico supremo intento.

E con questa speranza, con questa fiducia anzi, che io sono lieto di dare la parola all'Ing. Civita.

(Il sunto della Relazione dell'Ing. Civita verrà pubblicato a parte negli Atti).

Dopo il discorso dell'Ing. Civita che è stato seguito col massimo interesse e sottolineato da applausi, l'Ing. Righi dice che in esso è la base di tutta la trattazione che verrà fatta in questa e nelle successive riunioni; ringrazia a nome della Sezione di Bologna l'Oratore per il contributo che egli è venuto a portare ai lavori; ed apre la discussione chiedendo all'Ing. Civita se una utilizzazione di tremila ore all'anno sia effettivamente raggiungibile. Il caso più favorevole è quello delle bonifiche idrauliche e agrarie contemporaneamente; anche in tal caso non si può fare i conti su più di 1000 ore per le idrovore, e su poco più di altrettanto per le pompe destinate all'irrigazione; nei lavori agricoli, poi, si sta molto al di sotto di tale cifra. Ora anche organizzando bene l'esercizio per fruire del fatto che le richieste di energia per tali diversi impieghi non sono contemporanee, dubita che si superi una utilizzazione di 2000 ore sulla punta massima.

Ing. Civita. Effettivamente con la pompatura si può arrivare anche alle duemila ore. In ogni caso l'aratura da sola non basta, perchè impegna molta energia e per un migliaio di ore all'anno; salvo che non si possa eseguire anche in inverno in risaia come si pratica appunto nel bolognese, con che si giungerebbe alle 2000 ore. Nel nord d'Italia la questione si presenta molto bene perchè abbonda l'energia in estate, mentre nel Centro d'Italia l'aratura può essere meno conveniente. Però le tremila ore riguardano casi di aziende completamente elettrificate, ma sulle 2000 ore ci si arriva assai facilmente. In Svizzera non c'è un contadino, un agricoltore, che usi il motore elettrico lo abbandoni; e lo sa utilizzare molto bene per tutto l'anno.

Ing. Romagnoli. Ho osservato che nella pratica molte volte la difficoltà di costruire una linea elettrica per uso agricolo deriva dal poco accordo tra i vari proprietari presso i quali deve passare la linea. L'Ing. Civita molto opportunamente paragona la penetrazione elettrica, da noi auspicata, alla penetrazione stradale felicemente iniziata oltre vent'anni fa. Io vorrei rilevare che questa penetrazione fu molto favorita dalla legge sui consorzi vicinali obbligatori, per la quale basta il consenso di un terzo dei proprietari per costituire il Consorzio, obbligando gli altri proprietari a prendervi parte. Sarebbe quindi opportuno un provvedimento consimile per le linee elettriche.

Ing. Civita. C'è già. Non si possono anzi chiedere sovvenzioni per le elettro-irrigazioni se non da Consorzi o dai proprietari dei terreni.

Ing. Romagnoli. L'obbligatorietà del Consorzio è già stabilita dalla legge?

Ing. Civita. Ancora no. È una domanda che si è fatta. Io ho dovuto abbreviare il mio dire, ma volevo anche parlare della creazione delle Aziende distributrici elettro-agricole, che costituiscono l'unica

soluzione del problema della elettrificazione delle campagne. Esse dovrebbero provvedere alle spese delle linee, a quelle dei macchinari da dare a noleggio, ed alla esecuzione dei lavori agricoli per conto di terzi. Quello delle Aziende sub-distributrici è il punto per riuscire nello scopo. I Consorzi possono andar bene nel Nord d'Italia, ma nel Centro e nel Sud d'Italia difficilmente attecchiscono per la mentalità di quella gente. Nell'Agro Romano recentissimi Decreti per la colonizzazione e per l'appoderamento dei latifondi, hanno reso obbligatori i Consorzi anche per la elettrificazione della campagna. Di simili Consorzi, sette finora sono stati previsti.

Prof. Sartori. L'Ing. Civita nella sua brillante esposizione è stato così completo, ha sviscerato l'argomento in modo così ampio, che starei per dire è venuto quasi a togliere la possibilità della discussione perchè ha detto tutto; ha presentato il pro e il contro, ha esaminato il problema da tutti i suoi punti di vista, tanto che credo sia un po' difficile di poter portare ancora qualche altro contributo in un argomento tanto vasto. Egli nettamente ha messo in rilievo le più gravi difficoltà di questi due problemi: Organizzazione e Finanziamento. Non so quale dei due sia più difficile. E a proposito delle difficoltà del problema dell'organizzazione, debbo rilevare con vivo compiacimento come Bologna abbia dato uno dei migliori esempi con una Società assai fattiva: l'A.P.E. Purtroppo la Società si è trovata di fronte ad una situazione delle più critiche per quanto concerne la regolarità della distribuzione dell'energia, perchè la sua attività si è iniziata proprio nel momento in cui si ebbe una restrizione colossale nella distribuzione dell'energia, che forzatamente questa Società non potè corrispondere con quella regolarità di esercizio che io credo elemento fondamentale per arrivare a persuadere il contadino e il proprietario che realmente questa energia elettrica può essere elemento indispensabile per l'industria agricola. Perchè se dovesse succedere che soltanto per un solo anno questa energia non potesse essere distribuita regolarmente, quest'anno farà peggio che trent'anni di propaganda a rovescio. Quindi una delle prime cose che dobbiamo conseguire è questa. Poter garantire in modo assoluto la continuità della fornitura. Io credo che questo sia uno dei problemi fondamentali. Per questo non posso raccomandare il sistema, adottato da molte delle nostre grandi Società di distribuzione, di creare degli organi di rivendita di questa energia elettrica che fanno poi la distribuzione al dettaglio. Tali organi sono assai pericolosi, perchè tolgono spesso l'energia a Tizio per darla a Cajo, per raggiungere dei massimi di utilizzazione. Quindi molto meglio che sorgano degli Enti appositi.

Sono poi perfettamente d'accordo con l'Ing. Righi sul dubbio che si possano raggiungere nel nostro Paese, in queste zone, le utilizzazioni delle due o tre mila ore previste dall'Ing. Civita. Con una utilizzazione di sole 1500-1600 ore in alcune delle zone, l'energia elettrica, tutto calcolato, verrà a costare 1,50-1,60 per kWh, prezzo quasi proibitivo. Qualche cosa dovrei dire anche sul frazionamento della pompatura, ma di tale argomento parleremo la volta prossima.

Le condizioni dell'America, accennate dall'Ing. Civita ad esempio, non trovano per il momento riscontro da noi perchè noi altri siamo in una condizione infantile per ciò che riguarda la distribuzione dell'energia elettrica; basta esaminare le statistiche. Il che vuol dire che in quei paesi la distribuzione dell'energia elettrica è diventata una cosa comune, un fatto dei più semplici. Da noi invece le linee bisogna andarle a cercare. Io non posso altro che altamente auspicare che il Governo, rendendosi conto di questo gravissimo problema (e noi dal canto nostro glie lo faremo ben comprendere) possa concedere qualche facilitazione nei riguardi dell'approvvigionamento di quegli immensi capitali che sono necessari per la soluzione del problema.

Ing. Carnevali. Ringrazio anzitutto gli Ing. Civita e Sartori che hanno avuto parole per la Società Anonima per l'Elettroagricoltura (APE) che ho l'onore di presiedere. Relativamente alle grandi difficoltà che si presentano nell'esercitare impianti elettrici, forse in tutta Italia, c'è come qui apatia e misonismo; a noi non fu possibile ottenere un parziale successo che con grande nostro sacrificio. Basti dire che la nostra Società ha fatto l'impianto di circa 130 km di linee che passano attraverso delle grandi tenute, ma queste non hanno voluto usufruirne! Questo è semplicemente doloroso e deplorabile. L'Anonima per l'elettroagricoltura ha dovuto fare tutto con mezzi propri. Il Governo non ha concorso in nessun modo; forse concorrerà per l'avvenire, ma finora la Società ha dovuto fare tutto da sé, ed è riuscita ad eseguire a noleggio aratura in terreno asciutto e in risaia, trebbiatura, pompatura, ecc., per un importo considerevole. Effettivamente noi lavoriamo duecento giorni all'anno. L'utilizzazione delle nostre linee è quanto più intensa è possibile, non però quanto sarebbe desiderabile. Per i Consorzi tecnici cattedratici dell'elettroagricoltura, effettivamente l'Ing. Civita dichiarava una cosa molto vera: non hanno competenza elettrotecnica sufficiente ad intervenire. Ecco perchè gli Enti che sorgono devono fare quasi tutto da sé. Abbiamo avuto anche noi degli appoggi, sotto forma però soltanto di... platoniche dichiarazioni, e di qualche augurio! Io credo che il giorno in cui si potesse disporre di cattedratici sufficientemente competenti che cercassero di far sorgere dei Consorzi di elettroagricoltura nelle diverse Regioni d'Italia, il problema dell'elettrificazione dei campi sarebbe avviata alla soluzione. Mi riservo di esporre dei dati alle prossime riunioni.

Ing. Civita. Il problema dell'Ing. Carnevali, cioè dell'APE, è essenzialmente economico. Egli ha speso tre milioni, ha cento e più chilometri di linee; egli dovrebbe per lo meno avere 10 mila ettari

completamente elettrificati, mentre è riuscito finora ad avere utenze di appena duemila ettari, onde non sfrutta bene le linee e gli impianti. Ma il problema economico si risolve in un problema di tempo: col tempo egli trarrà il suo utile. Il problema elettroagricolo è un problema di remunerazione differita, in cui per i primi tempi occorre che qualcuno intervenga, se si crede che quest'opera sia davvero nazionalmente utile. Con la creazione di linee si potrà sviluppare la trasformazione culturale. Dove ci sono zone coltivate è più facile che sorgano ad esempio le industrie; automaticamente. Dovunque sarà possibile coltivare ad esempio pomodoro, ivi sorgerà la fabbricazione di concentrato.

Altro problema è quello di portare in campagna tutta la gente che si è inurbata. L'Ing. Sartori ha accennato alla deficienza di energia elettrica di qualche anno fa. Io posso dire che, come è stata predisposta la costruzione dei nuovi impianti di produzione, nel 1926 avremo di nuovo esuberanza di energia. Il problema dunque è sempre di anticipazione. Siccome per la propaganda nelle campagne occorrono anni, bisogna preparare il campo perchè questa energia venga utilizzata a suo tempo.

Ing. Righi. Osservo al Prof. Sartori che mi pare esagerato dire che per la distribuzione nelle campagne ci vuole una continuità assoluta per non disgustare il contadino. Evidentemente è più dannosa e più grave l'interruzione della corrente in una città industriale per un'ora, che nelle campagne per mezza giornata.

Ing. Sartori. Ecco, sarebbe assurdo pretendere per la campagna la continuità della fornitura come si può e si deve pretendere per un Ospedale, per una Casa di cura, ecc. Ma io dico che le interruzioni debbono essere regolate da un orario, perchè quando l'energia manca per quindici giorni di seguito...

Ing. Civita. Non mi risulta che si siano avute così lunghe interruzioni; ma in ogni modo non si può trattare che di casi eccezionali dovuti alle conseguenze dell'enorme aumento del consumo durante e dopo la guerra ed alle magre anormali. Non si deve da ciò trarre motivo di un pessimismo esagerato, e si deve guardare a quello che si sta facendo per ridare al servizio elettrico quella elasticità che aveva prima della guerra.

Ing. Sartori. Qualche volta invece vi è una larva di energia elettrica. Io mi auguro che le vicissitudini atmosferiche sieno sempre favorevoli. Non metto in dubbio che gli impianti che si stanno facendo assicureranno anche largamente i bisogni dell'agricoltura.

Ing. Carnevali. Riferendomi ai danni che sono stati ora deprecati per la deficienza di energia elettrica, posso assicurare che a noi è avvenuto che, dopo la deficienza di energia del 1920-21, i nostri agricoltori non intendevano più servirsi dei nostri impianti, perchè noi non potevamo garantire la continuità del lavoro. Nel 1921-22 abbiamo lavorato per circa 400 mila lire e quest'anno, potendo disporre continuamente di energia elettrica, abbiamo circa 700 mila lire di lavori eseguiti. Bisogna che il Governo si preoccupi di adottare provvedimenti atti ad assicurare la disponibilità di energia elettrica.

Ing. Righi. L'ora tarda non consente di trattenerci ancora come sarebbe desiderio di molti. Nella prossima riunione dell'8 aprile dedicata alle bonifiche, e più particolarmente in quella di chiusura del 15 aprile, potranno discutersi più ampiamente alcune questioni oggi soltanto delibate. Anzi la riunione del 15 si dovrà protrarre certamente sino a sera, salvo una interruzione di due ore per la colazione.

Così resta stabilito. La riunione è tolta alle ore 12,30.

*

L'8 aprile ha avuto luogo la seconda delle riunioni dedicate alla *energia elettrica nelle campagne*. In essa si trattò della elettrificazione delle bonifiche idrauliche. L'Ing. P. F. Cricca riferì sugli impianti delle Bonifiche Ferraresi e riportò interessanti dati di esercizio. L'Ing. M. Giandotti lesse quindi un suo interessante studio sul *parallelo idrologico fra bacini produttori e bacini utilizzanti energia idroelettrica*. Entrambe le relazioni destarono vivo interesse e riscosero applausi; verranno riprodotte a parte nell'*Elettrotecnica*. Seguì una nutrita discussione alla quale parteciparono l'Ing. Righi, l'Ing. Barattini, il Prof. Puppini, l'Ing. Tornani, l'Ing. Mariani, l'Ing. Romagnoli e altri.

ARCHIVIO TECNICO ITALIANO

Sezione del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
4, Piazza Cavour - MILANO - Piazza Cavour, 4

Ufficio di Documentazione Bibliografica Tecnica

Le prestazioni dell'Archivio, per quanto riguarda le comunicazioni degli estratti bibliografici dello Schedario, sono gratuite per i Soci del C. N. S. T. Per i non Soci L. 0,50 per ogni copia di Scheda. Minimo L. 10 per ogni richiesta.

Sconto 25% ai Signori Abbonati della presente Rivista.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Questioni di trazione elettrica.

Per una di quelle curiose coincidenze che capitano spesso nella vita delle riviste tecniche, dopo alcuni mesi di silenzio in materia, dobbiamo dedicare quasi interamente il presente fascicolo a questioni di trazione elettrica. Ricorrendo l'anniversario della morte dello STASSANO i suoi congiunti ci hanno inviato uno scritto da Lui lasciato che siamo ben lieti di pubblicare. D'altra parte l'Ing. SPANI, che, quale ferroviere, già più volte contribuì alle passate discussioni, ci ha inviato l'odierna nota che intende risollevare la questione nella forma più generale. L'Ing. BELLONI infine ci manda una lettera con proposte interessanti e, come sempre, piuttosto radicali. Siamo così ricondotti in piena « questione elettro-ferroviaria ».

Indubbiamente l'argomento è sempre interessante perchè si riferisce ad uno di quei rami della tecnica coi quali più viene in contatto il pubblico e che più ne sollecita la curiosità.

Le polemiche antiche e recenti, la divisione che regna nel campo tecnico a tale riguardo (divisione più apparente che reale, a dire il vero) e soprattutto la incertezza sulle risultanze economiche e tecniche degli impianti di trazione finora eseguiti dalle FF. SS. fanno sì che l'opinione generale degli elettrotecnici, che non si occupano in modo specifico di trazione, sia piuttosto scettica sulle applicazioni della trazione elettrica.

Sta di fatto che da noi le basi economiche del confronto fra i due sistemi di trazione non sono peranco valutate a fondo e nelle stesse inchieste fatte sull'esercizio delle FF. SS. si ebbero risultati tutt'altro che conclusivi al riguardo. Vi sono linee, i Giovi e il Cenisio, ecc., in cui la trazione elettrica ha certamente permesso di migliorare economicamente le condizioni del traffico e di risparmiare somme rilevanti in combustibile (in ciò favorite è vero anche dal rincaro di questo conseguente alla guerra) ma di molte altre linee non si possono certamente giustificare le spese fatte per la loro elettrificazione. Dubbi formidabili permangono, anche per le linee economicamente meglio riuscite, sulle spese di esercizio relative alla manutenzione delle linee di contatto e alle riparazioni e revisione ai locomotori; ed il costo degli impianti attuali sembra essere tale da precludere economicamente una estensione, appena appena modesta degli impianti di trazione elettrica.

È pur vero d'altra parte che non col solo e stretto calcolo economico si possa e si debba decidere in un argomento di così vitale importanza; molte ragioni politiche e di larga visione dell'avvenire possono far prescegliere una via attualmente più costosa pur di assicurarsi definiti vantaggi per il futuro; ma è tuttavia certo che dalla ragione economica non si può prescindere in tesi generale, non fosse altro che per assicurarsi quel sistema di trazione elettrica che meglio garantisca e la economia d'impianto e quella d'esercizio. Da questo punto di vista nessun amministratore può decampare, tanto ch'egli debba amministrare una ferrovia privata, quanto le ferrovie dello Stato.

*

L'Ing. Spani nel suo articolo mostra l'importanza delle economie accessorie, all'infuori del risparmio di combustibile, derivanti dall'impiego della trazione elettrica, economie delle quali non è facile calcolare il valore reale, che è certo rilevante. Egli chiarisce anche quanto sia importante il poter disporre di un mezzo di trazione più celere di quello a vapore, ed a questo proposito ricordiamo le osservazioni fatte dal collega M. Semenza nel suo recente articolo sulle perdite di tempo.

L'articolo postumo del compianto Ing. Stassano, esamina invece con la consueta netta percezione, la questione del costo degli impianti e propone l'impiego di locomotori benzo-elettrici da impiegarsi nelle linee il cui traffico non sarebbe tale da giustificare l'impianto completo di trazione elettrica. Le idee dell'Ing. Stassano hanno avuto una conferma nelle recenti applicazioni di automotrici Diesel-elettriche e di locomotive con turbo-alternatori trifasi, di cui demmo ultimamente notizia. Non pare dubbio che simili macchine debbano avere largo campo di applicazione nelle linee di scarso traffico; pare invece discutibile la loro estensione alle grandi arterie, poichè la deduzione dei risparmi che esse assicurerebbero in confronto della trazione elettrica integrale sembra troppo basata sulla considerazione dell'eccessivo costo degli impianti italiani di trazione elettrica e soprattutto sulla supposizione, molte volte accennata dallo Stassano, che si debbano costruire impianti idroelettrici appositi per l'alimentazione delle linee ferroviarie elettrificate, ciò che è contrario ad ogni razionale politica economica. È già stato infatti molte volte dimostrato che, a parte il maggior costo degli impianti idroelettrici costruiti dallo Stato in confronto di quelli costruiti dai privati, la cattiva utilizzazione dell'energia da parte degli impianti di trazione può essere solo sopportata se essi divengono clienti comuni che assorbono energia dalle reti generali. Solo in tal caso è possibile di diminuire il costo dell'energia consumata e liberare gli impianti di trazione dai gravi carichi di interessi e ammortamenti degli impianti idroelettrici propri.

L'Ing. Belloni infine nella sua lettera sostiene la convenienza di abbandonare ferrovie e tramvie per sostituirle con servizi automobilistici correnti su autostrade. Egli propone anzi un nuovo tipo di strada a guide o — se è lecito dire — trattatoi metallici, che servirebbero ad alimentare, a bassa tensione, le vetture ed i camion elettrici, mentre non impedirebbero la corsa alle automobili comuni. Anche le vetture elettriche, munite di una piccola batteria di accumulatori, potrebbero sempre abbandonare i trattatoi, sia per incrociarsi, sia per sorpassarsi, sia, infine, per recarsi dal termine della strada speciale alla nuova sede.

Addittiamo ai lettori, senza pronunciarci, la novità della cosa, augurandoci che — indipendentemente dalle osservazioni generali colle quali il collega SEMENZA già oggi risponde al Belloni — la possibilità pratica dell'idea sia largamente esaminata e discussa.

Sul calcolo delle turbine idrauliche.

Diamo oggi la seconda parte della comunicazione PROSCIUTTO, nella quale l'A. illustra con esempi di calcolo il suo interessante tentativo di nuova teoria delle turbine a grande portata.

LA REDAZIONE.

DESCRIZIONE IMPIANTI ELETTRICI ITALIANI

È uscito il 1° fascicolo:

Impianti Società Conti (Crego).

Si invitano i Signori che si sono prenotati a versare l'importo relativo all'Ufficio Amm. in Via S. Paolo, 10.

- (L. 6,60 per i Soci e abbonati al giornale)

- * 9,— per non Soci e non abbonati)

- * 1,— per spedizione sotto fascia raccomand.)

Digitized by Google

FONDAMENTI DI UNA NUOVA TEORIA IDRODINAMICA DELLE TURBINE IDRAULICHE

ARISTIDE PROSCIUTTO



:: :: Comunicazione ai Soci della Sezione di Bologna :: ::
(Continuazione e fine, v. N. 12)

12. — *Introduzione delle coordinate curvilinee.* — Le due famiglie di curve s_1 ed n_1 possono essere assunte come linee coordinate per i punti della proiezione meridiana della falda media; ma occorre, a tal uopo, trovare due funzioni, di cui una vari soltanto nella direzione delle n_1 , restando costante lungo le s_1 , e l'altra viceversa vari solo lungo le s_1 .

In forza della (23) noi possiamo senz'altro asserire che il vettore $\frac{W_m}{\xi}$ (che si potrebbe chiamare *velocità ridotta*), inteso come funzione dei punti della proiezione meridiana della falda media, ammette una *funzione potenziale* e le linee n_1 sono precisamente linee equipotenziali. Infatti potremo porre:

$$\frac{W_m}{\xi} \Delta s_1 = \Delta S \quad (39)$$

e ΔS potrà considerarsi come incremento (costante) della funzione potenziale S nel passare da una linea n_1 alla linea prossima della stessa famiglia. Sarà dunque:

$$\frac{\partial S}{\partial s_1} = \frac{W_m}{\xi} \quad \frac{\partial S}{\partial n_1} = 0. \quad (39')$$

È poi evidente che nello spazio I fra distributore e girante la S viene a coincidere col potenziale di C_m (§ 4).

Dalla (23) e dalla (21) si deduce ancora:

$$\frac{W_m}{\xi} r \Delta n_1 = \text{cost.}$$

perciò se poniamo

$$\frac{W_m}{\xi} r \Delta n_1 = \Delta F \quad (40)$$

veniamo a definire una nuova funzione F (*funzione di corrente*), costante lungo le s_1 , e di cui ΔF rappresenta l'incremento (costante) nel passare da una linea s_1 a un'altra prossima. Si può quindi scrivere:

$$\frac{\partial F}{\partial s_1} = 0 \quad \frac{\partial F}{\partial n_1} = \frac{W_m}{\xi} r. \quad (40')$$

Abbiamo dunque due funzioni S ed F che soddisfano alle condizioni necessarie per definire un sistema di coordinate curvilinee. Una coppia di valori attribuiti a queste due funzioni definisce univocamente un punto della proiezione meridiana della falda media. Le linee coordinate sono le n_1 ed s_1 , rappresentate rispettivamente dalle equazioni:

$$S = \text{cost.}, \quad F = \text{cost.}$$

È importante notare che fra i due incrementi finiti ΔS e ΔF corre la relazione semplice:

$$\frac{\Delta S}{\Delta F} = \frac{\Delta s_1}{r \Delta n_1} = \text{cost.} \quad (41)$$

Osserviamo inoltre che la funzione F è legata in modo molto semplice alla portata Q erogata dalla turbina. Infatti se ci si riferisce allo spazio I fra distributore e girante, nel quale regnando la simmetria si ha $\xi = 1$, si trova che la portata di ciascuna zona elementare è espressa da:

$$\Delta Q = W_m 2\pi r \Delta n_1 = 2\pi \Delta F$$

e quindi la portata totale da:

$$Q = 2\pi (F_2 - F_1) \quad (42)$$

essendo F_2 ed F_1 i valori di F che competono ai fletti estremi, i quali lambiscono rispettivamente la corona e il mozzo della turbina.

Per una qualsiasi funzione f possiamo scrivere evidentemente:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial n_1} &= \frac{\partial f}{\partial F} \frac{\partial F}{\partial n_1} = \frac{\partial f}{\partial F} \frac{W_m}{\xi} r \\ \frac{\partial f}{\partial s_1} &= \frac{\partial f}{\partial S} \frac{\partial S}{\partial s_1} = \frac{\partial f}{\partial S} \frac{W_m}{\xi} \end{aligned} \quad (43)$$

e per mezzo di queste relazioni noi potremo trasformare tutte le formule trovate, in modo da far comparire le nuove coordinate.

Così, applicando le (43) alle funzioni Φ , φ , ξ che figurano nell'equazione della falda media (25), questa diventa:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial F} \frac{\partial \varphi}{\partial S} - \frac{\partial \Phi}{\partial S} \frac{\partial \varphi}{\partial F} + \frac{\partial \xi}{\partial F} = 0. \quad (44)$$

Si hanno inoltre dalle (18') le espressioni:

$$\begin{aligned} \text{tg } \gamma &= \frac{r \partial \varphi}{\partial s_1} = \frac{W_m r}{\xi} \frac{\partial \varphi}{\partial S} \\ \Phi &= (W_u + \omega r) = \frac{W_m^2 r^2}{\xi} \frac{\partial \varphi}{\partial S} + \omega r^2 \end{aligned} \quad (45)$$

e in modo analogo potrebbero trasformarsi le (32) (32') (38').

13. — *La turbina della teoria di Lorenz, come caso speciale della nuova teoria.* — Immaginiamo che la turbina abbia un numero infinitamente grande di pale e che queste abbiano uno spessore nullo o trascurabile: la vena fluente fra due pale può allora considerarsi formata da una sola falda, alla quale saranno applicabili le formule che abbiamo trovate per la falda media. Il coefficiente di restrizione è in tal caso evidentemente costante ed uguale all'unità, perciò la (44) si riduce a:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial F} \frac{\partial \varphi}{\partial S} - \frac{\partial \Phi}{\partial S} \frac{\partial \varphi}{\partial F} = 0. \quad (a)$$

e si può intendere senz'altro come equazione della superficie della pala. Per interpretare quest'equazione osserviamo che le intersezioni della pala coi piani assiali sono definite da:

$$d\varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial F} dF + \frac{\partial \varphi}{\partial S} dS = 0$$

ma confrontata con la (a) questa relazione diventa:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial F} dF + \frac{\partial \Phi}{\partial S} dS = d\Phi = 0.$$

Dunque lungo le intersezioni coi piani assiali si deve avere $\Phi = \text{cost.}$, cioè la Φ può esprimersi come funzione della sola φ :

$$\Phi = \Phi(\varphi). \quad (b)$$

Questa conclusione poteva del resto dedursi immediatamente osservando che il primo membro della (a) non è altro che il determinante funzionale delle due funzioni Φ e φ .

In particolare gli spigoli di entrata e di uscita della pala, corrispondenti ai valori $\Phi = \Phi_1$ e $\Phi = \Phi_2$, dovranno essi pure giacere in piani assiali.

Sono questi appunto i risultati (legge di *Bauersfeld*) a cui conduce la teoria del Lorenz nell'ipotesi che sia nulla la componente ϵ_u del vortice. Il Bauersfeld ha indicato anche un metodo grafico per tracciare le pale in modo che sia soddisfatta la (b) (*).

La turbina radiale del Lorenz corrisponde a un caso ancor più particolare. In questa turbina le proiezioni meridiane dei fletti (e in particolare anche le generatrici della corona e del mozzo) sono iperboli di terzo grado soddisfacenti all'equazione.

$$A r^2 z = \text{cost.}$$

e le componenti della velocità meridiana sono date dalle relazioni:

$$W_r = -Ar \quad W_z = -2Az$$

le quali (come si potrebbe facilmente verificare) soddisfano la (24) e per conseguenza anche la (21); esse sono cioè compatibili colle equazioni generali del moto. Si osserva allora che si ha:

$$\begin{aligned} \Phi &= W_m r^2 \frac{\partial \varphi}{\partial s_1} + \omega r^2 = W_r r^2 \frac{\partial \varphi}{\partial r} + \omega r^2 \\ &= -A r^2 \frac{\partial \varphi}{\partial r} + \omega r^2 \end{aligned}$$

e perciò un modo molto semplice di rendere soddisfatta anche la condizione (b) è di porre che φ sia una funzione della sola r . La pala della turbina acquista allora forma cilindrica con generatrici parallele all'asse e gli spigoli di entrata e di uscita riescono pure rettilinei e paralleli all'asse.

Il Lorenz giunge a questo tipo di turbina ponendo la condizione che il lavoro ceduto nell'unità di tempo sia lo stesso per tutte le particelle; cioè che le particelle le quali attraversano insieme la sezione d'ingresso della girante, traversino pure insieme la sezione d'uscita.

(*) Zeit. d. Ver. d. Ing. 1912.

14. — *Seconda condizione limitativa sulla forma della falda media.* — Ritornando ora alla teoria generale è necessario che introduciamo una nuova condizione, per rendere più determinato il problema. Questa nuova condizione riguarderà il coefficiente di restrizione e quindi, indirettamente, lo spessore delle pale.

Osserviamo che nello spazio fra distributore e girante il coefficiente di restrizione ξ è uguale ad 1 e la funzione di lavoro ha un valore determinato Φ_1 ; allo scarico il coefficiente di restrizione ritorna uguale ad 1 e la funzione di lavoro assume un nuovo valore Φ_2 (in generale nullo). Potremo allora porre la condizione che, in tutta la falda, ξ sia una funzione di Φ :

$$\xi = \xi(\Phi). \quad (46)$$

Le linee $\xi = \text{cost.}$ coincideranno colle linee $\Phi = \text{cost.}$ La funzione scelta dovrà esser tale da dare $\xi = 1$ tanto per $\Phi = \Phi_1$ che per $\Phi = \Phi_2$. Per brevità scriveremo:

$$\xi' = \frac{d\xi}{d\Phi}$$

e quindi:

$$\frac{\partial \xi}{\partial F} = \xi' \frac{\partial \Phi}{\partial F} \quad (47)$$

$$\frac{\partial \xi}{\partial S} = \xi' \frac{\partial \Phi}{\partial S}$$

15. — *Interpretazione dell'equazione della falda media.* — Colla nuova condizione imposta (46) l'equazione della falda media (44) si trasforma ancora e diventa:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial F} \frac{\partial \gamma}{\partial S} - \frac{\partial \Phi}{\partial S} \frac{\partial \gamma}{\partial F} + \xi' \frac{\partial \Phi}{\partial F} = 0 \quad (48)$$

e sotto questa forma si presta ad una interpretazione immediata. Infatti prendiamo a considerare una linea $\Phi = \text{cost.}$ che è caratterizzata da:

$$d\Phi = \frac{\partial \Phi}{\partial F} dF + \frac{\partial \Phi}{\partial S} dS = 0 \quad (49)$$

e cerchiamo di determinare come varia γ lungo questa linea; in generale si ha:

$$d\gamma = \frac{\partial \gamma}{\partial F} dF + \frac{\partial \gamma}{\partial S} dS.$$

Ma eliminando dF fra questa e la (49) si ottiene:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial F} d\gamma = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial F} \frac{\partial \gamma}{\partial S} - \frac{\partial \Phi}{\partial S} \frac{\partial \gamma}{\partial F} \right) dS.$$

ossia (indicando coll'indice Φ che la derivazione va presa lungo la linea $\Phi = \text{cost.}$):

$$\frac{\partial \Phi}{\partial F} \left(\frac{d\gamma}{dS} \right)_\Phi = \frac{\partial \Phi}{\partial F} \frac{\partial \gamma}{\partial S} - \frac{\partial \Phi}{\partial S} \frac{\partial \gamma}{\partial F}.$$

Finalmente confrontando colla (48) risulta:

$$\left(\frac{d\gamma}{dS} \right)_\Phi + \xi' = 0. \quad (50)$$

L'equazione della falda media si riduce dunque a questa semplice relazione dalla quale si vede che lungo le linee $\Phi = \text{cost.}$ l'angolo polare γ varia proporzionalmente ad S .

Ma la (50) non è la sola equazione a cui la falda media, colle condizioni imposte, deve soddisfare. È da tener presente la (45) che può scriversi:

$$\frac{\partial \gamma}{\partial S} = \frac{\xi}{W_m^2} \left(\frac{\Phi}{r^2} - \omega \right) \quad (51)$$

od anche, per la (39):

$$\frac{\partial \gamma}{\partial S} = \frac{1}{\xi} \left(\frac{\Delta S_1}{\Delta S} \right)^2 \left(\frac{\Phi}{r^2} - \omega \right). \quad (51')$$

Come la (50) riguarda la variazione di γ lungo le linee $\Phi = \text{cost.}$, così la (51) definisce la variazione di γ lungo i fletti.

Immaginiamo ora di costruire un diagramma portando come ascisse i valori di S e come ordinate i valori di γ : potremo dare così una diretta rappresentazione grafica delle due relazioni trovate (50) e (51'). Infatti, per la (50), le linee $\Phi = \text{cost.}$ saranno rappresentate, in un tal diagramma, da un fascio di rette con coefficiente angolare $-\xi'$, mentre i fletti ($F = \text{cost.}$) saranno rappresentati da curve delle quali la (51') definisce in ogni punto l'inclinazione della tangente.

È evidente che quando si sia riusciti a costruire questo diagramma si potrà dire di avere completamente determinata la forma

della falda media, perchè si avrà allora il valore di γ corrispondente a qualsiasi valore delle coordinate S ed F . Vediamo dunque come si possa pervenire a questo.

16. — *Tracciamento della superficie della falda media.* — Dovendo progettare una turbina saranno date in generale l'altezza di caduta H , la portata Q e la velocità angolare ω . Inoltre supponiamo date o tracciate a sentimento (con criterio pratico) le generatrici delle superfici di rivoluzione che limitano la turbina dal distributore fino allo scarico (linee ACE , BDF della fig. 1).

Per prima cosa si dovrà tracciare la rete di linee s_1 e n_1 in modo che risulti soddisfatta, con tutta l'approssimazione possibile la relazione:

$$\frac{\Delta S_1}{r \Delta n_1} = \text{cost.} \quad (21)$$

Si dovrà poi *graduare* questa rete, cioè bisognerà determinare i valori di F e di S che competono rispettivamente a ciascuna linea s_1 e n_1 . Per far questo serve la relazione:

$$Q = 2\pi (F_2 - F_1) \quad (42)$$

per mezzo della quale, data la portata Q si calcola la differenza fra i valori di F corrispondenti ai due fletti estremi; dividendo allora

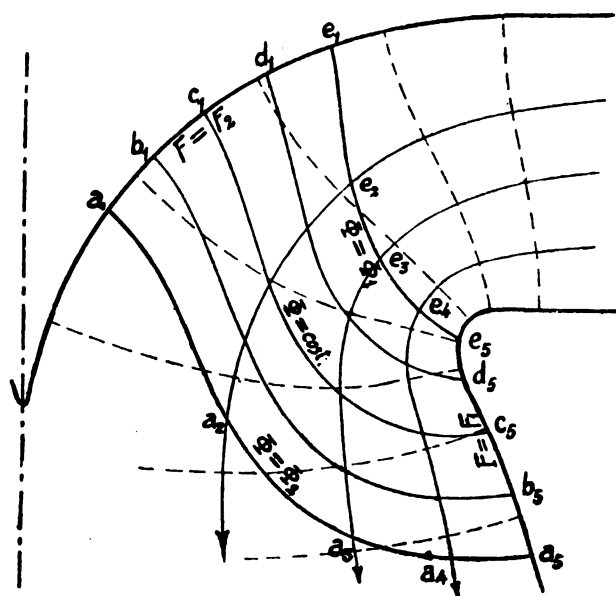


Fig. 6.

questa differenza per il numero di canali elementari considerati (quattro nella fig. 6) si ha il valore di ΔF . Per mezzo della:

$$\Delta S = \frac{\Delta S_1}{r \Delta n_1} \Delta F \quad (41)$$

si calcola poi il ΔS . Siccome le funzioni S ed F sono definite a meno di una costante arbitraria, si possono assegnare a piacere i valori corrispondenti a due determinate linee n_1 e s_1 , e allora, conoscendo il ΔS e il ΔF , si deducono i valori che competono a tutte le altre linee.

Con ciò è completamente definito il sistema di coordinate curvilinee. La relazione:

$$H_u = \eta H = \frac{\omega}{g} (\Phi_1 - \Phi_2) \quad (20)$$

(essendo μ il rendimento idraulico previsto per la turbina) permette allora di assegnare i valori estremi Φ_1 e Φ_2 fra cui deve variare la funzione di lavoro.

Giunti a questo punto si vede che la superficie della falda media dipende ancora da tre funzioni arbitrarie. Occorrerà fissare infatti: 1°) la relazione:

$$\xi = \xi(\Phi) \quad (I)$$

che lega il coefficiente di restrizione e la funzione di lavoro; 2°) la legge di variazione di Φ lungo un determinato fletto, per esempio lungo il fletto $F = F_2$ più prossimo all'asse:

$$\Phi = \Phi(S) \quad (F = F_2) \quad (II)$$

3°) la proiezione meridiana di una delle linee $\Phi = \text{cost.}$, per esempio della linea $\Phi = \Phi_2$ corrispondente allo scarico:

$$S = S(F) \quad (\Phi = \Phi_2) \quad (III)$$

Nella scelta delle funzioni arbitrarie bisognerà naturalmente aver riguardo al loro significato reale e all'influenza che possono avere sul calcolo. Così, per quanto riguarda la (I), bisognerà tener presente che ξ è legato da una relazione semplice (che esporremo più oltre) allo spessore della pala e deve risultare uguale all'unità tanto per $\Phi = \Phi_1$ che per $\Phi = \Phi_2$. Per rendere il più possibile regolare l'entrata e lo scarico dell'acqua nella girante conviene poi scegliere la (II) in modo che tanto per $\Phi = \Phi_1$ che per $\Phi = \Phi_2$ si abbia:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial S} = 0.$$

Infine nella scelta della (III) si deve tendere a soddisfare particolari condizioni di cui sarà trattato in seguito.

Le relazioni (I) (II) (III), invece che da espressioni analitiche, possono essere date per mezzo di diagrammi.

Fatto ciò si hanno gli elementi necessari per applicare l'equazione:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial S} = \left(\frac{\Delta S_1}{\Delta S} \right)^2 \left(\frac{\Phi}{r^2} - \omega \right) \quad (51')$$

al fletto $F = F_2$ cui si riferisce la (II) Si calcoleranno i valori di $\frac{\partial \varphi}{\partial S}$ per vari punti di questo fletto (a_1, b_1, c_1, d_1, e_1 , fig. 6) ricavando i valori occorrenti di Φ e ξ dalle (II) e (I) e quelli di r e ΔS_1 dalla proiezione meridiana; i valori calcolati si porteranno come ordinate in corrispondenza a quelli di S presi come ascisse, e allora, con un'integrazione grafica, si otterrà facilmente un diagramma il quale dà φ in funzione di S , per il fletto considerato. Si ha cioè la curva che, nel diagramma generale di cui si è parlato al § precedente, rappresenta il fletto $F = F_2$ (linea $a_1' e_1'$, fig. 7).

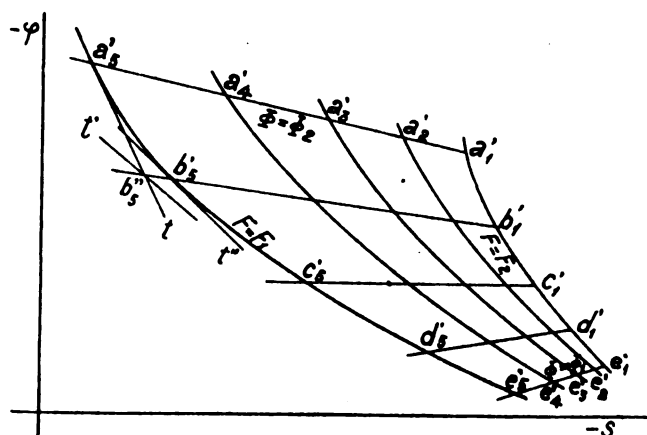


Fig. 7.

Poichè allora si conoscono i valori di Φ che competono a tutti i punti di questa curva si possono tracciare subito le rette $\Phi = \text{cost.}$, le quali, giusta la

$$\left(\frac{\partial \varphi}{\partial S} \right)_{\Phi} + \xi' = 0, \quad (50)$$

debbono avere coefficienti angolari uguali a

$$-\xi' = -\frac{d\xi}{d\Phi},$$

calcolabili per mezzo della (I) (rette $a_1', a_2', b_1', b_2', \dots$ fig. 7).

Prendendo come base il fascio di rette $\Phi = \text{cost.}$ si procede al tracciamento delle curve rappresentatrici degli altri fletti. Siccome si è fissata [colla (III)] la proiezione meridiana della linea $\Phi = \Phi_2$, i punti a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 della figura 6 sono noti e per mezzo della coordinata S se ne può trovare i corrispondenti $a_1', \dots, a_5'$ sul diagramma della fig. 7.

Consideriamo per esempio il fletto esterno $F = F_1$; ecco come se ne ottiene la curva rappresentativa. Partendo dal punto noto a_5 si

calcola colla (51'), il corrispondente valore di $\frac{\partial \varphi}{\partial S}$ con che si può

tracciare la tangente $a_5' t$ alla curva cercata; l'intersezione b_5'' con la prossima retta $\Phi = \text{cost.}$ è allora, in prima approssimazione, un nuovo punto della curva. Si misura l'ascissa di b_5'' e si trova il punto corrispondente a b_5'' nella fig. 6; a questo si applica ancora la (51') introducendo beninteso i valori di Φ e ξ che competono alla retta b_1', b_2'' . Si otterrà un $\frac{\partial \varphi}{\partial S}$ diverso e una tangente t' diversamente inclinata; si sposta allora il punto b_5'' portandolo in b_5' in modo che il segmento $a_5' b_5'$ abbia un'inclinazione intermedia fra

quelle di t' e t . Si trova il corrispondente di b_5' sulla fig. 6 e si ripete il calcolo di $\frac{\partial \varphi}{\partial S}$ ottenendo una tangente t'' , la quale dovrà incontrare la t circa a metà distanza fra a_5' e b_5' . Se ciò avviene vuol dire che il punto b_5' è stato determinato con approssimazione sufficiente (altrimenti si ripete su b_5' il calcolo fatto su b_5'') e si può procedere oltre per la determinazione del punto c_5' , operando in modo perfettamente analogo. Se però le rette $\Phi = \text{cost.}$ sono abbastanza numerose e vicine la determinazione di c_5' e dei punti successivi può essere molto semplificata, poichè allora si può ammettere che la corda $a_5' c_5'$ sia parallela alla tangente t'' in b_5' . In questo modo si ottengono tutte le curve $a_5', e_5', a_4', e_4', \dots$ della fig. 7, rappresentanti i vari fletti, mentre nella fig. 6 si hanno i punti occorrenti per "racciare le linee $\Phi = \text{cost.}$ ($b_1, b_2, c_1, c_2, \dots$).

La superficie della falda media è così completamente determinata, poichè dalla fig. 7 si può ricavare il valore di φ corrispondente a qualsiasi punto, ed è evidente che essa soddisfa alle equazioni (50) e (51').

Dalle figg. 6 e 7 si potrebbero anche ricavare gli elementi per tracciare la proiezione della falda media su un piano normale all'asse.

17. — *Dalla forma della falda media alla forma delle pale.* — La forma delle pale della turbina può differire notevolmente da quella della falda media ora determinata. Ciò è dovuto al fatto che la velocità e la pressione delle particelle variano anche da punto a punto della vena in direzione periferica. Se, per precisare, distinguiamo la faccia attiva o *fronte* delle pale (sulla quale avviene la trasmissione di lavoro utile) dalla faccia passiva o *dorso*, abbiamo che la velocità è massima in corrispondenza al dorso e minima in corrispondenza al fronte, mentre il contrario succede per la pressione.

Questa variazione della velocità porta un'analogia variazione del coefficiente di restrizione, per modo che i fletti vanno addensandosi presso il dorso delle pale e rarefacendosi presso il fronte, come indica la fig. 8 (la quale, per semplicità, rappresenta la sezione cilindrica sviluppata di una turbina assiale).

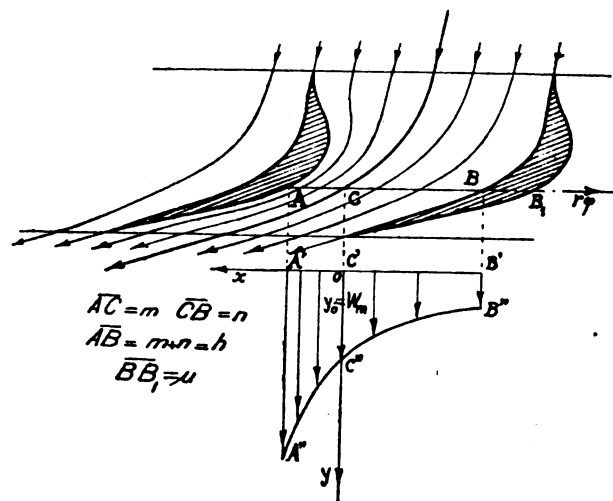


Fig. 8.

Ammettiamo tuttavia che il valore assunto dal coefficiente di restrizione e dalla velocità meridiana in un punto come C (fig. 8) della falda media, possano considerarsi come valori medi per tutta la vena fluente fra A e B; allora, se Z è il numero delle pale, lo spessore (periferico) h della vena sarà [analogamente alla (22)]:

$$h = AB = \frac{1}{\xi} \frac{2\pi r}{Z} \quad (52)$$

essendo appunto ξ il valore del coefficiente di restrizione nel punto C. Lo spessore μ (misurato sempre in senso periferico) della pala sarà invece:

$$\mu = \frac{2\pi r}{Z} - h = \left(1 - \frac{1}{\xi} \right) \frac{2\pi r}{Z}. \quad (53)$$

Ma la non uniforme distribuzione dei fletti lungo AB dà luogo ad un'altra conseguenza: dovendo la falda media, per definizione, dividere la vena in due parti di uguale portata, il punto C non potrà essere equidistante da A e da B; per definire la forma della pala sarà perciò necessario vedere in quale rapporto il punto C divide lo spessore h della vena.

Occorrerebbe a tal uopo conoscere la vera legge di variazione di W_m lungo AB, ma poichè non si può giungere a tanto ci accontenteremo di una soluzione approssimata.

La (32), applicata alla falda media, colle condizioni successivamente poste (46) (47), diventa:

$$\frac{\partial W_m}{r \partial \varphi} = \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial s_1} \left(1 + \frac{\Delta S}{\Delta s_1} \zeta' r \operatorname{tg} \gamma \right) \cos^2 \gamma \quad (54)$$

e permette di calcolare, dopo eseguito il tracciato della falda media, il valore di $\frac{\partial W_m}{r \partial \varphi}$ in ogni punto della medesima.

Osserviamo ora che la variazione della velocità da falda a falda è dovuta, in ultima analisi, alla curvatura dei fletti in senso periferico e sarebbe applicabile la relazione:

$$\frac{\partial W}{\partial n} = W \sigma$$

perfettamente analoga alla (6). Nell'ipotesi che la curvatura σ fosse costante per tutti i fletti si avrebbe integrando:

$$W = a e^{\sigma n}$$

cioè la velocità totale W varierebbe (in direzione normale ai fletti) con legge esponenziale. Visto questo risultato noi ammetteremo allora, per ragione di semplice analogia, che la variazione di W_m lungo AB segua appunto una legge esponenziale, e precisamente, ponendo

$$y = W_m \quad dx = r d\varphi,$$

ammetteremo l'equazione:

$$y = c e^{ax} + b \quad (55)$$

salvo a determinare le costanti a , b , c , per mezzo della (54) e delle altre condizioni forniteci dalla teoria.

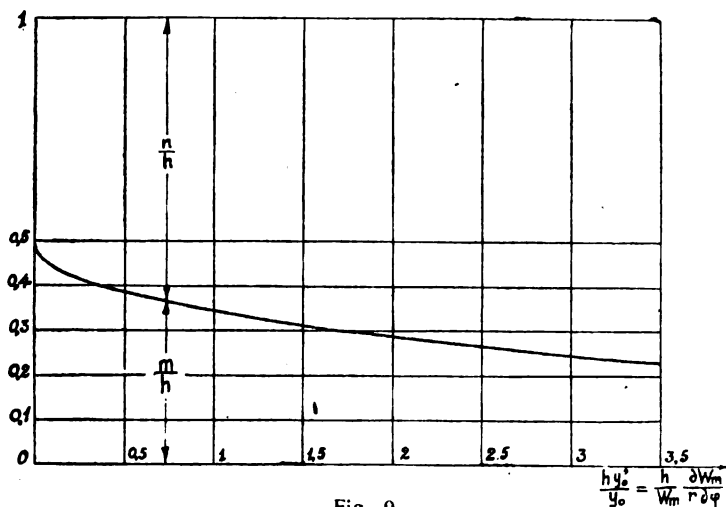


Fig. 9.

Derivando la (55) si ha:

$$y' = a c e^{ax} \quad (55')$$

ma per $x = 0$ la (55) e la (55') debbono fornire i valori noti di W_m e di $\frac{\partial W_m}{r \partial \varphi}$ nel punto C della falda media; valori noti che indicheremo rispettivamente con y_0 e y'_0 ; si ha perciò:

$$\begin{aligned} y_0 &= c + b \\ y'_0 &= a c. \end{aligned} \quad (56)$$

Ma poichè si è già ammesso, colla (52), che y_0 sia la velocità meridiana media per il tratto $AB = h$, si avrà, ponendo $AC = m$ e $CB = n$:

$$\int_{-n}^{+m} y dx = y_0(m + n) = y_0 h$$

e cioè:

$$\frac{c}{a} (e^{am} - e^{-an}) + b(m + n) = y_0(m + n)$$

ossia eliminando c e b per mezzo delle (56):

$$e^{am} (1 - e^{-an}) = a h. \quad (57)$$

Inoltre, dovendo la falda media dividere la vena in due parti di uguale portata, si avrà anche:

$$\int_0^m y dx = \frac{c}{a} e^{am} + b m = \frac{y_0 h}{2}$$

ossia, per le (56):

$$\frac{y'_0}{a y_0} = \frac{\frac{1}{2} a h - a m}{e^{am} - a m}. \quad (58)$$

Si dovrebbe ora eliminare a fra questa e la (57), per ottenere finalmente il rapporto $\frac{m}{h} = \frac{AC}{AB}$ in funzione di quantità note. Ma questa eliminazione non è possibile, perciò abbiamo assunto il prodotto ah come parametro e, attribuendo a questo diversi valori, abbiamo calcolato i valori corrispondenti di am [dalla (57)] e di $\frac{y'_0}{a y_0}$ [dalla (58)]. Abbiamo poscia formato i rapporti:

$$\frac{m}{h} = \frac{am}{ah}, \quad \frac{h y'_0}{y_0} = a h \frac{y'_0}{a y_0}$$

ottenendo così, una volta per tutte, i valori del rapporto incognito $\frac{m}{h}$

in corrispondenza a quelli della quantità nota $\frac{h y'_0}{y_0}$.

I risultati ottenuti sono riassunti nella tabella seguente e sono rappresentati anche dal diagramma della fig. 9.

$\frac{h y'_0}{y_0} =$	0	0.0027	0.0086	0.0193	0.0365	0.1095	0.2165	0.525
$\frac{m}{h} =$	0.5	0.4825	0.475	0.467	0.459	0.438	0.420	0.383
$\frac{ah}{h} =$	0	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	2	3
$\frac{h y'_0}{y_0} =$	0.888	1.293	1.715	2.145	2.595	3.05	3.51	3.97
$\frac{m}{h} =$	0.351	0.323	0.299	0.278	0.260	0.244	0.230	0.218
$\frac{ah}{h} =$	4	5	6	7	8	9	10	11

Dunque coll'uso delle formule (52) e (54) e di questa tabella si possono determinare due punti della pala come A e B (fig. 8), essendo noto il punto C della falda media. Ripetendo la ricerca per diversi punti si giunge così a definire completamente le superfici delle due facce della pala.

18. — *Influenza della deviazione meridiana dei fletti.* — Nelle ricerche svolte al § precedente non si è tenuto conto della deviazione meridiana dei fletti (§ 11), per il carattere di non grande approssimazione che hanno queste ricerche, e perchè ciò non avrebbe influito notevolmente sui risultati. Interessa tuttavia vedere da che cosa dipende la deviazione e a quali conseguenze essa può dar luogo.

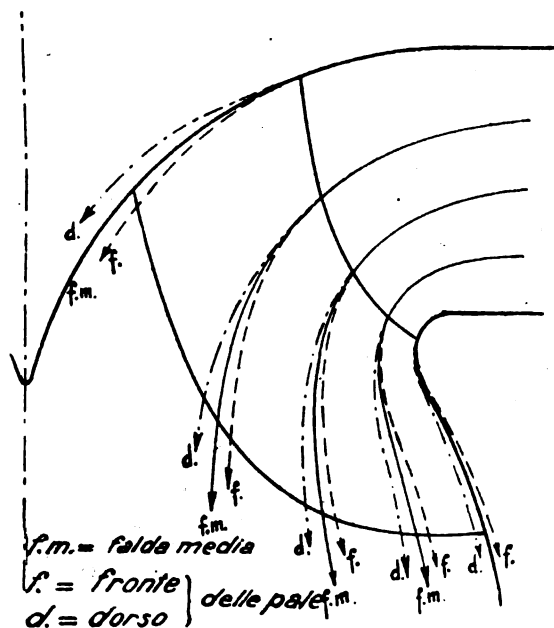


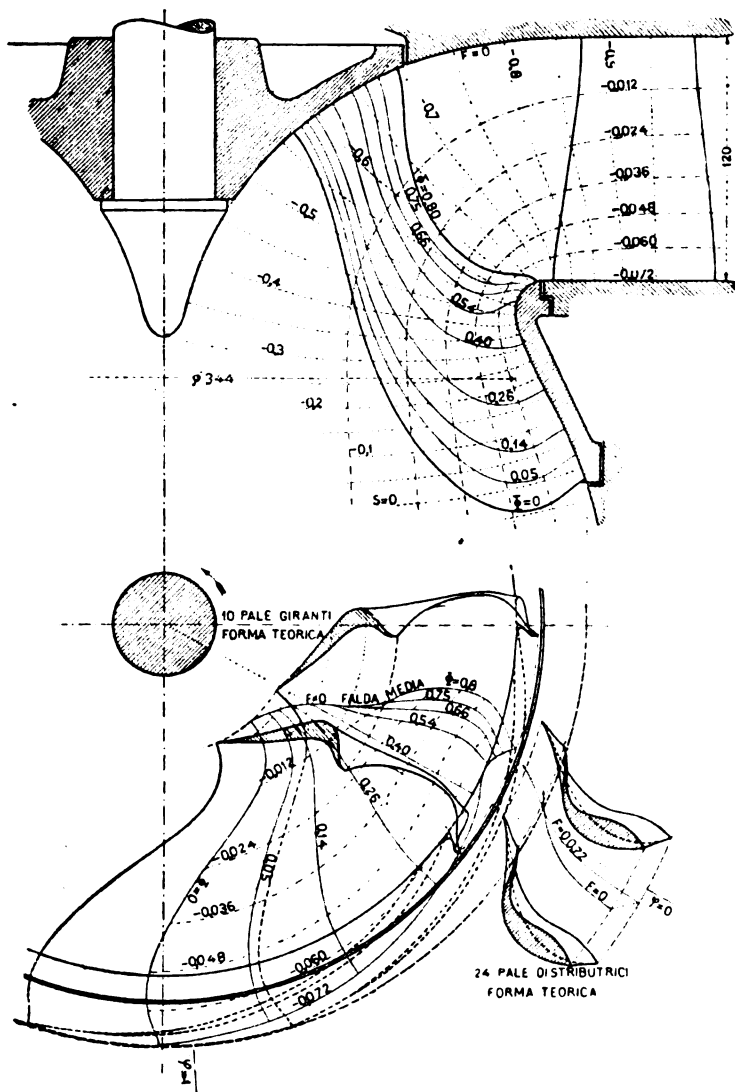
Fig. 10.

La (38'), applicata alla falda media, in virtù delle (43) (47) (48) diventa:

$$\frac{\partial \alpha}{r \partial \varphi} = - \frac{1}{\xi} \frac{\partial \Phi}{\partial F} \left\{ \left(\frac{W_m}{\xi} \right)^2 r^2 \zeta'^2 + 1 \right\} \cos^2 \gamma. \quad (59)$$

Si vede dunque che $\frac{\partial \alpha}{r \partial \varphi}$ è di segno contrario a $\frac{\partial \Phi}{\partial F}$ onde nelle turbine della pratica corrente risulta che l'angolo α è, in valore assoluto, generalmente minore in adiacenza al fronte che in adiacenza al dorso delle pale; cioè i fletti tendono ad assumere lo svolgimento indicato nella fig. 10.

La (59) mostra anche che la deviazione avviene in ogni punto ove $\frac{\partial \Phi}{\partial F}$ non è nulla e quindi, in generale, anche in corrispondenza ai filetti estremi, cioè in adiacenza al mozzo e alla corona della gi-



delle superfici di rivoluzione fra cui si svolge il deflusso (fig. 11) in modo che l'altezza delle pale distributrici risulti m. 0.12 e la distanza minima della generatrice esterna (cioè della corona) dall'asse sia m. 0,172: valori che si ritengono sufficienti a non creare eccessive resistenze al moto dell'acqua.

La (42) dà :

$$F_2 - F_1 = \frac{Q}{2\pi} = 0.072.$$

Convenendo di dividere la vena in 6 correnti parziali di uguale portata si ha :

$$\Delta F = \frac{F_2 - F_1}{6} = 0.012$$

e attribuendo il valore $F = F_x = 0$ al fletto più prossimo all'asse si stabiliscono i valori relativi agli altri sei fletti (-0.012 ; -0.024 ; ...). Si è fissato poi $\Delta S = 0.05$ ossia si è convenuto di tracciare tutte quelle linee $S = \text{cost.}$ cui competono valori di S distanziati di 0.05.

Si ha allora dalla (41):

$$\frac{\Delta s_1}{r \Delta B_1} = \frac{\Delta S}{\Delta F} = \frac{0.05}{0.012} = 0.4167.$$

Ottenuto questo rapporto si procede al tracciamento della rete di linee s_1 e n_1 . In questa operazione si deve cercare di conseguire la massima approssimazione possibile poichè da essa dipende l'esattezza di quanto segue.

Dalla (20) si ricava :

$$\Phi_1 - \Phi_2 = \frac{gH}{\omega} = 0,8$$

e quindi, stabilendo che nel tubo di aspirazione non ci sia moto di rotazione :

$$\Phi_{\infty} = 0 \qquad \Phi_1 = 0.8.$$

Abbiamo fissato che ξ vari con Φ con legge parabolica:

$$\xi = 1,25 - 1,562 (\Phi - 0,4)^2$$

in modo che risulti $\xi = 1$ tanto per $\Phi = 0$ che per $\Phi = 0,8$ e si abbia il massimo $\xi = 1,25$ per $\Phi = 0,4$. La massima riduzione di sezione che si ha per causa dello spessore delle pale è così del 20 %.

Col diagramma AB (fig. 12) si è fissata la legge di variazione di Φ lungo il filetto $F = -0.012$. Applicando ripetutamente la (51') abbiamo dedotto il diagramma CD e integrando questo graficamente abbiamo ottenuto la curva EF che rappresenta il filetto $F = -0.012$ in coordinate φ, S . Dopo ciò si son tracciate le rette $\Phi = \text{cost.}$ e altre curve $F = \text{cost.}$ nel modo indicato al § 16.

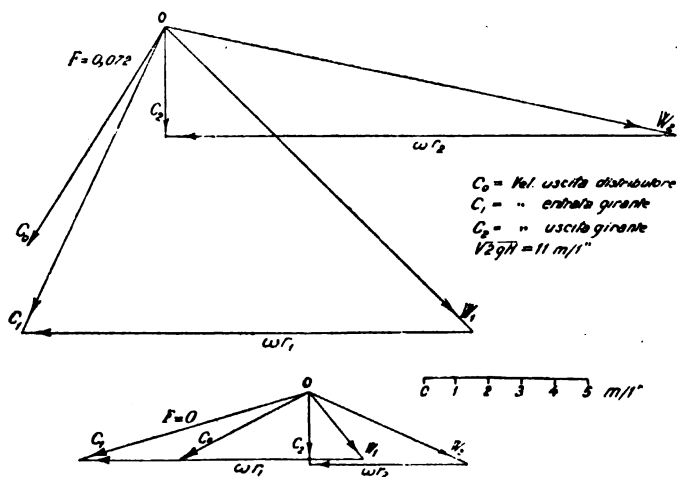


Fig. 13.

Completato così il diagramma della fig. 12 abbiamo disegnate in fig. 11 le due proiezioni (sul piano meridiano e sul piano normale all'asse) della falda media.

Si è cercato che le linee $\Phi = \text{cost.}$ incontrino perpendicolarmente le generatrici del mozzo e della corona, per ridurre al minimo la deviazione meridiana dei fletti.

Stabilito che la girante abbia 10 pale, ad alcuni punti della falda media abbiamo applicate le formule (52) e (54) e le indicazioni della fig. 9, per determinare i corrispondenti punti della pala.

Gosì, per esempio, per il punto caratterizzato dai valori $F = 0$, $\Phi = 0,4$ si ha :

$$\xi' = 0 ; \operatorname{tg} \gamma = \frac{r \partial \gamma}{\partial s_1} = 0,465 ; y_0 = W_m = 2,825$$

quindi :

$$\begin{aligned} y'_0 &= \frac{\partial W_m}{r \partial \varphi} = \frac{1}{\zeta_1} \frac{\partial \Phi}{\partial s_1} \cos^2 \gamma = 127,5 \\ h &= \frac{1}{\zeta_1} \frac{2 \pi r}{Z} = 0,0412 \quad ; \quad \mu = 0,0103 \text{ m.} \\ h y'_0 &= 1,853 \quad ; \quad \frac{m}{h} = 0,29 \\ m &= 0,012 \text{ m.} \quad ; \quad n \approx 0,0292 \text{ m.} \end{aligned}$$

Cioè la falda media nel punto considerato passa a 12 mm. di distanza dal dorso della pala precedente e a 29,2 mm. dal fronte della pala seguente.

In questo modo si è ottenuto, nella fig. 11, il completo tracciato della pala. Una caratteristica della forma teorica ottenuta è lo sviluppo in senso periferico, che è notevole in adiacenza alla corona e invece limitato in adiacenza al mozzo.

È da notare che ciò è dovuto principalmente all'influenza esercitata dal coefficiente di restrizione ξ , cioè, in ultima analisi, allo spessore delle pale medesime.

In modo perfettamente analogo è stato ottenuto il tracciato delle pale del distributore, per quale però ci siamo limitati alle ricerche relative ai due fletti estremi.

Come si vede dal disegno, la forma teorica ottenuta per le pale distributrici si discosta notevolmente da quella cilindrica.

La fig. 13 rappresenta i diagrammi delle velocità per i due fletti estremi.

Bologna, marzo 1923.

**A PROPOSITO DELL'ELETTTRIFICAZIONE
DELLE FERROVIE** □ □ □ □ □

E. STASSANO (1)

Parecchi anni or sono l'ingegnere francese Heilmann, nell'intento di raggiungere più elevate velocità con le ordinarie locomotive, senza incorrere nell'inconveniente di dare agli stantuffi delle medesime una velocità troppo forte, e quindi pericolosa, e di accrescere eccessivamente il diametro delle ruote motrici, con conseguente riduzione del numero degli assi accoppiati, propose la costruzione di una speciale locomotiva nella quale l'apparato motore fosse costituito da una macchina del tipo fisso direttamente accoppiata ad un generatore elettrico, che, fornendo la corrente necessaria ai motori collocati sugli assi della locomotiva, o su alcuni di essi opportunamente accoppiati agli altri, rendesse motori tutti gli assi della locomotiva.

In tale modo tutto il peso della macchina sarebbe stato attivo per l'aderenza, sarebbero cessate le cause dei moti perturbatori della locomotiva, ed in particolar modo quello detto di galoppo, e si sarebbero raggiunti anche con esse tutti i vantaggi tecnico-economici delle generatrici a vapore del tipo fisso.

Le buone ragioni addotte dal proponente furono debitamente apprezzate, ed una locomotiva di questo tipo fu effettivamente costruita ed sperimentata, dimostrando in gran parte la giustezza dei concetti sui quali l'Heilmann si era fondato. Infatti tutto il peso della locomotiva potè essere sopportato da assi motori, la macchina raggiunse nelle prove la velocità di 120 km. all'ora, rimanendo sempre molto bene equilibrata, e si ebbe anche una certa economia nel consumo di combustibile. Senonchè l'intera costruzione risultò eccessivamente pesante, 120 tonn. circa, per modo che, volendola utilizzare convenientemente, e quindi a grande velocità, si sarebbe dovuto procedere al rafforzamento di tutto l'armamento e delle opere d'arte delle linee esistenti onde il tentativo quantunque in gran parte riuscito, rimase senza seguito.

Da quell'epoca in poi la tecnica dei motori termici ha fatto progressi semplicemente prodigiosi, mentre l'immane guerra scatenatasi in Europa ha messo in evidenza, ed in modo veramente impressionante la necessità di economizzare il più ed il meglio possibile il carbone, che il rapido, continuo e progressivo sviluppo della civiltà richiede con maggiore insistenza ed in quantità sempre crescenti ai paesi dotati dalla natura di questo preziosissimo elemento.

Non è quindi fuori luogo il riprendere ora l'idea originale dello Heilmann, modificandola opportunamente, per vedere se, e nel caso in qual modo, applicandola all'esercizio delle ferrovie esistenti è possibile di aumentare la velocità ed il peso dei treni senza modificare l'armamento attuale, riducendo contemporaneamente il consumo di combustibile, e ciò specialmente per quei paesi che, come il no-

(4) Ricorrendo l'anniversario della morte di Ernesto Stassano, siamo lieti di poter pubblicare questo suo scritto postumo, che dobbiamo alla cortesia del nipote, Avv. Edoardo Stassano.

stro, sono sprovvisti di carbone minerale atto ad alimentare le ordinarie locomotive, e che perciò sentono più che mai il bisogno di esercire le proprie ferrovie col minor consumo possibile di combustibile da importare.

E bensì vero che i favorevoli risultati ottenuti dalla elettrificazione di alcuni tronchi a forte movimento hanno fatto ritenere, specialmente ai non competenti, possibile e relativamente facile estendere la trazione elettrica a tutta, o quasi tutta, la rete, per liberare il paese dal grave carico dell'approvvigionamento del carbone estero per le ferrovie. Però un esame meno sommario del problema in genere e dei risultati ottenuti in particolare, dimostra in modo ineccepibile che tale sostituzione non è tanto facile a realizzare, ed, attuata, non sarebbe così conveniente come a prima vista potrebbe sembrare, sia per le non poche difficoltà che si dovrebbero superare per creare le stazioni generatrici idroelettriche necessarie ad alimentare tutte le nostre ferrovie, sia per la limitata utilizzazione che per la gran maggioranza delle linee si farebbe dell'energia idroelettrica impegnata, sia anche per il modo col quale fin ora l'elettrificazione è stata effettuata.

*

Il presente lavoro tende appunto ad esaminare l'importantissimo problema, per stabilire se, e nel caso in qual modo, potrebbe darglisi una adeguata soluzione. Per procedere però con ordine e con la maggiore possibile chiarezza non credo inutile aprire qui una parentesi.

Ogni vettura, sia essa motrice o semplicemente rimorchiata, che si muove sulle rotaie di una ferrovia oppone una certa resistenza al moto, che è proporzionale al proprio peso ad alla velocità di traslazione assunta nel movimento, ed aumenta quando la linea seguita da piana ed in rettilineo passa in salita o si svolge in curva.

Perchè quindi un convoglio, composto di una vettura motrice, locomotiva, e da un certo numero di carri rimorchiati, possa liberamente spostarsi sul binario è indispensabile che la motrice sviluppi la potenza necessaria a vincere la somma delle resistenze al moto della motrice stessa e delle vetture rimorchiate, ed abbia il peso sufficiente ad assicurarle la voluta aderenza sul binario, cioè a determinare il necessario attrito fra le ruote motrici e le rotaie, che permetta alle prime di rotolare anzichè strisciare sulle seconde allorchè il motore le fa girare.

Evidentemente il peso attivo della motrice agli effetti dell'aderenza, quello cioè che grava sulle ruote motrici, deve essere superiore allo sforzo totale di trazione richiesto dal treno per spostarsi liberamente alla velocità stabilita.

Consegue da ciò che fra il tracciato e l'andamento altimetrico della linea, il suo armamento, il peso e la potenza delle locomotive, la velocità di traslazione dei treni ed il peso delle vetture rimorchiate esistono strettissimi rapporti, dei quali bisogna tener debito conto, allorchè si vuol studiare il complesso problema dell'esercizio ferroviario, nell'intento di accrescerne la potenzialità diminuendone le spese.

E siccome la parte fissa delle linee, piattaforma stradale e relative opere d'arte ed armamento, rappresenta la spesa principale delle ferrovie e dura molto di più che non il materiale mobile, nello studio delle successive modifiche da apportare al servizio di trazione propriamente detto, per renderlo sempre più economico e consono ai bisogni del momento, è indispensabile tener presente le condizioni delle linee ed adattare alle esigenze di queste le successive modifiche e miglioramenti, tanto più che nella maggior parte dei casi è proprio il tracciato delle linee quello che ne rende più dispendioso l'esercizio ed in particolar modo quando l'accresciuto movimento impone un più attivo servizio sulle linee stesse, superiore alla potenzialità iniziale delle medesime.

Questo fatto, che si verifica pressochè sempre e da per tutto, acquista per noi un'importanza grandissima, sia perchè per la natura del nostro territorio la rete ferroviaria italiana presenta in massima tutti i caratteri e le difficoltà delle ferrovie di montagna, sia perchè queste difficoltà naturali sono aggravate dalla mancata visione del movimento che le sarebbe stato richiesto con lo sviluppo dei traffici e dalla ristrettezza dei fondi disponibili per la costruzione della rete, talchè il più delle volte si sono seguiti per ridurre le spese di impianto tracciati molto accidentati, sia infine perchè, dovendosi acquistare all'estero il carbone occorrente per le ferrovie, l'esercizio delle medesime diventa ancora più oneroso per il maggiore consumo di combustibile che è richiesto dalle condizioni intrinsecamente disagiate della rete stessa.

Il carbone però non è il solo elemento che grava sulle spese di esercizio delle ferrovie, nelle quali entrano per percentuali ancora più importanti quella per il personale e le spese di manutenzione, che aumentano sensibilmente con le accidentalità della linea.

Ed infatti col crescere delle pendenze diminuisce il peso dei convogli mentre il personale di scorta e quello per la sicurezza dell'esercizio rimane costante, e, dovendosi sovente e per lunghi tratti ri-

correre all'uso dei freni, si ha un sensibile consumo del ferro, tanto dell'armamento della linea, rotaie, che del materiale mobile, cerchioni e ceppi dei freni.

Pertanto, chiudendo la parentesi, mi sembra di poter dedurre da quanto ho finora esposto che, date le condizioni del nostro paese e della rete ferroviaria esistente, per raggiungere lo scopo desiderato di un esercizio conveniente ed economico è necessario aumentare al massimo grado l'efficienza della rete stessa senza modificare la parte fissa, utilizzando al tempo stesso maggiormente il personale e riducendo contemporaneamente le spese di manutenzione, ed in particolar modo quelle relative al consumo di combustibile e del ferro dell'armamento e del materiale rotabile.

*

L'elettrificazione, come finora è stata attuata, ha indubbiamente apportati sensibili benefici; perchè infatti, oltre ad eliminare il consumo di combustibile per le locomotive, ha reso possibile un più attivo movimento sotto le gallerie non perfettamente aeree, mentre la maggior potenza che le locomotive elettriche hanno potuto raggiungere, nei limiti di peso e dimensioni concessi dalle linee, ha consentito un aumento di peso dei treni e quindi una migliore utilizzazione del personale di scorta e di sorveglianza, e, limitando l'uso dei freni nelle discese per le reversibilità dei motori delle locomotive elettriche, ha migliorato anche le condizioni di esercizio, riducendo il consumo delle rotaie e dei cerchioni del materiale mobile.

Però durante l'esercizio finora effettuato è risultato in un modo ineccepibile che l'elettrificazione è conveniente sulle linee a forte movimento, perchè solo in questo caso le grandi centrali idroelettriche, che alimentano la rete, sono convenientemente utilizzate; in conseguenza l'apposita Commissione, stata non è guari nominata per lo studio del problema della elettrificazione delle nostre ferrovie, ha dovuto persuadersi che, sui 18.000 km. circa che la costituiscono, solo 3500 potrebbero essere proficuamente elettrificati, richiedendo a l'uopo circa 500.000 HP di forza idraulica.

Queste cifre sono sufficienti a dimostrare la gravità della situazione, sia per il ragguardevole quantitativo di energia da impiegare che per le enormi spese occorrenti per la costruzione delle centrali idroelettriche, delle reti di distribuzione e di presa della corrente e per le locomotive elettriche. A dare una pallida idea dell'importanza di tali spese basta rilevare che, ai prezzi dell'ante guerra, la sola costruzione della linea di contatto importava da 80 a 100.000 lire per chilometro di ferrovia elettrificata.

Ora se si tien conto che dalla inaugurazione della prima linea a trazione elettrica sono passati oramai 20 anni, e che, malgrado gli ottimi risultati che si sono raggiunti con l'elettrificazione della linea dei Giovi, in questo periodo non si è arrivato ad elettrificare neanche 300 km. di rete, facilmente si comprende che, anche limitatamente ai 3500 km. fissati dalla Commissione, l'elettrificazione delle ferrovie italiane è ancora molto ma molto lontana da quello sviluppo che potrebbe far sentire qualche reale beneficio sull'economia generale del nostro paese per la riduzione del consumo di carbone occorrente alle ferrovie.

E quindi di somma importanza esaminare la questione più dettagliatamente, per vedere se è possibile trovare altre soluzioni che, anche non essendo così brillanti e radicali come a prima vista appare l'elettrificazione, quale finora è stata attuata, consentano di raggiungere gli altri scopi che le assillanti necessità del momento impongono all'esercizio delle nostre ferrovie.

*

Non è certo da porre in dubbio che i rapidissimi progressi conseguiti dall'umanità nello scorso secolo e nel primo ventennio del corrente abbiano ad attribuirsi in gran parte all'invenzione della macchina a vapore, la quale con le sue tre tipiche incarnazioni, della locomotiva, della macchina marina, e della macchina fissa per impianti industriali in genere, rendendo rapide le comunicazioni fra i popoli, ed accrescendo notevolmente con l'aiuto dell'energia meccanica la potenzialità di tutte le più svariate industrie, è stato il punto di partenza di tutte le conquiste che l'umana intelligenza ha conseguito con notevole vantaggio dell'intera umanità.

Bene a ragione quindi si può considerare la macchina a vapore come simbolo dell'umano progresso; e come tale farla oggetto di speciale venerazione da parte di tutti coloro che, apprezzando il valore morale dell'umano progresso, uniscono i loro singoli sforzi per il continuo incremento del benessere della collettività.

Senonchè, appunto perchè essa deve considerarsi come simbolo dell'umano progresso, deve servire per i tecnici come incitamento allo studio di nuove applicazioni della trasformazione dell'energia potenziale in energia meccanica in genere, e non come sistema assaiuto ed inderogabile di simile trasformazione, perchè la scienza applicata alle industrie continuamente escogita nuovi mezzi pratici e vantaggiosi per giungere allo stesso risultato, che sarebbe dannoso di tra-

scurare pel solo fatto che risolvono i diversi problemi in modo differente da quello che con tanto successo fece la macchina a vapore.

Ammirazione fattiva, dunque, non feticismo, perchè l'ammirazione induce al progresso, mentre il feticismo non fa che cristallizzare i vantaggi ottenuti, ciò che significa non solo arresto del progresso, ma addirittura un regresso.

Purtroppo spesso per ragioni di semplice opportunità il tecnico è costretto a studiare i nuovi problemi con criteri già sorpassati, o in via di esserlo; altre volte però ciò si verifica per sola pigrizia, o, per lo meno, per tema di troppo osare, cambiando radicalmente rotta, ciò che trova la sua naturale se non logica spiegazione nel fatto che difficilmente si dedicano alla soluzione di problemi nuovi coloro che per la prima volta si occupano dei problemi stessi, e che quindi non sono legati da tradizioni agli antichi sistemi, mentre i pratici in materia difficilmente si sentono di abbandonare totalmente le idee e le teorie fino allora accettate, alle quali si debbono i successi già realizzati.

L'uomo è quello che è, e non è possibile modificare radicalmente le manifestazioni della sua psiche. Siccome però col diffondersi della cultura generale; e questo è *notevolissimo progresso*, diventa più facile anche ai non specialisti di rendersi esatto conto di ciò che succede nelle varie branche dell'umana attività, l'esclusivismo, che per lo passato ha tenuto lontano dalle discussioni dei problemi tecnici speciali coloro che non erano particolarmente iniziati in materia, deve venir bandito, per dar modo di portare il loro contributo nello studio dei nuovi problemi anche a coloro che, pur non essendo specializzati nell'argomento, hanno scienza e coscienza per dire la loro opinione in proposito.

Ora l'industria dei motori a scoppio e quella dei motori a combustione interna, che in questi ultimi anni ha permesso di raggiungere, specialmente in fatto di locomozione, risultati veramente prodigiosi, rendendo pratico ed effettivo il sogno delle fantasie più audaci, opportunamente coadiuvata dall'elettrotecnica può, anzi deve, a mio modo di vedere, portare il suo benefico influsso anche alla trazione ferroviaria, rendendo veramente pratica e proficua una speciale forma di elettrificazione del servizio ferroviario, che, pur non eliminando completamente l'impiego di combustibili, ne riduce sensibilmente il consumo e consente ragguardevoli economie nelle altre spese del servizio di trazione, le quali attenuano se non eliminano completamente l'inconveniente derivante dalla necessità d'impiego di combustibili.

Ed infatti oggi si possono avere ottimi motori ad essenza di 5 ed anche 600 HP, i quali, occupando pochissimo spazio, pesano solo in ragione di 3 a 4 kg al massimo per HP effettivo; accoppiandoli direttamente ai generatori elettrici, che l'industria oggi mette in commercio col peso massimo di 8 a 10 kg per HP, è possibile riunire nello spazio disponibile offerto da uno dei moderni carri ferroviari a 2 o 3 carrelli un certo numero di tali gruppi elettrogeni ad essenza capaci di sviluppare complessivamente una potenza di gran lunga superiore a quella delle maggiori locomotive a vapore oggi in servizio, con un peso totale sensibilmente inferiore a quello delle locomotive.

Impiegando l'energia elettrica così generata ad alimentare motori elettrici collocati sugli assi della vettura generatrice nel numero e della potenza necessaria a rendere attivo agli effetti dell'aderenza tutto il peso della medesima, e sugli assi di altre vetture fino a smaltire completamente l'energia generata, si avrebbe mezzo di provvedere in modo semplice ed economico al servizio di trazione delle ferrovie, facendo diventare attivo una parte del peso morto dei treni, traendo contemporaneamente partito dal minimo peso dell'apparato motore, dagli altri benefici propri della trazione elettrica e dalla maggiore utilizzazione che i motori a scoppio presentano su quelli a vapore dell'energia potenziale del combustibile impiegato.

Ed infatti è noto che per le macchine a vapore tale rendimento nelle migliori condizioni arriva appena al 10 per cento, e che per le locomotive, per le quali il consumo di carbone sale a 1.800 a 2 kg per cavallo-ora, è sensibilmente più basso, mentre il rendimento termico dei motori a scoppio è superiore al 20 per cento. Ora il consumo di carbone per le ferrovie di Stato negli ultimi anni prima della guerra si aggirò intorno a 2.200.000 tonnellate annue, sicchè complessivamente per l'esercizio della rete fu necessario sviluppare circa

$$\frac{2.200.000 \times 1000}{2} = 1.100.000.000 \text{ di HP-ora}$$

per produrre i quali sarebbero occorse

$$\frac{1.100.000.000 \times 0,3}{1000} = 330.000 \text{ tonn. di essenza}$$

perchè, come è noto, i motori a scoppio richiedono 300 grammi di benzina al massimo per HP-ora.

Queste due semplici cifre, bisogna convenirne, sono impressionanti, sia perchè dimostrano in modo evidente la notevole riduzione

di peso del combustibile da importare, attuando la progettata trasformazione del sistema di trazione sulle ferrovie, sia perchè se è ormai certo che in Italia non è possibile trovare giacimenti di carbone minerale atto a sostituire quello straniero che fin ora si è adoperato e si adopera, non è da escludere, anzi vi è quasi la certezza, di trovare abbondanti sorgenti di petrolio, sia infine perchè almeno in parte con l'alcool che facilmente potrà prodursi a buone condizioni di prezzo in un paese eminentemente agricolo, come il nostro, opportunamente carburato col benzene che si ricava dalla distillazione del litantrace, dei nostri combustibili fossili, ligniti e torbe e degli schisti bituminosi dei quali esistono vasti giacimenti, sarà sempre possibile provvedere almeno in parte al consumo delle nostre ferrovie con essenza ricavata o prodotta in Italia.

*

Il problema merita quindi tutta la nostra attenzione e le maggiori cure possibili, perchè altre validissime ragioni militano in suo favore.

Ho accennato più sopra che la Commissione alla quale il Governo ha deferito lo studio generale dell'elettificazione delle ferrovie ha creduto che solo una parte, ed una piccola parte anzi, 3500 su 18.000 km della rete, fosse utilmente elettrificabile; perchè per il resto il movimento attuale e quello prevedibile per un periodo sufficientemente lungo non è e non sarebbe tale da permettere una razionale ed economica utilizzazione delle ingenti forze motrici idrauliche che sarebbe necessario impegnare per la completa elettrificazione.

Rimarrebbero quindi escluse dal beneficio di un economico ed attivo servizio ferroviario proprio quelle regioni nelle quali le ferrovie oltre che all'ordinario compito di ravvicinare i diversi punti del territorio, hanno quello importantissimo dal punto di vista politico sociale, di stimolare e sviluppare le attività latenti del paese stesso; compito che, per una nazione a limitato ed incipiente sviluppo evolutivo, come la nostra, è di somma importanza.

Nè basta. Come è noto il nostro paese, completamente sprovvisto di buoni combustibili fossili, può e potrà sempre maggiormente disporre, quando i suoi corsi d'acqua saranno opportunamente sfruttati, di importanti e numerose forze idrauliche.

Anche però su queste non bisogna creare ed alimentare fallaci illusioni, perchè se molti sono i corsi d'acqua utilizzabili, non eccessivi nè di grande importanza sono quelli ancora da sfruttare, talchè complessivamente non c'è ancora moltissimo altro da fare oltre il già ricavato e quello in corso di studio, sicchè è indispensabile che le forze motrici utilizzate e da utilizzare vengano destinate ad industrie che le sfruttino al massimo grado cioè senza interruzioni, ciò che non si verifica negli impianti di trazione, mentre può esserlo in quelli elettrometallurgici in genere ed elettrosiderurgici in ispecie, che oggi cominciano ad affermarsi e che indirettamente potranno contribuire all'economia del servizio ferroviario fornendo il ferro e gli altri metalli necessari all'impianto ed all'esercizio delle linee a buone condizioni di prezzo, perchè ricavati con processi termoelettrici anzichè con gli ordinari sistemi al carbone.

D'altra parte, ricordando che in tempi normale l'importo del combustibile gravava nella misura dell'8 % le spese ordinarie d'esercizio delle ferrovie, appare evidente che il nuovo sistema di elettrificazione, che propugno, il quale:

- a) accresce la potenzialità delle linee senza richiedere rafforzamento della piattaforma stradale e delle opere d'arte;
- b) riduce le spese di personale utilizzandolo meglio;
- c) riduce le spese di manutenzione del ferro dell'armamento e del materiale mobile;

potrà sempre dare ottimi risultati anche richiedendo l'impiego di combustibile, che, in ogni modo, sarà sempre in proporzioni molto minori di quello occorrente per la trazione normale a vapore.

*

A rendere più evidenti questi vantaggi possono servire i seguenti dati numerici che qui appresso riporto e basati su calcoli normali.

Supponiamo dunque di poter disporre:

- 1) di una generatrice termoelettrica ad essenza, montata su di un carro a 3 carrelli, costituita da 4 gruppi elettrogeni di 600 HP effettivi, del peso complessivo di 64 tonnellate, e cioè:
- 4 gruppi elettrogeni ad essenza di 600 HP, del peso di 7200 kg ciascuno (12 kg per HP effettivo) Tonn. 28.800
- 3 motori elettrici pel movimento degli assi accoppiati dei carrelli ed accessori » 15.000
- Peso morto della vettura » 20.200

Tonn. 64.000

2) di un certo numero di vetture o carri motori costituiti dalle solite vetture o carri a due carrelli, del peso complessivo di 40 tonnellate, delle quali:

Per le vetture passeggeri

Peso morto della vettura	Tonn. 27
» dei motori elettrici dei carrelli	» 10
» dei passeggeri	» 3
	—
	Tonn. 40

Pei carri merci

Peso morto del carro	Tonn. 12
» dei motori	» 10
» delle merci	» 18
	—
	Tonn. 40

3) di un certo numero di vetture e carri simili ai precedenti sprovvisti di motori elettrici e quindi del peso di 30 tonn., carico compreso, muniti solo di condutture elettriche per passaggio della corrente che aziona i motori delle vetture motrici.

Con le norme e con le formule ordinariamente impiegate nelle ferrovie ho calcolato la resistenza al moto di ciascuna di queste vetture e la potenza richiesta dalle medesime per percorrere a determinata velocità un binario piano ed in rettilineo, piano ed in curva, diretto ed in pendenza, in pendenza ed in curva.

Con la scorta dei dati così ricavati ho determinato la composizione, che potrebbe avere treni composti con simile materiale, nei tre casi tipici:

di un treno celere, capace di correre a 90 km all'ora su binario piano ed in curva di 500 m di raggio, ed a 40 km all'ora su di una rampa del 30‰ ed in curva di 500 m di raggio;

di un treno accelerato, tale da percorrere a 60 km all'ora il binario piano ed in curva ed a 30 km all'ora quello in rampa ed in curva del caso precedente;

di un treno merci, atto ad andare rispettivamente a 40 km ed a 20 km all'ora sui tratti sovra indicati sfruttando tutta la potenza della generatrice, e cioè:

Treno celere

1 vettura generatrice motrice di 2400 HP del peso di . . .	Tonn. 64
6 vetture a 2 carrelli rimorchiate dalla medesima . . .	» 180
1 vettura motrice alimentata dalla generatrice . . .	» 40
4 vetture a 2 carrelli rimorchiate dalla motrice . . .	» 120
	—
	Tonn. 404

tale treno assorbirebbe circa 2037 dei 2400 HP della generatrice in piano, e 2215 sulla rampa in curva.

Treno accelerato

1 vettura generatrice come sopra	Tonn. 64
7 vetture rimorchiate dalla medesima	» 210
2 » motrici	» 80
8 » rimorchiate (4 per motrice)	» 240
	—
	Tonn. 594

detto treno in piano ed in curva assorbirebbe 1243 HP, e 2468 sulla rampa.

Treno merci

1 vettura generatrice motrice	Tonn. 64
7 carri rimorchiatati da detta	» 210
3 » motori	» 120
15 » rimorchiatati (5 per carro motore)	» 450
	—
	Tonn. 844

tale treno in piano e sulla curva assorbirebbe 1249 HP, e sulla solita rampa in curva 2400 HP.

Il peso di questi treni, di gran lunga superiore a quelli che ora si raggiungono, nella loro laconica semplicità sono molto incoraggianti e dimostrano in modo evidente la praticità del sistema proposto, tanto più che i dati sovra esposti lungi dal rappresentare il massimo dei risultati che potranno ottenersi, sono valutati con molta prudenza, perchè nel determinare la resistenza alla trazione, e conseguentemente la potenza necessaria per far muovere la generatrice-motrice e le vetture motrici, mi sono attenuto alle formule in uso per le locomotive a vapore, che, come facilmente si comprende, oppongono una resi-

stenza molto superiore di quella offerta da una vettura provvista di motori elettrici, specialmente nel caso in esame, nel quale si dovrebbe avere l'accoppiamento diretto del motore, senza cioè rotismi di ritardo.

Se però, come ho fatto effettivamente, si calcola con le solite formule il peso e la potenza che dovrebbero avere locomotive a vapore capaci di spostare i detti tre treni in analoghe condizioni, si ha la maggiore e la migliore prova dell'importanza e della praticità del sistema propugnato, perchè tali locomotive sarebbero assolutamente fantastiche ed irrealizzabili.

Ed infatti pel treno celere occorrerebbe una locomotiva, capace di sviluppare 2730 HP, del peso di ben 140 tonn., delle quali 112 gravanti sui due assi motori (56 tonn. per asse!); pel treno accelerato di 2860 HP e del peso totale di 175 tonn., delle quali 158 sui 3 assi motori (53 tonn. per asse!), e pel treno merci da ultimo della potenza di 2732 HP il cui peso arriverebbe alla fantastica cifra di 250 tonn. ripartito su 6 assi motori (42 per asse!).

*

A completare l'enumerazione dei vantaggi tecnici che il proposto sistema di elettrificazione permetterebbe di conseguire giova rilevare infine:

1) che, siccome lo sforzo di trazione verrebbe effettuato simultaneamente dalla generatrice-motrice del treno e dalle varie motrici facienti parte del treno stesso, si arriverebbe a convogli tanto più pesanti degli attuali senza bisogno di dover rafforzare gli organi di trazione del materiale esistente, più che sufficienti ad assicurare l'unione delle varie vetture rimorchiate alle rispettive motrici;

2) che, data la facilità con la quale più generatori elettrici costruiti per lavorare in parallelo possono essere inseriti e tolti dal circuito di lavoro, sarebbe possibile far sì che i motori ad essenza delle generatrici termo-elettriche dei treni lavorassero sempre a pieno carico e quindi nelle migliori condizioni di rendimento, aggiungendo, od escludendo, le singole unità al o dal circuito del treno a seconda della quantità richiesta dal convoglio in dipendenza delle accidentalità della sezione della linea percorsa.

Così ad esempio nel caso del treno merci sopra ricordato, che sulla rampa del 30‰ in curva di 500 m di raggio richiede 2400 HP, si farebbero lavorare tutti i 4 gruppi simultaneamente, mentre se ne escluderebbero dal circuito due allorchè il treno, passando in piano, non ne richiederebbe, come si è visto, che solo 1249.

Questo fatto costituisce un vantaggio notevolissimo, specialmente se si considera che le normali locomotive a vapore consumano carbone anche durante le fermate dei treni e nelle lunghe soste che fanno nei depositi allorchè debbono tenersi in riserva per bisogni immediati dell'esercizio. Sicchè senza tema di essere tacciati di soverchio ottimismo si può ritenere che il quantitativo di essenza necessario per provvedere al fabbisogno dell'intera rete ferroviaria in sostituzione del carbone sarebbe sensibilmente inferiore alle 330.000 tonnellate più sopra calcolate.

Dal punto di vista tecnico economico dell'esercizio ferroviario il sistema proposto di elettrificazione con generatrici termo-elettriche ad essenza, automotrici e motori elettrici ripartiti su alcune delle vetture del treno presenta dunque tali e tanti vantaggi, anche in confronto della elettrificazione a generatrici idroelettriche fisse, quale finora è stata praticata, da togliere ogni importanza all'unico inconveniente che di fronte a questo offre, di richiedere cioè un limitato impiego di combustibile.

Nè diversamente si presentano le cose da quello delle spese di impianto, perchè, mentre col sistema a centrali idroelettriche, fin'ora seguito, prima di poter risentire i vantaggi tecnico-economici dell'elettrificazione occorre, anche per una linea di limitata lunghezza, sostenere le ingentissime spese per la costruzione delle centrali idroelettriche, delle linee di distribuzione ad alto potenziale, di quella di presa di corrente per le automotrici e per queste ultime, con quello che propugno basta l'acquisto di qualche generatrice termoelettrica, di poche vetture motrici e l'aggiunta dei conduttori di collegamento ad un certo numero di carri ordinari per poter far circolare su qualunque tratto della rete treni elettrici, con immediati vantaggi tecnico-economici, fra i quali quello importantissimo di poter in base ai rilievi dell'esercizio provvedere a migliorarlo introducendo nel materiale di nuovo acquisto i perfezionamenti emersi dalla pratica, rendendolo così più perfetto, pratico ed economico.

D'altra parte siccome i treni a generatrici termoelettriche potrebbero essere opportunamente utilizzati sulle linee ora elettrificate e su quelle che in seguito lo saranno col sistema delle centrali idroelettriche, dato che su tali tratti alle generatrici ad essenza venissero sostituiti speciali locomotori atti a trasformare la corrente di linea in quella necessaria ai motori delle motrici ad essenza, l'adozione del sistema da me proposto non sarebbe d'ostacolo al progressivo svi-

luppo della elettrificazione completa con centrali idroelettriche, ma servirebbe a preparare il terreno per l'eventuale completa trasformazione della rete col sistema di centrali elettriche.

Concludendo pertanto mi sembra che da quanto è stato succintamente esposto si può dedurre senza esitazione che il sistema proposto rappresenta nel momento attuale la più semplice, logica ed economica soluzione dell'importantissimo problema di aumentare la potenzialità della nostra rete ferroviaria riducendone contemporaneamente le spese d'esercizio, tanto importante e di attualità per noi in Italia, perchè esso:

1) permette la progressiva ed immediata attuazione con una spesa d'impianto relativamente piccola, limitata cioè al semplice approvvigionamento delle vetture generatrici-motrici in sostituzione delle ordinarie locomotive, e di adattamento delle altre vetture esistenti;

2) può essere adottato per le linee di nuova costruzione senza aumento di spese, bastando le somme fissate per la dotazione di locomotive a vapore per sopprimere all'acquisto delle generatrici termoelettriche ad essenza e delle motrici necessarie per attivare l'esercizio sulle linee stesse;

3) consente d'introdurre i successivi perfezionamenti a mano a mano che la pratica sarà per indicarli, senza bisogno di dispendiosi cambiamenti per apportarli nel materiale già approvvigionato;

4) rende possibile l'eventuale successiva trasformazione del sistema a generatrici termoelettriche mobili in quello a generatrici idroelettriche fisse, pel quale buona parte del materiale può essere utilizzato;

e ciò naturalmente oltre ad apportare fin da principio tutti gli altri vantaggi caratteristici dell'elettrificazione all'esercizio delle ferrovie.

TRAZIONE ELETTRICA E TRAZIONE A VAPORE SULLE LINEE FERROVIARIE □

D. F. SPANI

I.

La questione dell'elettrificazione delle nostre linee ferroviarie a grande traffico od aventi caratteristiche di linee di montagna ha subito da qualche anno a questa parte un periodo di sosta durante il quale abbiamo visti svanire l'un dopo l'altro tutti i diversi programmi di elettrificazione precedentemente preparati: da quello grandioso dei 6000 chilometri del Ministro De Vito a quello originario dei 2000 chilometri dell'ex Direttore Generale Ing. Riccardo Bianchi.

A predisporre la pubblica opinione assai poco favorevolmente verso l'elettrificazione delle nostre ferrovie valsero non solo i diversi argomenti portati in campo dai finanziari e dai commercianti del carbone, ma anche i dannosi effetti della malaugurata mancanza di energia elettrica dovuta all'eccezzionalissima siccità che si ebbe a lamentare lo scorso anno nell'Italia del Nord.

La questione però è di un tale interesse nazionale che è bene venga nuovamente agitata in questo periodo di rinnovamento della vita del nostro Paese, e venga definitivamente risolta prima che si addivenga, come pare, alla cessione di parte della rete ferroviaria all'industria privata, nel qual caso, prevediamo, sarà assai più difficile conciliare l'interesse privato delle Società esercenti con l'interesse pubblico derivante dall'incremento e miglioramento dei trasporti.

La convenienza o meno dell'elettrificazione di una linea ferroviaria viene tuttora stabilita in base ai criteri formulati dalla Commissione parlamentare Chimiri, della quale fu Sottosegretario il chiarissimo Prof. Filippo Tajani. In base ai suddetti criteri l'elettrificazione di una linea si giudica finanziariamente conveniente quando la differenza tra il minor costo dell'energia elettrica e la spesa per il combustibile occorrente per la trazione a vapore può coprire la spesa per gli interessi ed ammortamenti del capitale occorrente per l'elettrificazione. Condizione questa che, con il costo del carbone e dell'energia elettrica quali erano anteguerra, si verificava quando il consumo il combustibile con la trazione a vapore raggiungeva le 300 tonnellate all'anno per chilometro di linea.

È facile dimostrare che calcoli cosiffatti vanno riveduti perchè in essi non furono portate esattamente in conto tutte le spese di cui è gravato il servizio ferroviario in conseguenza dell'esercizio a vapore, spese che non hanno nessun riscontro nella trazione elettrica, e, per effetto delle quali il costo del combustibile non rappresenta che solo una parte di esse. D'altro canto non fu tenuto presente che il costo dei nostri primi impianti trifasi fu particolarmente elevato per il lusso di materiali con cui vennero fatti, mentre i progressi fatti oggi dalla tecnica consentirebbero forse l'adozione di altri sistemi di elettrificazione le cui spese di impianto sono senza dubbio inferiori a quelle

occorrenti per il sistema trifase. In particolare, riproponendoci oggi daccapo lo studio della questione, dovremmo esaminare se non ci convenga adoperare per le linee di trasmissione di energia l'alluminio, del cui minerale siamo forse i più ricchi produttori, e che già è stato largamente impiegato con successo all'estero.

In Francia vi sono già in servizio 2365 km. di linee di alluminio ed 861 km. di linee in alluminio acciaio ed in Germania vi sono 4000 km. di linea in alluminio.

E per le linee di contatto infine non è escluso che con l'impiego della corrente continua a 1200 volt, per es. come sulle Yorkshire & Lancashire nei pressi di Liverpool, si possa usare la terza rotaia utilizzando il ferro che potremmo ritirare dalla Germania in conto riparazione, con che avremmo ridotto al minimo l'impiego del rame negli impianti fissi realizzando delle economie forse non indifferenti, evitando in ogni caso pagamenti in oro sui mercati inglesi ed americani.

A tutto ciò va ancora aggiunta qualche considerazione di carattere prettamente ferroviario, ma egualmente importante dal punto di vista dell'economia generale del Paese. Senza voler illudere soverchiamente nessuno col fare intravedere la possibilità di emanciparci completamente dall'estero, osserveremo che, elettrificando buona parte delle nostre linee di montagna potremmo risparmiare ogni anno l'invio in Inghilterra dell'oro occorrente per l'acquisto di diverse centinaia di migliaia di tonnellate di carbone: (il consumo annuo delle nostre Ferrovie dello Stato è di 2.500.000 tonnellate): fatto questo che, è facile comprendere, finisce per influire sul nostro squilibrio commerciale e quindi sui cambi. Sui 433 chilometri di linee esercitate a trazione elettrica, per esempio, durante la guerra si risparmiarono, durante il periodo luglio 1914-luglio 1921 ben 1.056.000 tonnellate di carbone per un importo di 300 milioni di lire, contro una spesa per energia elettrica e manutenzione ordinaria e straordinaria degli impianti di 112 milioni di lire, in modo da consentire un buon margine di utile netto anche dopo ammortizzato tutto il debito di 54 milioni di lire fatto col Tesoro per eseguire gli impianti.

È necessario quindi riesaminare la questione nuovamente, affrontandola in tutta la somma degli interessi che essa involve, chiamando a collaborare ferrovieri, tecnici e finanziari, come si è fatto in Svizzera, in Francia ed in Inghilterra e stabilendo un ordine di precedenza per quelle linee la cui elettrificazione presenta degli indiscutibili vantaggi nei riguardi dell'esercizio.

Prima di scendere all'esame dettagliato dei vari termini della questione facciamo rilevare come, particolarmente nelle attuali condizioni, l'impiego della trazione elettrica sulle linee di montagna ci permetterebbe di aumentare la potenzialità delle linee migliorando l'esercizio in modo che potremmo far fronte ancora per lungo tempo all'aumento ed alle accresciute esigenze del traffico senza dover ricorrere alla costruzione di nuovi binari di corsa ed all'ampliamento degli impianti fissi. Con l'impiego della trazione elettrica infatti è possibile effettuare agevolmente servizi tanto di treni merci quanto di treni viaggiatori celeri ed intensi quali con la trazione a vapore non possono a nessun costo ottenersi, ciò che può servire a promuovere nuove industrie ed a valorizzare intere regioni, favorendo così il benessere generale del Paese oltre che creare nuovi cespiti di entrate per le amministrazioni ferroviarie.

Mentre, al contrario, con l'esercizio a trazione a vapore sia perchè la locomotiva ha ormai raggiunti o quasi i limiti massimi di potenza consentiti dalle limitazioni imposte dalle linee, sia perchè, per ragioni di economia, noi dovremo ancora rassegnarci per lungo tempo a limitare l'impiego del carbone inglese sulle locomotive, noi, non solo non ci prepariamo a fronteggiare con mezzi adeguati l'aumento di traffico che indubbiamente si verificherà non appena le relazioni tra le nazioni europee si ristabiliranno normali, ma, per ottenere una certa regolarità nei trasporti siamo stati costretti ad impostare gli orari dei treni adottando velocità inferiori a quelle di anteguerra. Infatti le quattro ore di percorrenza tra Roma e Napoli del « tripolino » del 1913-14 sono oggi diventate 5 ore e 15' con i diretti e direttissimi, e 7 ore e 50' con gli accelerati, mentre si tratta di coprire una distanza di soli 249 chilometri.

Ben più gravi sono le condizioni in cui si trovano le linee di valico sulle quali per le difficilissime condizioni nelle quali vi si esplica il servizio, immancabilmente si verificano ingombri e ristagno di circolazione proprio nei periodi di maggiore intensità di traffico per la impossibilità di effettuare servizi intensi attraverso le gallerie quando le condizioni atmosferiche o la mancanza di impianti di ventilazione non permettono una sufficiente aerazione, e la circolazione deve alle volte essere completamente sospesa per diversi periodi della giornata.

E poichè, se vogliamo riconquistare ai nostri prodotti, specie a quelli agricoli, i mercati che una volta erano esclusivamente nostri e sui quali invece oggi ci vien fatta una forte concorrenza dalla Spagna, dalla Francia, dalla Grecia, dall'Algeria e dall'Asia Minore

è necessario in primo luogo di migliorare i trasporti rendendoli il più che è possibile celeri ed economici è chiaro che bisognerà ben trovare il modo di uscire da questa grave condizione di inferiorità in cui ci mette la mancanza di carbone adatto a prezzi convenienti: condizione che, purtroppo, senza troppo farci delle illusioni durerà ancora parecchio tempo.

II.

L'esercizio ferroviario a trazione elettrica, paragonato a quello a trazione a vapore presenta rispetto a questo oltre che dei vantaggi difficilmente valutabili quali quelli derivanti dalla possibilità di eseguire, come abbiamo già detto, qualunque servizio per viaggiatori e per merci, anche quello di permettere di realizzare delle forti economie nelle spese di esercizio.

Infatti la maggior potenza, a parità di peso, dei locomotori elettrici (che non devono trainare il tender) rispetto alle locomotive a vapore consente l'effettuazione di treni più celeri e più pesanti il che vuol dire minor impiego di personale per smaltire un dato volume di traffico nonché un più elevato rendimento del materiale. Aumentando così la potenzialità della linea si rende possibile inoltre un aumento di traffico, ciò che vuol dire in definitiva un'ulteriore diminuzione nel costo unitario dei trasporti.

Sulle linee dei Giovi infatti, dove con l'esercizio a trazione elettrica i treni viaggiatori e merci si effettuano in salita a 50 km.-ora anche sul tratto Pontedecimo Busalla, con pendenza del 35 ‰, tre locomotori gruppo 550 da 60 tonnellate hanno sostituite quattro locomotive a vapore dei tipi più potenti, gruppo 470, del peso di 102 tonnellate rendendo inoltre possibile il carico di 1800 carri al giorno nel porto di Genova.

Inoltre, mentre prima con l'esercizio a vapore il traffico annuo era di sole 500.000.000 tonnellate-km virtuali rimorchiate, con l'esercizio a trazione elettrica esso ha raggiunto la cifra di 1.200.000.000. Uguale risultato si è avuto sulle linee del Cenisio e sulla Savona-Ceva nonché su linee elettrificate all'estero come sulla Norfolk & Western nello Stato di Virginia, S.U. dove l'esercizio a trazione elettrica presenta un'economia del 12 % nelle spese di esercizio rispetto a quelle del servizio a vapore.

Ma oltre che dal migliore rendimento del personale dovuto ad una maggiore velocità di marcia dei treni, l'esercizio a trazione elettrica rende possibile trarre forti economie in questo capitolo delle spese di esercizio, dalla soppressione di tutti quei servizi accessori, come accudienza delle locomotive durante le soste, pompatura d'acqua, ecc., che sono unicamente inerenti alla trazione a vapore. Infatti, per disimpegnare i servizi accessori in un deposito avente in dotazione 30 locomotive a vapore occorre impiegare, con tre turni di 8 ore, 12 manovali e 3 capi squadra per il servizio di accudienza alle locomotive; 20 manovali e 3 capi squadra per carico, scarico, grigliatura e formazione dei cumuli del carbone oltre 1 gerente per la gestione del Deposito combustibili e lubrificanti; 6 manovali per la lavaggio delle caldaie, pulizia delle camere a fumo e tubi bollitori; 3 manovali per la giratura delle locomotive sulla piattaforma; 6 manovali per la pulizia dei piazzali allo scopo di mantenerli sgombri dalle scorie, dalle ceneri e dalla polvere di camera a fumo. A tutto ciò bisogna aggiungere il personale per l'effettuazione in media di due treni materiali alla settimana nonché quello occorrente per la sostituzione degli agenti assenti per malattie, congedi, riposi, ecc., che si calcolano in proporzione del 20 per cento del fabbisogno, ciò che dà un totale di 65 agenti la cui spesa, calcolando il costo medio di un agente in L. 10.500 assomma a L. 700.000 circa.

In effetti le spese accessorie della trazione (combustibile ed energia esclusi) nelle statistiche compilate dall'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato, personale di condotta, materie grasse, acqua, personale e spese diverse di rimessa, manutenzione e rinnovamento delle locomotive comprese, risultano di L. 0.0034 più elevate per la trazione a vapore rispetto alla trazione elettrica per ogni tonnellata-chilometro-virtuale rimorchiata ⁽¹⁾. Questo in tesi generale; ma vi sono evidentemente dei casi particolari, come per alcune linee dell'Italia meridionale sulle quali si effettuano giornalmente treni acqua per il rifornimento dei pozzi dei rifornitori, e per le quali il confronto delle spese di esercizio sarebbe ancora più favorevole alla trazione elettrica.

Infine poichè i locomotori elettrici hanno un'autonomia pratica-

mente illimitata, col servizio a trazione elettrica organizzato su vasta scala, altre e non indifferenti economie si otterrebbero dalla soppressione di buona parte degli attuali depositi locomotive e dalla riduzione di altri a semplici rimesse: infatti i locomotori a corrente continua per treni viaggiatori della Chicago-Milwaukee and St. Paul compiono normalmente in ogni viaggio di andata e di ritorno l'intero percorso di 720 km. da Avery ad Harlotowro.

Per ciò che riguarda più specialmente il personale, altre economie si potrebbero realizzare eliminando l'assistente e facendo prendere posto sul locomotore al capo treno perchè possa, in caso di malore al macchinista, arrestare il treno. E con l'impiego del comando multiplo, per il quale i locomotori si prestano benissimo, un solo macchinista basterebbe per condurre due o tre locomotori in casi di doppia o tripla trazione.

E qui è opportuno accennare come con l'impiego della trazione elettrica, poichè questa si presta molto meglio ad elevare la velocità dei treni che non la trazione a vapore, per la quale la velocità è un lusso che si paga a caro prezzo, sarebbe il caso di studiare se effettivamente per rendere l'esercizio più economico non convenga addirittura di munire anche tutti i carri merci di freno continuo, con che si otterrebbe il duplice vantaggio di diminuire le spese di esercizio eliminando i frenatori per i freni a mano e di accrescere la velocità dei treni merci, che da noi viaggiano effettivamente molto lentamente e finiscono troppo spesso per disturbare, specie sulle linee a semplice binario, anche la marcia dei treni viaggiatori.

In Germania, fin dal 1917, venne predisposto lo studio per l'applicazione del freno continuo Kunze-Knorr ai carri merci delle ferrovie tedesche facenti parte del Sistema Prusso-Hessiano col quale provvedimento si prevedeva di poter licenziare oltre 30 mila agenti, e nella relativa relazione ufficiale sono indicati gli andamenti delle curve che rappresentano la spesa per le relative migliorie ai rotabili ed il conseguente risparmio nella spesa di esercizio.

E poichè la spesa per il personale rappresenta il termine più elevato nel costo di esercizio dell'asse-chilometro = 51,9 % si comprende come una percentuale anche limitatamente più bassa in questa spesa rappresenti un'economia non indifferente, tenuto conto che nell'esercizio 1920-1921 si ebbe sulle nostre ferrovie statali un traffico di 3540 milioni di assi-chilometri.

Infine per ciò che riguarda l'impiego del carbone è necessario tener presente che poichè occorre trasportare il carbone dai porti di sbarco ai luoghi di consumo e poi provvedere inoltre per il ritorno dei carri vuoti ai porti nuovamente, tutto ciò ha per conseguenza di limitare la potenzialità della linea per i trasporti utili, cosa che è particolarmente grave per le linee di montagna, ed impegnare personale aumentando le spese vive che sono spese che le amministrazioni ferroviarie realmente incontrano anche quando effettuano trasporti in servizio. Con il servizio a trazione elettrica si renderebbero disponibili per il traffico privato i veicoli che normalmente sono impegnati per il trasporto del combustibile e che, ora che si importa carbone dalla Slesia, raggiungono la cifra di ben 15 mila carri. Inoltre, rendendo più spediti i trasporti si migliorerebbe il ciclo del materiale da carico che, per i carri adibiti al carico sulla rete dello Stato, fu per l'esercizio 1920-1921 di ben 10 giorni e dieci ore.

È ben vero che la spesa per l'elettificazione delle linee ferroviarie è ingente e con un bilancio come quello delle nostre ferrovie ed una situazione finanziaria come quella del nostro Paese, parlare oggi di elettificazione può sembrare a prima vista fuor di luogo.

Pur tuttavia è necessario illuminare l'opinione pubblica perchè si sappia come l'elettificazione delle nostre linee ferroviarie oltre tutti i vantaggi e miglioramenti nel servizio che abbiamo accennati importi un risparmio nelle spese di esercizio perchè permette una diminuzione di personale, ciò che ha la sua importanza anche per noi perchè oramai è inutile sperare in un ritorno alle basse mercedi di un tempo per la nostra mano d'opera, ed è necessario quindi che anche da noi le industrie si mettano per la strada seguita all'estero quella cioè di *meccanicizzare* quanto più è possibile. E prima fra tutte le industrie è necessario porre quella dei trasporti che più direttamente ed in maggiore misura influisce sul benessere materiale e morale del Paese, in quanto che la produzione non si converte in ricchezza vera e propria se non quando i trasporti ne rendono possibile ed economico lo scambio. In particolare per le nostre ferrovie la trasformazione è tanto più importante in quanto cumula i due vantaggi di un minor impiego di mano d'opera e dell'adozione di unità di trasporto più celeri e pesanti, che sono i principali fattori dell'economia nell'esercizio.

L'esempio forse più lampante di questa verità, ci è dato dalla linea elettrificata della citata Norfolk e Western, da Bluefield a Vian (km. 120) nello Stato di Virginia che, pure svolgendosi in una regione eminentemente ricca di carbone di uno degli Stati dell'Est, ed il cui traffico nel 1916, ultimo periodo non influenzato dagli avvenimenti della guerra europea, fu di 592.587.018 tonnellate-miglia per

⁽¹⁾ Riferendoci alle sole spese di manutenzione delle locomotive, quelle per la trazione elettrica sono quasi la metà di quelle per la trazione a vapore nella quale le forti spese sono principalmente dovute alla riparazione dei forni delle locomotive. Nell'esercizio 1917-1918, che è uno degli anni per il quale le statistiche sono più complete, la spesa per la riparazione delle locomotive a vapore è stata di L. 1,22, e quella per la riparazione dei locomotori è stata di L. 0,62-0,80 per 1000 tonnellate-km, virtuali rimorchiate.

i soli carri carichi diretti al porto di Norfolk, venne elettrificata fin dal 1915 allo scopo di rendere economici i trasporti, e vi si effettuano dopo l'elettrificazione normalmente treni di carbone pesantissimi di 3250 tonnellate in doppia trazione e di 5000 tonnellate in tripla trazione in modo che ogni treno merci corrisponde al carico di un cargo-boat di medio tonnellaggio.

Rimane ora da dire in qual modo si possa far fronte alle ingenti spese occorrenti per l'elettrificazione, argomento di capitale importanza in tempi difficili come quelli che stiamo attraversando ed in merito al quale accenneremo solo brevemente alle disposizioni legislative vigenti in materia alle quali può farsi ricorso non essendo qui il caso di addentrarsi in questioni di finanza ferroviaria.

L'azienda ferroviaria è anch'essa un organismo principalmente industriale che continuamente ha bisogno di capitali per seguire i progressi della tecnica donde la necessità di assegnare annualmente una somma per i miglioramenti degli impianti e dei mezzi di esercizio che a loro volta conferiscono una maggiore efficienza ed una migliore economia all'azienda stessa.

In Italia la legge n. 372 del 25 giugno 1909 fissa logicamente tali assegni in proporzione dell'aumento del traffico e prevede annualmente il versamento da parte del Tesoro di somme per gli aumenti patrimoniali in ragione del quintuplo dell'aumento degli introiti del traffico.

Ora, poichè senza dubbio l'elettrificazione conferisce appunto alle linee ferroviarie una efficienza ben maggiore di quella con il servizio a vapore, sembra più che giustificato far ricorso anche per le somme occorrenti per l'elettrificazione al conto patrimoniale.

A queste somme ed alle quote annuali stabilite dal R. Decreto n. 597 del 2 maggio 1920 che stabilisce lo stanziamento di 800 milioni ripartiti in diversi esercizi appunto per l'elettrificazione delle linee, si potrebbero aggiungere quelle ottenibili mediante prestiti fra Enti interessati nel miglioramento dei traffici e magari da privati analogamente a quanto fu fatto per il prestito di 50 milioni di lire anticipate dalla Cassa di Risparmio di Torino per l'elettrificazione della Ronco-Torino-Bussoleno-Susa e della Ronco-Arquata e della Novi-Arquata, prestito che verrà estinto in 30 annualità al tasso del 5,50 per cento con somme che sul bilancio di esercizio gravano in luogo del carbone e delle altre spese accessorie afferenti alla trazione a vapore. Che operazioni finanziarie di questo genere possano essere facilmente concluse, ora che il capitale privato sembra preferire gli investimenti in imprese ferroviarie lo dimostra appunto il prestito della Cassa di Risparmio di Torino che fu un fatto compiuto quando nel ceto commerciale ed industriale piemontese (il prestito fu concluso sotto gli auspici dell'on. sen. Teofilo Rossi) maturò l'idea che senza l'elettrificazione della Ronco-Modane la linea del Cenisio non avrebbe più potuto competere con la linea del Sempione e che non vi sarebbe stato altro mezzo per migliorare le comunicazioni del Piemonte col porto di Genova.

Per concludere diremo che allo stato odierno delle cose il problema dell'elettrificazione delle ferrovie è giunto ad un punto tale che la sua soluzione non può più essere procrastinata senza compromettere l'economia dell'azienda. Il costo dell'asse-chilometro sulle nostre ferrovie è stato nell'esercizio 1921-1922 di L. 1,10 mentre sulle Ferrovie federali svizzere che nel loro complesso hanno carattere di linee di montagna come le nostre, fu di soli 48,06 centesimi di franco. E per migliorare il nostro coefficiente di esercizio che a causa del costo del carbone fu sempre anche prima della guerra uno dei più elevati in Europa non ci rimane altro da fare che elettrificare buona parte della nostra rete così come ha già fatto la Svizzera.

Alcune Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia:

Pei Soci, una copia (broch.)	più per postali	10, —
		1,80
Pei non Soci (broch.)	più per postali	10, —
		1,80

Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia

più per postali

20, —

2,50

Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).

NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici

più per postali

3, —

NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche

più per postali

4, —

NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di percellana

più per postali

1,50

0,80

DESCRIZIONI IMPIANTI:

1° Fascicolo - Impianti Società Conti (Crege)

Pei Soci dell'A. E. I. e abbonati al giornale

6,60

Pei non Soci e non abbonati

9, —

Per spedizione sottofascia raccomandata

1, —

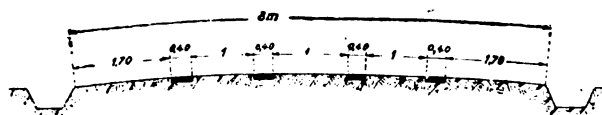
LETTERE ALLA REDAZIONE

L'autostrada elettrica - Autostrade e ferrovie.

Riceviamo e pubblichiamo:

Questo sistema di pavimentazione che ha per scopo la massima resistenza e durata del piano rotabile lungo le zone più battute (come la natura muni di unghie le estremità degli arti e di denti le mascelle degli animali) e l'elettrificazione della strada, è costituito da 2 o 4 lamiere o largo-piatti di acciaio di mm 400 per 20 circa, semplicemente adagiato sopra un solida fondazione. Questa è formata dalla massicciata cilindrata coperta da uno strato di asfalto colato carreggiabile di 30 mm e di 10 mm sotto alle lamiere, oppure da uno strato di calcestruzzo di 200 a 300 mm di spessore secondo la natura del terreno con 2 o 4 incavi di 23 mm di altezza in cui poggiano le lamiere coll'interposizione di liste di ruberoid o cartone di lana bitumato di 3 mm.

L'asfalto o il cemento all'esterno delle lamiere si estendono per m 0,50 a 2,50 a norma dei limiti di spesa imposti, e le lamiere distano fra loro 1 m. Una strada può essere così armata con una sola coppia centrale in un primo tempo e successivamente colle due laterali. Il corpo stradale è completato con massicciata laterale per i veicoli fermi o battuta soltanto da quelli leggeri per oltrepassare i meno veloci.



I largo-piatti sono forniti dalle ferriere in pezzi perfettamente piani e dritti, lunghi fino a 16 m quando non vi siano difficoltà per il trasporto, e vengono congiunti sul posto con saldatura autogena in tronchi di 50 m circa fra i quali si lascia il giuoco di 1 a 10 mm per la dilatazione secondo la stagione; due U laterali di piattina di rame assicurano la continuità elettrica.

Un tratto sperimentale di 60 m di binario (nel viale di accesso dai Boschetti ai laboratori del Politecnico di Milano) semplicemente posato su liste di ruberoid sporgenti 40 mm da ciascun bordo e su calcestruzzo, senza alcuna spazzatura delle foglie e del terriccio, col potenziale di 128 volt fra le due lame fornito da una batteria di accumulatori, sotto pioggia diretta segna 0,5 ampere come corrente di dispersione massima. Questa potrà ridursi completando la pavimentazione coll'asfalto in modo da favorire lo scolo dell'acqua e la pulitura naturale della zona intermedia anzichè l'allagamento. Come indicazione di massima per l'energia dispersa si avrebbe 1 kW per km, e per 100 giorni di pioggia di 12 ore in media, 1200 kW-ora all'anno, un decimo dell'energia utilizzata dai veicoli per un traffico medio di 300.000 tonn. annue a 40 watt-ora per tonn.-km.

L'effetto fisiologico sulle persone è a stento percettibile toccando il cemento e una lamiera ed anche sulle due lamiere si può mantenere il contatto colle mani senza disturbo.

La caduta di tensione per la resistenza specifica dell'acciaio 10 volte quella del rame e sezione 8000 mm² è di 2,2 volt per km con 100 ampere di intensità. Col potenziale medio di 120 volt ai motori, che è il massimo occorrente per caricare batterie di 40 elementi adottate generalmente per i veicoli ad accumulatori, si hanno 12 kW per i quali bisognerebbe trasportare una batteria di 2000 kg alla scarica normale di 5 ore, e coi quali un veicolo treno di 17 tonn. può percorrere 18 km all'ora su strada piana pavimentata (39 watt-ora per tonn.-km) con cerchioni di gomma.

Con cabine di conversione alla distanza di 10 km se il movimento fosse uniforme passerebbero 17 tonn. ogni 17 minuti (5 km), 60 tonn. all'ora e 1000 tonn. in 17 ore al giorno. La caduta di potenziale varia da 0 a 22 volt e il potenziale di alimentazione sarà di 131 volt più 2 o 3 volt per la resistenza del contatto di presa. Ogni convertitore avrà praticamente capacità doppia di quella teorica, 50 kW per il binario semplice e 100 kW per quello doppio, sia per l'irregolarità di movimento dei veicoli di cui molti di 2 o 3 kW, sia per poter sostituire la cabina prossima in caso di bisogno collegando le estremità dei tronchi.

Le prese di corrente sono semplici piastre di ferro di circa 5 kg sospese sotto le pedane con due catene di 3 anelli aperte a 45°, oppure cavallottini di 1 kg magnetizzati da alcune spire della treccia di collegamento, oppure spazzole di fili di acciaio portate da due bracci a doppio snodo. Per i treni stradali e per i veicoli coll'avantreno possono servire i cerchioni metallici su ruote di legno con anelli di contatto sul mozzo.

Una piccola batteria di circa 1/5 della potenza normale del motore collegata in derivazione e sempre in carica più o meno intensa secondo la distanza dalle cabine, permette senza alcuna manovra di proseguire per una diecina di km in caso di interruzione di corrente o su strada ordinaria per il servizio a domicilio.

Ogni veicolo motore porta inoltre un contatore in base alle indicazioni del quale si potrà esigere dagli utenti assieme al prezzo dell'energia un sopraprezzo da L. 0.50 a L. 1 per kW-ora a favore dell'ente che ha la proprietà o la concessione della strada. Con L. 1.30 per kW-ora complessivamente, il costo della tonn-km (L. 0.052) è sempre inferiore alla terza parte di quello richiesto col motore a benzina (4 kg per 100 km e per 1 tonn su strada ottima a L. 4.50 col l'olio, ossia L. 0.18 per tonn-km). Senza la quota per la sede la forza motrice a L. 0.30 per kW-ora costa sull'autostrada elettrica L. 0.012 per tonn-km ossia la quindicesima parte della benzina.

Il contributo alla sede per i veicoli non elettrici potrà essere concesso dallo Stato con una sovvenzione di L. 50 all'anno per km e per ogni 1000 tonn di veicoli carichi, somma inferiore ai proventi diretti dell'erario per dazio e tasse sulla benzina, le gomme e la circolazione, per 25 anni. Ferrovie e tramvie non pagano tasse sul combustibile né sul materiale mobile ed hanno la sede gratuita.

Come completamento delle informazioni sul nuovo sistema di trazione elettrica libera espongo alcune osservazioni alla memoria dell'Ing. Marco Semenza nel n. 11 dell'Elettrotecnica sulla elettrificazione delle tramvie extra-urbane.

Mentre sono grato e credo lo saranno tutti gli elettrotecnici verso l'autore per aver sollevato nel nostro campo una questione così importante e presentata una sintesi delle condizioni attuali, dissento completamente sul rimedio proposto, essendo l'epoca attuale di raccoglimento per il costo elevato dei nuovi impianti, la più favorevole allo studio di nuove soluzioni anche radicali pur applicando lo stesso mezzo, l'elettrificazione.

La lotta per l'esistenza da parte del vecchio sistema che si fonda sulla ruota a bordinio nel regno vincolato delle rotaie, e invece per lo sviluppo sostenuta dal nuovo che ha per base la sterza e la libertà di movimento, si estende al campo sociale e politico per le opposte tendenze a cui fanno capo i due sistemi, trovando la prima l'appoggio naturale nella grande organizzazione coll'inevitabile intervento delle amministrazioni pubbliche, la seconda nell'iniziativa privata e quasi individuale che supera ogni ostacolo e costituisce la prima ricchezza delle nazioni.

E per dissentire sulle conclusioni comincio a non essere d'accordo sulla premessa annunciata che «alcune caratteristiche delle tramvie sono assolutamente irraggiungibili coi servizi automobilistici, e questi non possono far fronte alle punte nei servizi passeggeri, e per la maggior parte delle derrate il servizio merci risulta troppo costoso con autoveicoli».

A questa asserzione si arriva partendo dal preconcetto che la sede stradale debba rimanere in eterno quale era un tempo per la trazione animale, come se si mettessero i veicoli ferroviari e tramviari su rotaie di legno.

Ricorderò ai lettori una mia memoria riportata dall'Elettrotecnica a pag. 670 del 1921 (5 novembre) nella quale esprimevo i risultati di alcune prove su autoveicoli eseguite al Parco a Milano: consumo di benzina gr. 26,7 per tonn-km con trattoria di 40 cav. a carico metà, di energia elettrica 38 watt-ora per tonn-km per un veicolo di 8,6 tonn a 22 km all'ora, di petrolio gr. 18 per tonn-km per un treno di 34 tonn a 13 km all'ora.

Sulle strade attuali nella media dell'anno il consumo d'energia risulta doppio e così il costo totale di esercizio degli autoveicoli. Ciononostante il traffico ferroviario a G. V. è pressoché sparito; quello a P. V. si sostiene solo perché le imprese di autotrasporti sarebbero costrette ad applicar in tutti i casi le tariffe della P. V. non avendo motivo di far distinzione, e nonostante il maggior lavoro il loro profitto sarebbe minore.

Colla pavimentazione delle strade provinciali e in qualche caso colla costruzione di strade riservate, riducendosi la spesa d'esercizio degli autoveicoli alla metà, non resteranno delle ferrovie che i trasporti a lungo percorso in grandi masse e quelli destinati a stabilimenti con raccordo e che non abbiano bisogno di ulteriori trasporti all'interno; (la Stamperia italiana De Angeli da quasi due anni sostituì l'intera sua rete interna di binari Decauville colla pavimentazione in asfalto riducendo ad un terzo il personale addetto a questo servizio).

Come dato pratico, mentre la tariffa media della ferrovia a P. V. è di L. 0.43 per tonn-km (a G. V. il triplo) più L. 40 per tonn. per due trasporti a domicilio, ossia per 200 km L. 126, il costo di un camion con 5 tonn di carico è di L. 3 per km sulle strade attuali, L. 1.50 su strada adatta, L. 2.50 tenendo conto del carico ridotto o nullo nell'andata e nel ritorno, e per 200 km L. 500 ossia L. 100 per tonn. Con treni stradali, cerchioni metallici sulle ruote dei rimorchi e trazione elettrica diretta, si scende alla metà; per cui ferrovie e tramvie non potranno in generale vincere la concorrenza della trazione libera neppure per la spesa oltretutto per la celerità e sicurezza.

Per il trasporto delle persone non si hanno condizioni altrettanto favorevoli perché il complemento di percorso fra i vari punti di partenza e di destino si effettua o col mezzo naturale per piccole distanze o con altri sistemi di solito anche più economici della ferrovia, e specialmente perché manca il trapasso dell'oggetto del trasporto fra enti diversi con tutte le relative difficoltà organiche e responsabilità amministrative.

Assumendo in media 3 persone trasportate per ogni tonn. di veicolo, coll'unità di 5 tonn a benzina si ha il costo di L. 0,20 per passeggero-km, superiore alla terza classe della ferrovia. Il margine

non è perciò tale da incoraggiare la speculazione e l'autoveicolo si limita per ora ai servizi di lusso o d'urgenza in cui non si considera la spesa. Ma basterebbe qualche elemento favorevole per decidere il contrario, come la strada buona nelle singole località o stagioni in cui il servizio si effettua e in linea generale il vantaggio portato da nuovi sistemi di motori ad es. colla nafta o coll'elettricità rispetto agli accumulatori e alla fluvia, o da parte del Governo, un trattamento più equo se non pari della ferrovia e dell'autoveicolo. La prima impone alla nazione un miliardo all'anno di sussidio, che se verrà ridotto lo sarà colla riduzione del servizio e coll'aumento delle tariffe, l'altro rende all'erario un miliardo colle tasse sul combustibile, sui veicoli e sul personale. Persistere in un sistema, solo perché preesistente, equivale a voler mantenere la trazione animale o l'illuminazione ad olio.

Invece del sussidio di L. 50 000 per km per 50 anni proposto dall'ing. Semenza per le nuove ferrovie colla trazione elettrica, basterebbe quello di L. 40 000 in media per 25 anni per autostrade pure con trazione elettrica e la metà per la trasformazione in autostrade delle ferrovie secondarie e tramvie.

Implicita è la risposta all'altra premessa relativa all'incapacità dell'autoveicolo di far fronte alle punte. Quando l'iniziativa privata avesse la convenienza non sarebbe questione che di materiale mobile, il quale adoperato 2 ore al giorno durerebbe almeno 50 anni, e il personale si occuperebbe diversamente per il resto della giornata. Non è neppure confrontabile la capacità di un piazzale e di una o più strade pavimentate divergenti da un centro di grande concorso, rispetto ad una stazione e ad un binario. Questo potrà portare un treno di 40 vetture ogni 10 minuti con fermate a tutte le stazioni e con orario vincolato agli incroci, alle corrispondenze, al servizio. Dopo la seconda corsa del circuito di Monza correvano verso Milano 4000 automobili alla velocità uniforme di 45 km all'ora come se fossero un sol treno, per proseguire la maggior parte senza fermarsi, in tutte le direzioni. Soltanto il tratto Milano-Monza largo 7 m era stato migliorato colla semplice cilindratura e catramatura. Le automobili avrebbero potuto essere di 30 o 40 posti, come infatti se ne vedeva qualcuna in servizio pubblico che poi ritornava di corsa contro corrente per completare la buona giornata. E col personale per trazione, movimento e traffico, direzione e amministrazione consistente nel proprietario e un aiutante, questo sistema potrebbe girare il mondo, se il Vecchio sull'esempio del Nuovo, si decidesse a tracciare la striscia della Libertà lungo il 45° parallelo dall'Atlantico al Pacifico.

Ing. EMILIO BELLONI.

*

Il collega M. Semenza ci osserva:

L'Ing. Belloni nella sua lettera critica le conclusioni alle quali sono giunto nel recente mio studio e sostiene che il parlare ora di trasformazione di tramvie a vapore in elettriche e di costruzione di nuove ferrovie sia per lo meno un anacronismo se non quasi un delitto di lesa economia.

Secondo l'ingegner Belloni non v'è altro mezzo di comunicazione per l'avvenire che l'automobile che corra su strade apposite che permettano le più grandi velocità da una parte e la trazione più economica dall'altra. Le povere ferrovie e tramvie costrette al vincolo dei binari, sono destinate a sparire davanti alla libera corsa delle automobili che possono rincorrersi, sorpassarsi e incrociarsi senza dover aspettare lo scambio ed i segnali. Se alla sola libertà di movimenti si dovesse la preferenza di un sistema di trasporto rispetto agli altri allora io sono più moderno dell'Ing. Belloni e sostengo che il vero sistema di trasporti per l'avvenire è la navigazione aerea. Lassù non sono non vi sono vincoli di binari, ma nemmeno di strade e di pavimentazioni: il campo è libero lungo le tre dimensioni e la velocità raggiungibile è la massima. Non solo si dovrebbe quindi sospendere ogni costruzione di nuove ferrovie o trasformazione di esistenti, ma si dovrebbe ben guardarsi dal costruire autostrade, poiché fra non molto l'andare in automobile sarà una memoria del passato.

Rinunciando agli scherzi io credo che l'Ing. Belloni non tenga nel dovuto conto le caratteristiche essenzialmente diverse dei vari mezzi di trasporto: per quanto si faccia l'automobile sarà sempre il mezzo di trasporto di poche persone, e per brevi distanze. L'esempio citato, del numero di automobili che si erano radunate per il circuito di Monza, a parte l'eccezionalità del caso, che non si potrebbe evidentemente generalizzare, non è affatto probativo perché bisognerebbe tener conto anche del numero enorme di persone che si sono recate al Circuito e ne sono ritornate a mezzo dei treni speciali delle ferrovie e delle tramvie.

La gran massa della popolazione non potrà, salvo trasformazione completa della nostra organizzazione economica e di vita, servirsi delle automobili, e così pure il movimento delle merci deve necessariamente venir fatto dalle ferrovie.

L'Ing. Belloni ha ragione da vendere quando si preoccupa di trovar un succedaneo alle ferrovie e alle tramvie a vapore che col loro cronico disservizio e col loro costo hanno reso di imperiosa necessità il sorgere di nuovi mezzi di trasporto, ma, secondo me, è in errore quando considera che le ferrovie non possano dare più di quanto danno ora mentre si può dire senza tema di smentita che i nostri servizi ferroviari e tramviari sono ancora ad uno stato primordiale. È un problema di tecnica e di organizzazione, già affrontato e risolto in tutte le principali nazioni del mondo, ed io credo che allo stato dei fatti costi molto meno di portare alla piena efficienza

i mezzi di trasporto esistenti che non di costruire apposite strade per automobili, mentre basterebbe forse di migliorare la pavimentazione di quelle esistenti sopprimendo la polvere e allargandole, per dar modo di svilupparsi all'automobilismo in modo grandioso.

E d'altra parte creda pure l'Ing. Belloni che ove appena appena si sviluppassero i servizi automobilistici pubblici in concorrenza colle ferrovie, (ciò che mi auguro d'altronde perchè non potrebbe in fondo che condurre ad un forzato miglioramento dei servizi ferroviari) essi verrebbero a soffrire dello stesso danno delle ferrovie, e cioè ad essere in piena balia del personale, che, a parità di traffico, sarebbe assai più numeroso. Il pericolo di scioperi, di ostruzionismi, di interventi statali e di tutte le altre delizie a cui ci hanno abituato le ferrovie non sarebbe soppresso, tutt'altro.

In ogni modo io sono dell'opinione che entrambi i sistemi di trasporto abbiano il loro campo d'azione e di vita ben delimitato e senza possibilità per l'uno di soppiantare l'altro e viceversa. Vedo quindi con pieno favore lo sviluppo dell'automobilismo, ma contemporaneamente e in forza stessa della concorrenza, come mostravo nel mio studio, debbono le tramvie e le ferrovie trasformarsi così da rispondere alle necessità per le quali sono state costruite e dalle quali sono andate via via allontanandosi per errori di uomini e difficoltà di circostanze. Il loro compito è tutt'altro che esaurito, e basta esaminare un po' da vicino ciò che si è fatto all'estero per persuadercene.

Milano, 1° Maggio 1923.

M. SEMENZA.

* *

Sul problema finanziario dell'industria elettrica.

Riceviamo:

Sig. Redattore Capo dell'«Elettrotecnica»,

La comunicazione dell'Ing. Civita sulle condizioni attuali dell'industria elettrica, tanto interessante anche per l'indiscussa competenza dell'autore, non può trovare che consensi nella parte in cui dimostra i danni dell'intervento statale ed invoca la completa soppressione della bardatura di guerra.

Mi sia lecito però qualche rilievo sulla richiesta di sussidio di intervento dello Stato nel finanziamento dei nuovi impianti.

Quando lo Stato, direttamente od indirettamente, ha contribuito al costo capitale di un'impresa, con qual titolo gli si potrebbe poi negare d'intromettersi nei suoi affari? Secondo i principi della più stretta economia capitalistica, è evidente che chi ha contribuito parte del capitale ha diritto a parte dei profitti e del controllo della gestione. Una questione analoga è stata sollevata per le ferrovie degli Stati Uniti, di cui gran parte, specialmente la più antica, è stata costruita con sussidi governativi o di enti locali, od aiutata con doni di terre pubbliche. La stretta regolamentazione governativa, imposta in questi ultimi anni con effetti poco lieti per le Società, è stata appunto giustificata con questa partecipazione del denaro pubblico nella costruzione: e si che gli Stati Uniti non sono paese dove l'intervento statale sia ben visto!

Ancora: in questo momento il reddito delle imprese elettriche è basso, (sostanzialmente perchè i prezzi al dettaglio seguono con ritardo la svalutazione della moneta) ma non è detto che sarà sempre così, anzi è augurabile e prevedibile che crescerà, come è cresciuto con gli anni il reddito di quasi tutti gli esercenti di servizi pubblici, tranne la parentesi della guerra. Se fra dieci o venti anni, sparite le conseguenze della guerra, i titoli delle Società elettriche avessero compiuto ascese paragonabili a quelle che prima della guerra portarono, per es., le Edison e le Vizzola tanto più alto della pari, si crede che il pubblico lascerebbe distribuire tranquillamente alti dividendi? Si potrà impedire che lo Stato ne prelevi con tasse speciali anche più di quanto gli spetterebbe come sua parte per il contributo al capitale, o che torni ad imporre vincoli alle tariffe, quando gli utili netti superano un dato per cento stabilito coi soliti criteri demagogici? Nella mente del pubblico, l'idea di sussidio od aiuto statale è inscindibilmente collegata con quella della limitazione dei profitti e della regolamentazione dei prezzi.

Di più, l'Ing. Civita mette in rilievo che oggi il titolo di Stato rende di più del capitale investito in impianti elettrici. Questa è in fondo la ragione per cui è difficile l'afflusso di nuovo capitale. Lo Stato finanzia i nuovi impianti con debiti: non è esatto dire che spenderebbe 25-30 milioni all'anno in media, perchè tante altre spese (per es., per certi lavori pubblici, per bonifiche, irrigazioni, ecc.) sono altrettanto urgenti e produttive nell'opinione pubblica e quindi se si dà 30 per gli impianti elettrici si deve dare forse 1000 per altri scopi. Poco o molto, il denaro preso a prestito dallo Stato fa salire il tasso dell'interesse non solo sui nuovi debiti, ma su tutti i titoli di Stato e, per conseguenza, aumenta le difficoltà di finanziamento diretto degli impianti elettrici. Se invece il credito dello Stato con le economie migliorasse, ed i titoli di Stato si capitalizzassero, poniamo, al 4,50 %, non ne avrebbero molto maggior vantaggio le imprese elettriche che troverebbero di nuovo il mercato aperto alle loro obbligazioni a basso interesse?

Mettiamo invece che lo Stato attui il progetto di rifarsi dei sussidi con una tassa di 8 cent./kWh sulla luce. Quanto differisce questo meccanismo da quello che fu in vigore fra il 1919 ed il 1922 per le ferrovie secondarie e tramvie, in applicazione dell'equo trattamento,

e che pare non fosse tanto benefico alle aziende private? E non è in sostanza intervento bello e buono e burocrazia per amministrarlo? E poi, per far pagare 8 cent. di più a tutti non è forse così equo: per es., gli utenti di Palermo che già pagano la luce L. 3,50 (tre e cinquanta kWh, tasse comprese) avrebbero forse ragione di chiedere l'esonerazione dal nuovo aggravio.

Queste e simili osservazioni dimostrano, secondo me, che le domande contemporanee di libertà dalla regolamentazione statale e di sussidi statali diretti od indiretti sono contraddittorie; e se questa contraddizione non appare evidente all'industriale che è spinto dalle necessità presenti a chiedere l'una e l'altra cosa, appare invece evidentissima al pubblico. Giacchè l'intervento statale è dannoso, per non pregiudicare l'avvenire si abbia il coraggio di far a meno di ogni sussidio, anche a costo di limitare lo sviluppo degli impianti.

Ing. C. RODANO.

:: SUNTI E SOMMARI ::

IMPIANTI.

J. A. SIRNIT — L'impianto idroelettrico di Mitchell. (Elec. World, 10 giugno 1922, pag. 1161).

L'impianto idroelettrico della diga di Mitchell sul fiume Coosa (Alabama S. U.) presenta parecchie singolarità degne di nota.

L'impianto è del tipo di quelli a grande portata e piccolo salto. È noto che per questi impianti si verifica l'inconveniente grave della variabilità del salto utilizzato e quindi della potenza sviluppata dalle singole unità in causa delle variazioni di portata che si traducono in un aumento del livello di scarico a valle.

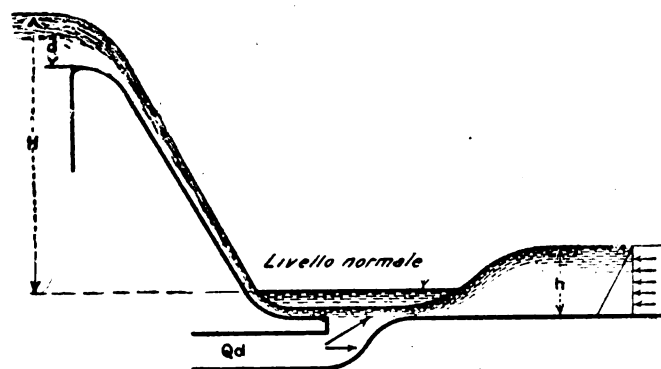


Fig. 1. — Dimostrazione schematica dell'azione della lama stramazante nell'eliminare il controbattente allo scarico.

Sono state studiate varie disposizioni destinate ad eliminare questo controbattente d'acqua allo scarico, ma non si erano finora ottenuti risultati soddisfacenti.

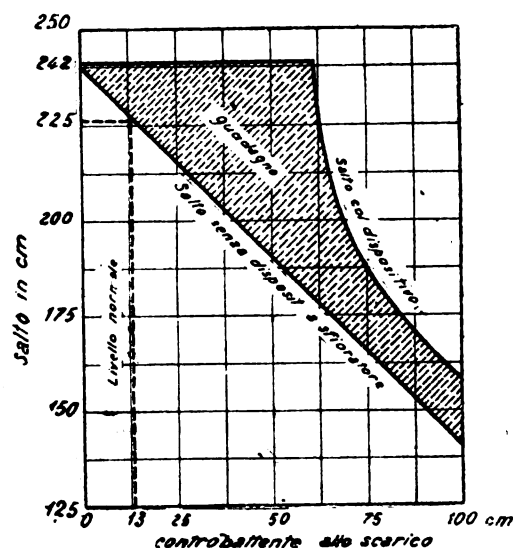


Fig. 2. — Curve mostranti il salto utilizzato dalla turbina senza o con il dispositivo a vena stramazante.

L'Ing. Thurlow della Alabama P. C. ha studiato un nuovo dispositivo che sembra dare ottimi risultati. Esso consiste essenzialmente nell'utilizzare la forza viva acquistata dalla lama d'acqua stramazante su uno sfioratore opportunamente sagomato, per allontanare l'acqua dall'orificio di scarico della turbina. E' noto infatti il fenomeno della lama stramazante che scorre su uno sfioratore con forte velocità e mantenendosi di piccolo spessore, per andare poi a for-

mare un'onda permanente a breve distanza dal piede dello sfioratore stesso. Il fenomeno è schematicamente illustrato in figura 1.

Per studiare la possibilità pratica di realizzare questa utilizzazione dell'acqua defluente dagli sfioratori, si costruì un modello in scala 1:24; i risultati furono così interessanti che si costruì un secondo modello in scala 1:10. I risultati ottenuti coi due modelli furono in pieno accordo fra loro, e permisero anche di addivenire ad alcune formule utili.

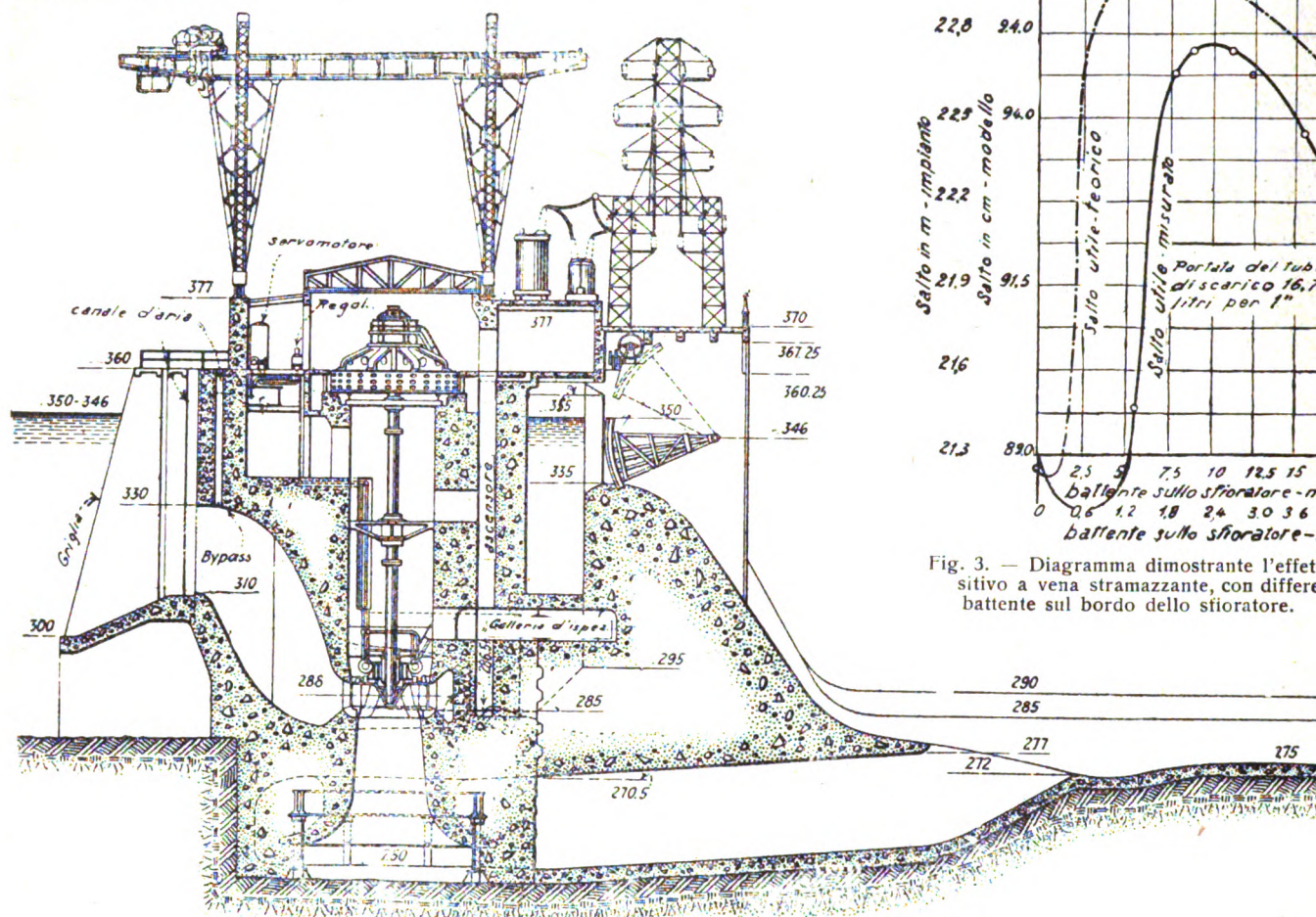


Fig. 4. — Sezione attraverso la sala di una macchina e la diga.

L'altezza dell'onda permanente può essere calcolata colla formula empirica

$$h = V \sqrt{d^{1/2} H^{1/2}}$$

dove d è lo spessore della lama d'acqua sul bordo superiore dello sfioratore, e H è il salto fra il livello a monte e quello a valle (supposto che manchi lo sfioratore). Nel caso in cui entri in giuoco lo scarico della turbina, esso contribuisce ad elevare l'onda permanente cosicchè i risultati saranno anche migliori di quelli previsti.

Il diagramma di figura 2 riassume i risultati ottenuti col modello a scala 1:10; mettendo in evidenza le curve del salto utilizzato dalla turbina con o senza il dispositivo a sfioratore, con diverse altezze d'acqua. L'effetto del dispositivo è naturalmente dipendente dal battente d'acqua sopra il bordo dello sfioratore; la figura 3 mostra come vi sia un battente optimum al di sotto o al di sopra del quale l'effetto voluto non si manifesta od è meno sentito; questo battente optimum dipende anche dalla quantità d'acqua uscente dal tubo di scarico della turbina ossia dalla portata utilizzata da essa.

Visti i buoni risultati ottenuti coi modelli, si decise di applicare il dispositivo al nuovo impianto. Un accurato studio di preventivo dimostrò che l'impianto costruito coi nuovi criteri sarebbe venuto a costare meno di uno solito.

La figura 4 rappresenta uno spaccato dell'impianto lungo l'asse di una sala di macchina. Sono installate tre macchine e ciascuna in una sala propria e distinta da quella delle altre; le tre sale macchine sono costruite come corpi avanzati della diga e sporgono da essa verso monte come altrettanti speroni. L'intero ciglio della diga dietro gli edifici delle macchine resta così completamente utilizzabile come superficie di sfioramento; la lama stramazante può quindi essere condotta a passare sull'orificio del tubo di scarico della turbina mantenendovi così un battente d'acqua costante.

Non esiste qui un vero e proprio edificio della centrale. Le sale delle macchine sono coperte con un tetto leggero costruito in due parti che possono venire allontanate, permettendo così alla sovrastante gru mobile a cavalletto di procedere all'eventuale smontaggio di parti delle macchine. La gru mobile, è dotata di due paranchi, uno da 125 tonnellate e uno da 20 tonnellate per lavori più leggeri, ed è così disposta che può servire qualunque parte dell'impianto ad eccezione delle paratoie girevoli dello sfioratore.

Sul ponte sovrastante lo sfioratore sono collocati i trasformatori e l'apparecchiatura del quadro costruito per funzionare all'aperto.

Tutti i locali di servizi e di manovra sono collocati al medesimo piano, ciò che rende facili e spedite le operazioni.

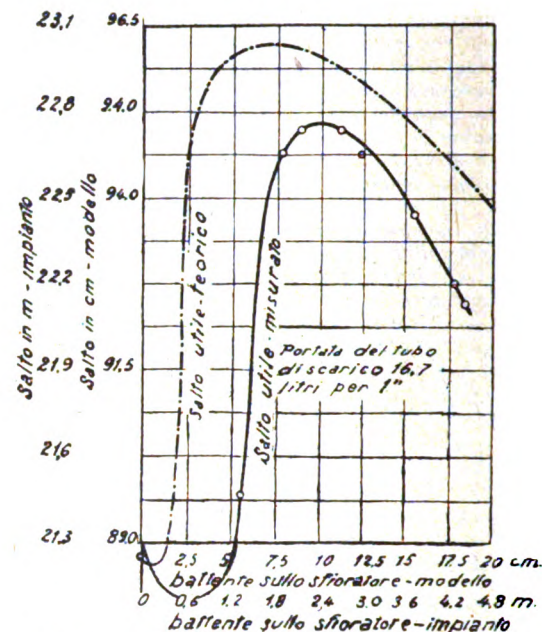


Fig. 3. — Diagramma dimostrante l'effetto del dispositivo a vena stramazante, con differenti valori del battente sul bordo dello sfioratore.

Lo scarico dell'aria calda dei generatori avviene in appositi canali sotto il piano principale; nell'estate l'aria calda viene espulsa all'esterno, mentre nell'inverno può essere inviata nel locale delle macchine per riscaldarlo.

R. S. N.

* *

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

J. CALWELL — Equipaggiamento per saldatura all'arco elettrico. (The Electrician, 22 dicembre 1922, Vol. LXXXIX, pag. 711).

La pratica della saldatura elettrica è più avanzata che non la sua teoria, la quale trova il suo fondamento nella fisica dell'arco fra carboni per illuminazione studiata a suo tempo da Miss Ayrton, poichè i fenomeni allora osservati si ritrovano in massima anche negli archi a elettrodi metallici in genere ed in quelli con elettrodi di ferro in particolare. La caduta totale di tensione attraverso un arco a elettrodi di ferro è minore di quella attraverso uno a carbone. Come minimo di tensione per saldatura si sono riscontrati valori intorno a 15 V. Tuttavia in pratica, operando a mano, una tensione da 22 a 25 V è comunemente usata con un arco di circa 0,15 cm. Buona saldatura può essere fatta solo con archi di limitata lunghezza. La fig. 1 illustra l'effetto di un arco corto (a) e di uno lungo (b); solo il primo dà una buona penetrazione.

È importante che l'arco si adesci facilmente e che la tensione a circuito aperto non sia troppo elevata. Buone saldature possono essere fatte sia con corrente continua sia con corrente alternata, ma in questo caso sono necessari elettrodi a fondente ed è più difficile l'innescarsi dell'arco e si richiede sempre una più elevata tensione (75 a 90 V) a circuito aperto. L'arco è in tal caso instabile; conviene quindi usare una reattanza per la sua stabilizzazione. Sull'arco a corrente continua si ha il vantaggio di fare a meno di gruppi elettrogeni speciali, poichè si può utilizzare, e a mezzo di un trasformatore, la corrente alternata delle ordinarie distribuzioni. Elettrodi di ferro nudo sono largamente usati, ma in alcuni casi, per esempio operando su acciaio dolce o ferro lavorato, sono preferibili elettrodi coperti di fondente; se la saldatura deve farsi su ghisa, su acciaio ad alto tenore di carbonio, o su leghe di acciaio e in generale usando corrente alter-

nata questo tipo di elettrodo è indispensabile. Il fondente forma uno strato protettivo sul metallo depositato, la corrente è più stabile, la manipolazione più facile e vi è minore probabilità che il metallo cristallizzi. La produzione di elettrodi combinati con fondente in proporzioni tali da assicurare buona saldatura con differenti materiali è stato risolto con successo, per quanto sia stato fatto con empirismo. Normalmente il fondente è basico, ma talvolta sono anche usati materiali acidi. Intermedi fra gli elettrodi nudi e rivestiti sono quelli immersi in un bagno basico, i quali esercitano una influenza protettiva contro l'ossidazione e nel ridurre le soffiature e le fluttuazioni di corrente.

La densità di corrente nell'arco dipende principalmente dallo spessore e dalla massa delle parti da saldare. Per elettrodi rivestiti le

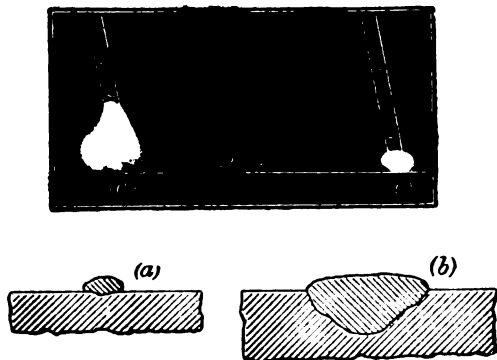


Fig. 1.

massime densità di corrente variano da 8 a 20 A per mm². La pratica americana, principalmente, è favorevole ai valori più alti. Ad ogni modo, operando a mano, non si deve superare una corrente di arco di 200 A; la saldatura automatica è ancora allo stato sperimentale. La pratica ha stabilito che per l'arco a corrente continua sia utilizzato come positivo il pezzo da saldare e come negativo invece l'elettrodo.

Nel descrivere i vari tipi di generatori per saldatura ad arco, l'A. nota che essi operano con tensioni fra 200 e 60 V e come requisiti generali occorre soddisfare ai seguenti per un buon funzionamento:

- 1) Caratteristica discendente per ogni valore corrente intorno a quello normale;
- 2) Tensione uniforme per correnti moderatamente variabili col carico;
- 3) Regolazione rapida per compensare l'effetto delle variazioni dell'arco.

Per la regolazione di questo occorre poter influire sopra uno dei seguenti elementi:

- 1) Eccitazione dei generatori;
- 2) Regolazione della loro velocità;
- 3) Valore delle resistenze inserite nel circuito di saldatura (talvolta simultaneamente a variazioni dell'eccitazione dei generatori).

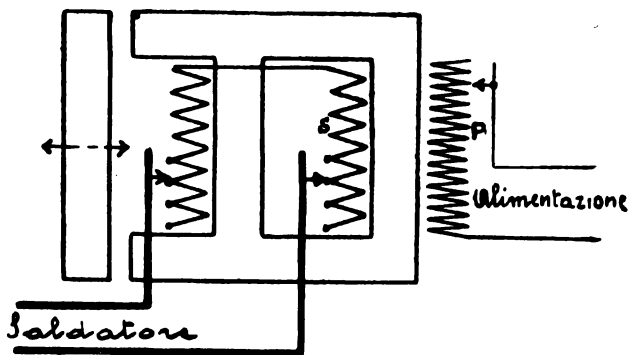


Fig. 2.

Si può raggiungere questo scopo a mezzo di appositi regolatori automatici; ma è sempre necessario disporre anche di una resistenza regolabile per ottenere una intensità di corrente che consenta il lavoro a mano. Un apparato ideale dovrebbe richiedere soltanto questo aggiustamento, poichè gli strumenti automatici dovrebbero mantenere la produzione adeguata alla richiesta.

L'A. dedica poi particolarmente attenzione agli apparati multipli per saldatura a corrente continua. In essi la fluttuazione del carico è violenta e perciò deve essere pronta la regolazione. I generatori, convenien siano a eccitazione separata, abbiano regolatori automatici sensibili e siano muniti di poli di compensazione. Ogni singolo saldatore ha una resistenza propria per la regolazione. In alcuni tipi, questa è costituita da una resistenza a carbone, variabile per compressione esercitata su di essa a mezzo di un nucleo di un solenoide percorso dalla corrente del saldatore. In generale queste resistenze sono munite anche di reattanza, per smorzare le fluttuazioni di corrente.

La potenza che in queste resistenze viene dissipata varia da 1 a 6 kW; sono perciò massicce e dispendiose e debbono essere calcolate con molta larghezza. La saldatura a corrente alternata richiede dai 70 ai 90 V a circuito aperto; apposite reattanze regolano la tensione in questi circuiti. La potenza assorbita da ogni apparato è di circa 12 kW, e per apparati multipli da 6 a 8 kW per ogni saldatore. A seconda della distanza fra le macchine saldatrici può essere conveniente un trasformatore unico per tutti i saldatori ovvero tanti trasformatori distinti. Il trasformatore di Holslag per saldatura ha un terzo avvolgimento oltre i due normali: primario e secondario; esso è avvolto separatamente sopra un apposito nucleo e collegato in serie col secondario (fig. 2); un terzo nucleo, che può staccarsi dal giogo ed allontanarsi in modo variabile, completa questo trasformatore. Come si rileva dalla figura si ha in tal modo una combinazione di trasformatore e di reattanza, ambedue variamente regolabili. L'A. accenna in fine alla saldatura elettrica del rame, ottone e del bronzo, la quale tuttavia, per le molteplici cure che richiede, non è ancora entrata nella pratica corrente di officina.

A. Bz.

* *

MAGNETOFISICA.

E. GÜMLICH — *Sopra alcune formule empiriche relative al ferromagnetismo.* (E. T. Z., 25 gennaio 1923, Vol. 44, N. 4, p. 81).

L'A. si riferisce alla proposta fatta recentemente da Anderson e Lance di esprimere l'area dell'ordinario ciclo di isteresi alternativa simmetrica, e quindi la perdita di energia per ciclo e per unità di volume, in funzione dell'induzione massima B e del campo coercitivo H corrispondenti a quel ciclo. Volendo adottare una espressione della forma

$$W_h = a \cdot B_m \cdot H_c$$

(in cui la perdita W_h è espressa in erg per unità di volume e per ciclo e B_m ed H_c sono espresse in unità assolute del sistema elettromagnetico) l'A. ritiene che essa possa essere usata con discreta approssimazione per valori di H_m (campo corrispondente a B_m) non superiori a 150 ÷ 200 gauss, purchè ci si limiti a considerare solo i materiali magneticamente dolci e si assuma per a non un valore costante, bensì quello dato dall'espressione

$$a = 0,225 + 0,889 \cdot 10^{-6} B_m + 0,861 \cdot 10^{-6} B_m^2$$

Adottando queste formule, può bastare, per la conoscenza della perdita di isteresi, la misura dell'induzione massima B_m e del campo coercitivo H_c . D'altro canto, se si accetta anche la formula empirica dello Steinmetz

$$W_i = \eta B_m^2$$

dalla conoscenza di una coppia di valori W_h e B_m si deduce il valore di η per il particolare materiale in esame.

Naturalmente non si deve dimenticare che si tratta di relazioni empiriche e solo relativamente approssimate e che occorre eseguire determinazioni sperimentali più complete e più accurate non appena si desiderano dati concreti e corretti.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

V. BACHENOFF — *Progressi della radiotecnica in Russia dal 1918 al 1921.* (Jahrb. drahtl. Tel., dicembre 1922, Vol. 20, N. 6, pag. 458).

Negli ultimi anni i tecnici e gli studiosi di radiotelegrafia in Russia si trovarono del tutto tagliati fuori da ogni commercio intellettuale con gli altri paesi. Essi fondarono il 31 marzo 1918 in numero di 34 una Associazione privata scientifico-tecnica (Rori), che conta ora 200 membri, con sede centrale a Mosca e sezioni a Pietrogrado, Nischnij-Novgorod, Kiev e Odessa. Presidente è W. Schuleikin, professore nel politecnico di Mosca, vice Presidente M. Eisenstein e segretario l'A.

La costruzione dei triodi, su modello francese, fu intrapresa da A. Bontsch-Bruewitsch verso la fine del 1917 a Twer e continuata poi a Nischnij-Novgorod sotto gli ordini del Commissariato del popolo per le Poste e Telegrafi. In seguito è stato possibile costruire anche tubi elettronici per potenze elettriche considerevoli, con circolazione d'acqua per refrigerare l'anodo. Notevoli perfezionamenti sono stati apportati alle pompe ad altissimo vuoto del tipo a condensazione di mercurio.

Fino dal 1919 sono state iniziate esperienze di radiotelegrafia da parte di T. Ugloft ottenendo buone comunicazioni sia con le navi, sia coi treni, sia con gli aeroplani. È stato anche sviluppato, a scopo di esperienze e di studi, l'oscillografo a raggi catodici (tubo di Braun).

P. Wologdin ha costruito molte macchine ad alta frequenza del tipo omopolare fino a 50 kW e 200.000 periodi. Sono in progetto macchine più grosse: le lamiere speciali di spessori fino a 3/100 mm. sono fornite dalle acciaierie degli Urali. Anche altri tipi di macchine e di trasformatori di frequenza sono stati ideati e provati.

L'arco Poulsen si è largamente diffuso in Russia e fino dal 1919

fu messo in servizio a Mosca un arco da 100 kW specialmente per il traffico con l'Italia. Questa stazione (Shalolowka) ha due piloni in legno a quattro montanti, controventati, e uno in acciaio a traliccio senza controventi secondo una costruzione molto originale dell'ingegnere russo Schustow. Tutti tre i piloni sono alti 150 m. Nei pressi di Mosca si sta costruendo una stazione transatlantica con piloni esagonali in legno alti 200 metri.

Quanto alla ricezione, l'A. ha studiato un sistema di « antenne chiuse » (su cui non è dato alcun particolare; *n. d. r.*), che permetterebbe con un solo albero di 60 m la ricezione simultanea di Parigi, Inghilterra, Roma, Nauen, nelle più sfavorevoli condizioni atmosferiche e mentre vicine grandi stazioni trasmettono a piena potenza.

In quasi tutti gli altri campi della radiotelegrafia sono stati compiuti studi e lavori, il cui elenco dimostra che la Russia non è rimasta arretrata rispetto a quanto si faceva all'estero nel medesimo periodo. Ne fa fede, secondo l'A. il fatto che per opera del Prof. Lebedinski sono sempre regolarmente uscite a Nischnij-Nowgorod le due riviste « Telegrafia e telefonia senza fili » e « Radiotecnica », l'una scientifica e l'altra popolare, e ciò mentre tutte o quasi le altre riviste tecniche in Russia, compresa la « Elektritschestwo » avevano sospeso le loro pubblicazioni.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

Il centro radiotelegrafico di Coltano.

Dal 15 aprile è entrata in esercizio la nuova grande stazione di Coltano ed è stato così effettuato il passo più importante verso il compimento del nostro maggiore Centro Radiotelegrafico, che è anche uno dei più notevoli del mondo.

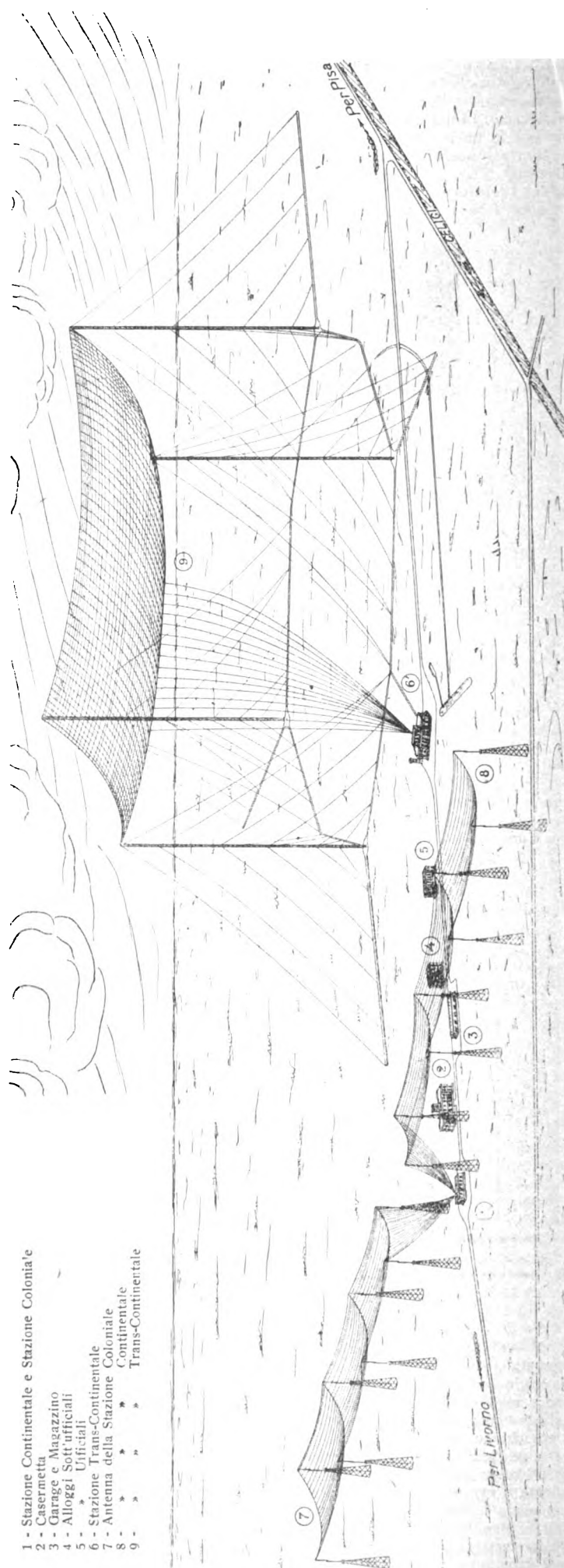
La mattina del 10 aprile alle ore 9.30 la nuova grande antenna lanciava per la prima volta nello spazio i suoi poderosi segnali, per i quali erano in ascolto stazioni di terra e di bordo sparse per tutto il mondo. Mentre ancora la trasmissione era in corso giungevano i primi telegrammi di ricezione, che, insieme con i successivi, dimostravano ben presto la perfetta riuscita dell'impianto. Quella prima trasmissione di prova e le altre dell'11 e del 12 aprile furono infatti ricevute nitide e forti nei punti più vari e remoti del globo. Così che dal 15 aprile, come prestabilito, è stato possibile iniziare regolarmente l'effettivo traffico di trasmissione.

L'impianto sarà certo a suo tempo esaurientemente descritto. Si possono tuttavia accennare fin d'ora alcuni particolari. La nuova radio ha un'antenna sostenuta da quattro piloni di 250 m. i più snelli e leggeri, ma non i meno robusti, fra quanti si son venuti costruendo contemporaneamente in quei due o tre centri stranieri, che si sono spinti fino all'uso di piloni di eguale altezza. La campata fra i piloni, di 420 m, non è stata raggiunta in alcun altro impianto con simili forme di antenna. La presa di terra è del tipo modernissimo a terre frazionate ed era già in corso di esecuzione, quando comparvero lo scorso anno i primi accenni a studi e a tentativi dello stesso genere eseguiti altrove.

L'energia, acquistata sotto forma di corrente trifase a 30 000 V, è trasformata a 5000 V per le due centrali e viene nella grande Radio successivamente trasformata in corrente continua ad alta tensione mediante un gruppo rotante e poi in corrente ad alta frequenza mediante convertitori ad arco. Tutto il macchinario e i quadri dell'impianto ora entrato in esercizio sono di costruzione nazionale ed in ispecie i grandi convertitori ad arco sono stati completamente progettati e costruiti dall'Istituto R. T. di Livorno e dall'Arsenale di Spezia. E inoltre in corso di montaggio un alternatore ad alta frequenza tipo Latour costruito in Francia e fornito dalla « Marconi ». Esso potrà in un primo tempo servire come riserva per gli archi, naturalmente nel solo intorno di una determinata lunghezza d'onda.

La grande Radio costituisce la stazione transcontinentale del Centro di Coltano. Questo comprende ormai altre due stazioni, la coloniale e la continentale, derivate dalla vecchia e gloriosa stazione Marconi, di cui è in corso la completa trasformazione e rinnovazione. La stazione continentale (nominativo ICI) non ha mai interrotto il suo funzionamento e svolge il traffico con la Spagna, la Scandinavia e l'Austria per mezzo di un arco tipo R. Marina. La stazione coloniale entrerà in servizio prossimamente.

Gli adattamenti, che si vanno completando e che sono stati studiati con moderni criteri, porteranno alla riunione di tutti i servizi telegrafici e radiotelegrafici del centro in un solo ufficio, permettendo notevole economia di personale e grande prontezza e precisione nello svolgimento del traffico. Naturalmente il servizio si fa completamente in *duplex*, ossia le tre stazioni di Coltano possono trasmettere contemporaneamente per tutte le 24 ore, mentre la ricezione è effettuata altrove e precisamente in parte in un centro ricevente sperimentale installato a Livorno presso l'Istituto R. T. e in parte presso la stazione di Monterotondo che è la ricevitrice del Centro R. T. di Roma e costituisce tuttora la nostra più importante stazione ricevente. La nuova Radio Coltano (nominativo ICI) sta assumendo anche parte del traffico sostenuto finora dalla attivissima Radio Roma (San Paolo), che tanti servizi ha prestato fin dal tempo della guerra e resterà chiusa per qualche tempo per il rinnovamento dei piloni.



Centro radiotelegrafico di Coltano.

Come è noto, tutto il lavoro è stato compiuto dalla Regia Marina, la quale ha studiato i collegamenti telegrafici e l'organizzazione del traffico in diretto accordo col Ministero dei Telegrafi. Il progetto, la costruzione e la condotta del Centro r. t. di Coltano, studiati secondo le direttive degli uffici competenti del Ministero della Marina, sono opera del Direttore dell'Istituto R. T. di Livorno, che si è giovato della continua collaborazione non solo del personale da lui dipendente, ma anche delle direzioni tecniche del R. Arsenale di Spezia e della direzione del Genio militare per la R. Marina, la quale ha curato la costruzione dei fabbricati e delle altre notevoli opere murarie.

DECRETI, LEGGI E REGOLAMENTI

Condotte metalliche forzate.

La Commissione di studio per il tema «Condotte metalliche ad alta pressione» nominata fin dal 17 luglio 1918, in seno alla Associazione Italiana per gli studi sui materiali da costruzione dal suo Presidente Prof. C. Guidi, presentò le sue conclusioni al Congresso tenutosi in Torino il 20-24 aprile 1922.

Esse riguardano la scelta dei materiali, le loro caratteristiche chimiche, meccaniche e tecnologiche, i metodi di lavorazione, le direttive più sicure per i calcoli di verifica, i carichi di sicurezza, e stabiliscono le prove di collaudo.

I concetti fondamentali seguiti dalla Commissione e l'abbozzo di Norme da essa presentate al Congresso furono discussi ed in massima approvati dall'Assemblea, che le conferì il mandato di elaborarle ulteriormente.

A questo compito la Commissione si è dedicata sulle tracce della discussione svoltasi al Congresso, sentendo il parere di altri competenti sui singoli punti, e prendendo in esame le critiche. Oggi essa comunica il risultato del suo lavoro, col quale ritiene di aver compiuto il proprio ufficio.

*

Brevi chiarimenti preliminari meritano alcune delle direttive seguite:

Anzitutto, per quanto riguarda la scelta dei materiali, si avverte che le presenti Norme si riferiscono essenzialmente alle condotte metalliche forzate per impianti idroelettrici, ma portano nel titolo la indicazione esplicita di condotte ad alta pressione, e in conseguenza non considerano l'impiego della ghisa neppure per i pezzi speciali.

Come è noto, e si tiene qui a farne precisa affermazione, è invece tollerabile l'uso della ghisa per tali pezzi, quando si tratti di pressioni non superiori a 10 atmosfere.

*

Nello stesso argomento della scelta dei materiali e più specialmente delle caratteristiche meccaniche delle lamiere per tubazioni, importa tener presente che queste Norme si vollero coordinare con quelle relative al materiale per caldaie e recipienti di vapore. Per l'appunto alle due qualità prescritte per le caldaie: l'una più dolce per le parti esposte al fuoco e l'altra leggermente più dura, corrispondono qui per identità di resistenza e di allungamento le lamiere per tubazioni saldate e quelle per tubi chiodati, ciò nell'intento della unificazione dei tipi.

Tale definizione dei coefficienti di resistenza e di allungamento, appena temperati nelle presenti Norme da alcune tolleranze per lamiere di grande spessore, costituisce una richiesta alquanto elevata della loro qualità, in certa misura superiore a quanto corrisponde all'uso corrente.

La Commissione ha creduto tuttavia importante affermare col valore dei coefficienti anzidetti le condizioni di produzione del materiale, che importa raggiungere nel più breve tempo, reintegrando le caratteristiche che l'uso dei residui di guerra ha in questo periodo sensibilmente abbassate.

*

Deve rimanere poi chiaramente inteso che, per tutto quanto riguarda i caratteri apparenti dei materiali, le dimensioni dei saggi e la procedura degli esperimenti, le presenti Norme si devono intendere integrate da quanto è disposto nelle «Norme e condizioni per le prove dei materiali ferrosi» della Associazione, in quanto non sia qui altrimenti disposto.

*

Parve però necessario riconoscere in forma concreta il fatto ormai accertato che la prova a trazione non rivela sempre il difetto di resistenza a sollecitazioni subitanee, dovuto sopra tutto alla inclusione di scorie microscopiche nei laminati, per difetto di spuntatura nei lingotti, nonché alla eccessiva ossidazione del bagno ed alla presenza di componenti anormali, soprattutto se introdotti poco prima della colata.

Le Norme prescrivono quindi la prova di resistenza, adottando gli stessi valori minimi che sono stati indicati nelle analoghe prove consigliate a titolo informativo per le lamiere da caldaie di uguali caratteristiche meccaniche, nell'intento di offrire un mezzo rivelatore

della fragilità, che il breve tempo di azione delle soprapressioni per colpo di ariete può mettere a cimento. Così pure allo scopo di accertare nel materiale le migliori garanzie di saldabilità, indipendenti dal valore dell'operatore, che ha notevole influenza sui risultati di una prova diretta, si sono stabiliti, oltre i consueti limiti massimi di solfo e di fosforo, altri limiti per il manganese, per il silicio, per il rame e l'arsenico, che allo stato attuale della siderurgia si possono considerare identificati per le loro conseguenze sulla saldabilità.

*

Col fine poi di non creare difficoltà eccessive alla soluzione degli ardui quesiti che oggi gli impianti idroelettrici impongono al costruttore delle tubazioni, le Norme fissano carichi di sicurezza piuttosto elevati, prescrivendo però che nel calcolo dei massimi cimenti del materiale si debba includere l'effetto delle soprapressioni dovute ai colpi di ariete, che è giusto prevedere come normali nell'esercizio.

*

Non furono invece considerate le disposizioni recenti dei tubi cerchiati, sulle quali si richiama qui l'attenzione dei tecnici, perchè troppo scarsa è tuttora la documentazione pubblicata sul modo di costruirli e di calcolarli per pensare seriamente a disciplinare l'uno e l'altro con norme precise.

Si osserva però che tale sistema, se per la presenza di superficie greggie adoperate come superficie di combaciamento, non può dare quell'affidamento assoluto che si raggiunge nel forzamento dei cannoni, contiene pur sempre in sé un elemento di garanzia del più alto pregio, introducendo con gli anelli cerchiati, ottenuti senza saldatura, un organo resistente che esclude le linee di minore robustezza inevitabili nelle tubazioni saldate o chiodate.

*

Finalmente, prescrivendo la prova idraulica della tubazione in opera per una pressione convenientemente superiore alla pressione statica di esercizio, si vuole iniziare un periodo di maggiore coscienza nel controllo di questi importanti e pericolosi elementi costitutivi degli impianti idroelettrici.

Ma è pure indispensabile promuovere una migliore intima intesa fra il tecnico che progetta le tubazioni e quello che studia le macchine, nell'interesse della sicurezza dell'impianto e della incolumità delle centrali e delle popolazioni alpine con esso confinanti. A questo scopo si raccomandano nel primo periodo di esercizio dei controlli sul comportamento dinamico della tubazione, sotto l'azione dei colpi d'ariete, che si debbono considerare come possibili nell'esercizio normale e il cui effetto, già lo si disse, dev'essere conteggiato nei calcoli e compreso nei carichi di sicurezza prescritti.

Si suggerisce quindi in queste premesse, senza per ora farne oggetto di prescrizioni normali, di manovrare con la massima vigilanza, staccando bruscamente valori gradatamente crescenti del carico di una o più turbine, fino a raggiungere, compatibilmente con la sicurezza del macchinario, il sopracarico preveduto per colpo di ariete, controllandone il valore con manometri registratori, ovvero con manometri a indicazione di massimo.

La Commissione si ripromette anzi che questi esperimenti preparino in un prossimo avvenire le cognizioni pratiche necessarie per la prescrizione di una prova dinamica delle tubazioni, capace di sostituire la prova statica per soprapressione dei singoli tronchi, che in alcuni casi può importare spese e complicazioni di rilievo.

PANETTI Ing. Prof. Modesto, Torino, Presidente.
BERNARDINO Ing. Emilio, Società Ital. Tubi Togni, Brescia.
FRANCESSETTI Ing. Carlo, Direttore Soc. Acque Potabili, Torino.
MOLTENI Ing. Giulio, Soc. Naz. Officine di Savigliano, Torino.
SILVESTRI Ing. Prof. Euclide, R. Politecnico, Torino.
SOCCORSI Ing. Lodovico, dell'Istituto Sperimentale FF. SS., Roma, Relatore.

* *

Norme per la costruzione e il collaudo delle condotte metalliche forzate ad alta pressione

PARTE I. — Natura e qualità dei materiali da impiegarsi nella costruzione delle condotte.

ART. 1. — I tubi metallici per condotte forzate possono essere costituiti:

- a) di acciaio semiduro;
- b) di acciaio extradolce.

I pezzi speciali possono essere costituiti anche di acciaio in getti. I chiodi debbono essere fabbricati con acciaio extradolce.

ART. 2. — Acciaio semiduro per tubi senza saldatura (trafilati).

L'acciaio ordinario al carbonio per la fabbricazione di tubi senza saldatura deve avere una resistenza alla trazione compresa fra i 55 e 65 kg./mm² ed un allungamento di rottura compreso fra il 18 ed il 14 %; al quale corrisponde una contrazione fra il 42 ed il 33 %. Tali caratteristiche saranno verificate su barrette ricavate dai tubi finiti, longitudinalmente, senza operazioni di spianamento. Inoltre anelli ricavati pure da tubi finiti dovranno potersi appiat-

tire a freddo fino ad una distanza fra le facce interne uguale a sei volte lo spessore, senza manifestare screpolature o lesioni.

Qualora il costruttore intendesse impiegare altra qualità di acciaio, ovvero volesse adottare speciali trattamenti termici, dovrà preventivamente indicarne le caratteristiche e fornire i campioni necessari per un controllo esauriente di esse.

ART. 3. — Acciaio extradolce in lamiera per tubi chiodati o saldati ed in barre per chiodi.

L'acciaio extradolce per lamiera da tubi e per barre da chiodi non potrà contenere fosforo e solfo in quantità superiore al 0,05 %, ciascuno; inoltre le lamiere che debbono essere sottoposte a saldatura non potranno contenere più del 0,6 % di manganese, del 0,02 % di silicio, del 0,08 % complessivamente di rame e di arsenico, escludendo in massima la presenza di altri elementi, perchè nocivi alla saldatura. Qualora l'analisi non accusi la presenza di silicio, si potrà tollerare un tenore più elevato in rame ed in arsenico, purchè

$Cu + 2 As$ non superi 0,20 %

Le lamiere dovranno di norma essere ricotte in adatti forni, in cui siano impediti il processo di ossidazione del metallo ed i colpi di fiamma diretti, la temperatura si mantenga uniforme, regolabile e controllabile. Per accordi col fabbricante dei tubi potrà essere omessa la ricottura delle lamiere da sottoporsi alla saldatura.

ART. 4. — Prove meccaniche e tecnologiche delle lamiere per tubi chiodati o saldati e delle barre per chiodi.

Barrette ricavate dai lembi delle lamiere ricotte (possibilmente nella zona che corrisponde alla parte superiore dell'asse del lingotto) sia longitudinalmente, sia trasversalmente, dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

per tubi chiodati, resistenza a trazione compresa fra 38 e 45 kg./mm², allungamento di rottura fra 27 e 24 % e contrazione fra 62 e 55 %;

per tubi saldati, resistenza a trazione compresa fra 35 e 40 kg./mm², allungamento di rottura fra 30 e 27 % e contrazione fra 64 e 59 %, intendendo che alle resistenze minime debbano corrispondere gli allungamenti e le contrazioni massime, e per le resistenze intermedie si richiedono gli allungamenti e le contrazioni che risultano interpolando linearmente fra i valori estremi.

Per lamiere di spessore superiore a mm 15 saranno ammessi allungamenti di rottura minori di quelli sopra indicati nella misura dell'1 % e contrazioni più piccole nella misura del 2 % per ogni 5 mm di maggiore spessore.

Resta inteso che la misura della contrazione serve come indice di attendibilità dell'allungamento, ed autorizza a scartarne il risultato, quando non vi sia la corrispondenza che i limiti stabiliscono, come avviene nel caso della formazione di più sezioni contratte.

Le lamiere per la costruzione dei tubi debbono inoltre essere sottoposte allo stato di ricottura alla prova di resilienza.

Le barrette per la prova di resilienza avranno una lunghezza parallela al senso di laminazione di mm 55, una altezza di mm 10 ed una grossezza ricavata nello spessore della lamiera di mm 10, ovvero uguale allo spessore se questo è inferiore a 10 mm.

L'intaglio sarà fatto in quest'ultimo lato.

La temperatura del saggio sottoposto a prova di resilienza non deve essere minore di 15° nè maggiore di 35° centigradi.

Il numero di resilienza non dovrà risultare inferiore a 10 kgm/cm².

Striscie di lamiera ricavate esse pure nelle due direzioni ortogonali si dovranno poter piegare a freddo, senza manifestare screpolature o lesioni, fino ad una distanza fra le facce interne uguale alla metà dello spessore, se questo non supera 20 mm e fino a distanza uguale allo spessore al di sopra del limite suddetto.

Le barre per chiodi devono possedere le stesse caratteristiche meccaniche delle lamiere per tubi saldati.

Su di esse si dovranno eseguire prove di piegamento a freddo a 180° sopra una spina avente un diametro uguale alla metà di quello della barra fino a diametri di mm 20, e sopra una spina di diametro uguale a quello della barra se maggiore di mm 20.

ART. 5. — Regolamentazione delle prove sui materiali.

Le prove per la verifica delle qualità dei materiali verranno eseguite per ogni colata nel caso di tubi di acciaio senza saldatura (trafilati), o di pezzi speciali di acciaio in getti, e per ogni colata e spessore nel caso di tubi in lamiera chiodata o saldata.

Le provette per gli esperimenti saranno ricavate da almeno due lamiere per ciascun gruppo.

Verificandosi deficienze anche in una sola delle lamiere prescelte, l'intero gruppo potrà essere rifiutato.

Il fornitore dei materiali dovrà, se richiesto, indicarne l'analisi chimica.

ART. 6. — Prove di saldatura.

Per le lamiere destinate alla fabbricazione di tubi saldati è richiesta anche una speciale prova di saldatura. A tale scopo, nello stabilimento del costruttore delle tubazioni, impiegando i mezzi correnti di saldatura, verranno saldate, per una lunghezza di almeno un metro, due lamiere dello spessore minimo e due dello spessore massimo da impiegare nella tubazione, ricuocendo successivamente il pezzo nei forni appositi.

Se la saldatura apparirà ben riuscita, e, spalmata di petrolio, non

darà luogo ad alcun trasudamento, si ricaveranno attraverso ad essa non meno di 10 barrette da sottoporsi a prove di trazione e di piegamento.

Tali barrette avranno una dimensione uguale allo spessore della lamiera.

Le barrette per la prova di trazione verranno ridotte di larghezza a 4/5 nel tratto comprendente la saldatura, con opportuno raccordo ai tratti contigui, per modo di assicurare che la rottura avvenga nel tratto stesso; nelle prove di trazione, da eseguirsi almeno sopra 5 barrette, il carico di rottura medio non dovrà risultare inferiore a 30 kg/mm², e nessuna delle barrette provate dovrà presentare una resistenza inferiore a 25 kg/mm².

Le barrette per la prova di piegamento, anch'esse in numero di 5 almeno, avranno di norma la seconda dimensione tripla dello spessore, e in nessun caso minore dello spessore.

Nelle prove di piegamento la rotazione relativa dei due capi della barretta dovrà raggiungere i 180° con una distanza fra le facce interne uguale ad 8 volte lo spessore, e si richiede che in 3 almeno dei 5 saggi tale prova possa compiersi senza che si manifesti alcuna screpolatura sulla faccia esterna, nè alcun distacco lungo la linea di saldatura.

ART. 7. — Acciaio in getti.

I pezzi finiti dovranno essere ricotti in forni adatti allo scopo; insieme coi pezzi verranno fuse e ricotte le barrette destinate alle prove, e dopo la ricottura staccate.

Dalle prove di trazione si richiederà una resistenza alla rottura compresa fra 45 e 55 kg/mm² ed un allungamento del 15 al 10 %, corrispondente ad una contrazione del 28 al 20 %, dovendosi al solito esigere che gli allungamenti massimi si verifichino per le resistenze minime con interpolazione lineare per i valori intermedi, come fu spiegato nell'Art. 4.

PARTE II. — Norme costruttive.

ART. 8. — Tubi in acciaio senza saldatura (trafilati).

I tubi in acciaio senza saldatura devono avere superficie interna ed esterna liscia e sezione circolare.

Piccole alterazioni di forma sono tollerabili se lo spessore minimo da prescriversi in ogni caso è rispettato. Le tolleranze si riferiscono al diametro esterno nella misura dell'1 % in più od in meno fino a 200 mm e dell'1,5 % oltre i 200 mm.

ART. 9. — Tubi di acciaio extradolce.

L'incurvamento delle lamiere per la fabbricazione dei tubi potrà essere eseguito a freddo, quando il raggio di curvatura non sia inferiore a 20 volte lo spessore di esse.

Si potrà scendere al disotto di tale limite quando si provveda alla ricottura del tubo.

ART. 10. — Tubi chiodati.

I fori per le chiodature devono essere eseguiti al trapano; tuttavia nelle lamiere di spessore non superiore a 10 mm si può tollerare la foratura al punzone secondo un diametro di almeno 5 mm inferiore al definitivo, il quale deve essere raggiunto mediante alesatura. In ogni caso è vietato l'uso delle spine di acciaio per allargamento.

I fori dei lembi da chiodare devono corrispondersi esattamente e le lamiere devono essere portate a perfetto combaciamento prima dell'applicazione dei chiodi. Le due teste di ogni chiodo devono risultare perfettamente coassiali. La ribaditura dei chiodi delle unioni longitudinali si eseguirà in officina per mezzo di chiodatrici meccaniche a pressione graduale, essendo escluso l'impiego di martelli pneumatici, elettrici, ecc., salvo nelle lavorazioni in cantiere, quando se ne presentasse la necessità.

ART. 11. — Tubi saldati.

Il processo di saldatura delle lamiere, da eseguirsi nella fabbricazione di questo tipo di tubi, sarà di norma quello della bollitura, ottenuta previo riscaldamento con fiamma al gas di acqua od altro mezzo.

La zona saldata dovrà risultare di spessore uniforme, esente da porosità, bruciature, scorie, scaglie, screpolature ed altri difetti. È assolutamente vietato dissimulare i difetti di saldatura per mezzo di cianfrinature o applicazioni di mastici.

Tutti i tubi saldati debbono essere accuratamente ricotti, e quindi passati nuovamente alla calandra. Nei forni di ricottura la fiamma non dovrà investire direttamente i tubi, nè essere ossidante; la temperatura dovrà essere uniforme, regolabile e controllabile.

ART. 12. — Giunzioni trasversali.

Saranno fatte mediante chiodature o mediante briglie da riunirsi con bulloni, assicurandone in tal caso la tenuta per mezzo di guarniture.

Di norma le giunzioni da eseguirsi sul cantiere si possono effettuare con chiodature per diametri superiori a 550 mm. Al disotto di tale limite è necessario provvedervi con briglie.

ART. 13. — Pezzi speciali.

È desiderabile che i gomiti e in generale i pezzi speciali vengano muniti di flange di unione e siano costruiti in modo da permetterne la prova idraulica in officina.

Le modalità di tracciamento e di orientazione di tali pezzi devono

essere tali da non dar luogo ad accumulazioni di aria, e di avviare le linee di flusso dell'acqua nel modo migliore.

ART. 14. — Dispositivi di sicurezza.

All'imbocco della condotta deve collocarsi almeno un apparecchio od un dispositivo di sicurezza, che interrompa automaticamente il deflusso nel caso che la velocità dell'acqua superi il doppio della velocità di esercizio. Tale apparecchio dovrà essere al tempo stesso comandabile sia a distanza dalla centrale, sia a mano. Nel caso in cui il comando a distanza dalla centrale sia fatto automaticamente, esso deve dipendere da un circuito alimentato da energia che non sia quella direttamente prodotta con la tubazione sulla quale è inserito l'apparecchio di sicurezza.

A monte di esso si dovrà collocare un organo di chiusura (valvola, paratoia, saracinesca) non automatico.

A valle deve collocarsi un ampio tubo piezometrico, o, quando ciò riesca difficile per ragioni costruttive, una valvola di entrata e di uscita dell'aria.

PARTE III. — Norme di calcolo.

ART. 15. — I calcoli di resistenza dei singoli elementi delle condotte devono essere fatti:

A) per una pressione interna uguale alla somma della pressione idrostatica corrispondente al livello massimo dell'acqua nella camera di carico e della sovrappressione dovuta al colpo di ariete più sfavorevole fra quanti si possono verificare nelle condizioni normali di esercizio;

B) per le altre sollecitazioni, che possono derivare dal peso proprio, in relazione all'andamento altimetrico e planimetrico della condotta, dalla distanza fra gli appoggi, dalla funzione degli ancoraggi e dei giunti di dilatazione, dall'influenza delle variazioni di temperatura, ecc.

Per quanto riguarda il punto A) la sovrappressione massima che occorre considerare dipende come è noto:

1° dal rapporto caratteristico della tubazione

$$\frac{a v_0}{2 g y_0},$$

dove v_0 ed y_0 sono la velocità e la pressione in colonna d'acqua corrispondenti al regime di massima portata nella sezione più bassa della condotta,

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 0,5 \frac{d}{s}}}$$

è la velocità di propagazione dell'onda di sovrappressione in m/secondo, calcolabile introducendo come diametro d del tubo e spessore s della parete i loro valori medi;

2° dalla rapidità di chiusura dell'otturatore comandato dal regolatore della turbina, la cui velocità di azione si definisce col così detto tempo di chiusura T , necessario a chiudere interamente la luce di efflusso, inizialmente tutta aperta.

Nei casi normali si debbono esigere tempi di chiusura abbastanza lunghi e sempre tali che sia

$$T > \frac{2L}{a},$$

essendo L la lunghezza della condotta; e si dovranno pure richiedere deviatori di getto e scarichi sincroni per compensare la lentezza di chiusura degli otturatori agli effetti della regolazione della turbina, nonché un elevato momento d'inerzia della girante del turbo-alternatore.

In questa ipotesi la sovrappressione massima alla base della tubazione dovuta al colpo di ariete si può calcolare con gli abachi dati dall'ing. Allievi nella sua fondamentale «Teoria del Colpo di Ariete» e il valore assunto nei calcoli della tubazione dovrà essere appunto quello che il costruttore della turbina fisserà, ma in nessun caso inferiore al 10 % della pressione idrostatica.

Si ammetterà inoltre che la stessa percentuale di sovrappressione sulla corrispondente pressione idrostatica possa rappresentare l'effetto più grave del colpo di ariete nelle altre sezioni della tubazione.

Nei casi eccezionali per cui si abbia invece

$$T \leq \frac{2L}{a}$$

la massima sovrappressione per colpo di ariete nelle tubazioni di spessore e diametro costante è data da

$$\frac{a v_0}{g};$$

nelle tubazioni di spessore e diametro variabili, per le quali la velocità a di propagazione dell'onda varia da a_2 nella sezione di imbocco (parete sottile) ad a_1 nella sezione di sbocco (parete grossa), posto

$$b = \frac{a_1 - a_2}{a_1 + a_2},$$

la massima sovrappressione si deduce con la formola di De Sparre

$$(1 + 8b - 4b^2) \frac{a_1 v_0}{g}.$$

Si ammetterà poi che tali sovrappressioni si verifichino per un

tratto di tubazione la cui lunghezza, a partire dallo sbocco, è data da

$$\frac{n-1}{n} L,$$

essendo

$$n = \frac{2L}{aT}.$$

Le condizioni di colpo d'ariete che si debbono considerare come affatto eccezionali, ma tuttavia possibili nell'esercizio, quali quelle che corrispondono ad una simultanea massima attività degli otturatori di tutte le turbine di una stessa centrale, dovranno essere prese in considerazione per verificare che le sovrappressioni corrispondenti non superino del 50 % la pressione idrostatica.

In caso contrario si dovranno modificare i carichi di sicurezza nella corrispondente misura.

ART. 16. — La determinazione degli spessori dei singoli elementi sarà fatta in modo da non superare i seguenti carichi di sicurezza:

Pezzi in acciaio colato	kg. 7,0 per mm ²
Tubi in acciaio trafilati	» 15,05 »

Tubi chiodati (sezione netta lungo la chiodatura):

Tubi a coprighiunto doppio . . .	kg. 10,5 per mm ²
Tubi a sovrapposizione	» 9,5 »
Tubi saldati	» 8,5 »

Per i tubi collettori distributori e in generale per i pezzi che difficilmente si possono sottoporre ad un calcolo rigoroso i carichi di sicurezza sopra indicati vanno ridotti del 20 %: per i gomiti la riduzione può essere del 10 % soltanto; ma in ogni caso lo spessore dovrà superare di almeno 2 mm quello calcolato per i tubi dritti.

ART. 17. — I diametri dei chiodi per le chiodature longitudinali si calcoleranno per sollecitazione riferita all'area delle sezioni resistenti in ragione dei seguenti carichi di sicurezza:

per chiodature a sovrapposizione semplici	7,7 kg/mm ²
» » doppie	7,2 »
» » triple	6,6 »
per chiodature a doppio coprighiunto	6,2 »

Le chiodature trasversali si proporzioneranno tenendo conto sia della resistenza, sia sopra tutto, della tenuta.

ART. 18. — Determinati gli spessori dei singoli elementi secondo le ipotesi ed i carichi di sicurezza sopraindicati, occorre verificare se gli spessori stessi sono sufficienti per resistere anche nelle seguenti speciali condizioni di sollecitazione:

a) durante il riempimento ed il vuotamento delle condotte, che provocano nei tronchi più sottili e di maggior diametro cimenti di natura ben diversa da quelli dell'esercizio normale (1).

Se le tensioni corrispondenti superano del 50 % i carichi di sicurezza stabiliti, occorre aumentare lo spessore delle pareti o aggiungere nervature di rinforzo;

b) rispetto alla possibilità di schiacciamento per la formazione di forti depressioni nell'interno della condotta, dovute sia a false manovre delle valvole all'imbocco, sia a mancato funzionamento dei tubi piezometrici o delle valvole di ingresso d'aria, sia ai contraccolpi di depressione prodotti dai rapidi movimenti degli otturatori.

Ritenuto sufficiente per questa sollecitazione un rapporto di sicurezza uguale a 2, e dedotta la massima depressione p' , basterà verificare se, nel caso di tubi lisci, sia

$$\frac{s}{d} > \sqrt{\frac{p'}{12E}},$$

ovvero, per tubi rinforzati con nervature che si ripetono periodicamente a distanza l , detto J il momento d'inerzia dell'insieme della nervatura col tratto corrispondente di parete, rispetto al proprio asse baricentrico longitudinale, abbiasi

$$\frac{J/l}{d^4} > \frac{p'}{12E}.$$

Si richiede che alla depressione p' venga attribuito per la verifica il massimo valore fisicamente possibile di una atmosfera nel qual caso si deduce come limite inferiore del rapporto fra spessore s della parete e diametro d la frazione 1/130.

Nei tronchi per i quali tale valore limite non fosse rispettato occorre aumentare lo spessore della parete, ovvero aggiungere nervature di rinforzo calcolabili con la seconda delle formole sopra indicate.

PARTE IV. — Prove dei tubi e della tubazione

ART. 19. — I tubi in acciaio senza saldatura ed i tubi saldati devono essere sottoposti nell'officina del costruttore alle prove idrauliche elemento per elemento.

La pressione di prova dovrà essere tale da provocare sulle pareti dei singoli elementi sollecitazioni unitarie uguali ad una volta e mezzo i carichi di sicurezza indicati per i diversi tipi di materiali e di struttura nell'art. 16; essa sarà mantenuta almeno per 15 minuti. Durante la prova i tubi verranno percossi con leggeri colpi di martello lungo le saldature.

(1) Cfr. C. GUIDI *Sulla stabilità delle condotte di acqua con tubi di grande diametro*, «Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino», 1913.

ART. 20. — Sulle condotte in opera verranno eseguite le due prove seguenti:

a) Prova di riempimento lento, durante la quale si visiterà la condotta con speciale riguardo ai tronchi con parete sottile e piccola pendenza, potendosi in essi verificare le speciali condizioni di sollecitazioni indicate all'art. 18.

b) Prova idraulica della condotta intera, o suddivisa in tronchi, ad una pressione tale da provocare nelle pareti dei singoli elementi del tronco in prova sollecitazioni unitarie variabili fra un massimo di 1,5 ed un minimo almeno di 1,25 volte i carichi di sicurezza indicati nell'art. 16.

Per la definizione delle particolarità di tale prova debbono intervenire accordi col costruttore all'atto della ordinazione della condotta, affinché questi possa predisporre il necessario numero di giunti a flangie di fondi di chiusura dei singoli tronchi, e prevedere le dimensioni degli ancoraggi adeguati alle speciali sollecitazioni della prova stessa.

:: :: DOMANDE E RISPOSTE :: ::

Saranno pubblicate in questa rubrica le domande e le questioni rivolte dai lettori, che presentino un interesse generale, e, successivamente, le migliori risposte ricevute.

Indirizzare domande e risposte esclusivamente alla Redazione de L'Elettrotecnica, Via S. Paolo 10 - Milano.

Domanda N. 1.

Sul funzionamento dei trasformatori trifasi a vuoto.

La teoria può dimostrare, e l'esperienza ha confermato, che in un trasformatore trifase a nuclei nello stesso piano, collegato a stella ed alimentato a vuoto, le potenze assorbite dai singoli avvolgimenti di fase sono diverse l'una dall'altra; in determinate condizioni una delle tre può anche essere nulla o negativa.

Come si può conciliare tale risultato col fatto fisico che le perdite nel ferro sono sensibilmente uguali nei tre nuclei?

F. C.



**Associazione
Elettrotecnica Italiana**

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

CONSIGLIO GENERALE.

Riservandoci di pubblicare a suo tempo il verbale completo della recente riunione del Consiglio Generale, tenutosi il 20 aprile u. s., diamo il testo dei due Ordini del Giorno in esso approvati.

Il Consiglio Generale dell'A. E. I., visto il Decreto 17 dicembre 1922, n. 1723, recante modificazioni all'art. 8 della Legge 7 giugno 1894, n. 232, sulle condutture elettriche allo scopo presunto di garantire il regolare svolgimento dei servizi telegrafici e telefonici;

considerato che senza attendere la promulgazione delle norme regolamentari che per l'art. 2 del ricordato decreto dovrebbero essere altresì coordinate con le norme in atto vigenti in materia, dagli uffici dipendenti dal Ministero delle Poste e Telegrafi vengono imposti alle Ditte costruttrici ed utenti di linee elettriche norme e prescrizioni non uniformi e si pretendono procedure che costituiscono un dannoso intralcio al regolare svolgimento dei lavori;

lamentando che in questione di tanta importanza non solo non sia stata neppure sentita l'A. E. I., ma neanche gli altri Dicasteri interessati;

fa voti

1) che il Regolamento cui fa cenno il Decreto tenga conto anche delle giuste esigenze tecniche ed economiche delle linee industriali quali possono essere convenientemente prospettate dall'A. E. I.

2) che in attesa della compilazione e promulgazione di tale Regolamento sia sospesa ogni innovazione e non venga ulteriormente intralciata l'opera dei costruttori di linee elettriche con prescrizioni non suffragate da disposizioni di legge;

3) che venga affrettata dal Governo la definizione del nuovo testo di legge sulla servitù di elettrodotto, già allo studio da molti anni nel quale fra l'altro siano nettamente ed univocamente stabilite le competenze Ministeriali in materia.

*

Il Consiglio Generale dell'A. E. I. nella sua riunione del 20 aprile 1923, fa voti perchè la pubblicazione dei pregevolissimi Annali del Consiglio Superiore delle Acque ora soppresso non venga a cessare, ma continui a cura del nuovo Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

* *

COMITATO IDROTECNICO.

Norme per le tubazioni.

Il Sottocomitato «E» del Comitato Idrotecnico Italiano ebbe dalla Presidenza Generale dell'A. E. I. l'incarico di concretare una proposta di «Norme per le condotte forzate» in vista delle applicazioni nei moderni impianti idroelettrici.

Il Sottocomitato, sin dal primo scambio d'idee fra i suoi componenti, constatò che la questione era già da tempo allo studio per opera della «Associazione Italiana per i materiali da costruzione» ed ebbe notizia che una Commissione nominata nel seno della medesima Associazione, composta dei Signori: Prof. Ing. M. Panetti, Presidente; Ing. E. Bernardini; Ing. C. Francesetti; Ing. G. Molteni; Prof. Ing. E. Silvestri e Ing. L. Soccorsi, era in procinto di presentare al riguardo una proposta di Norme accuratamente elaborata.

Il Sottocomitato, considerando che nella complessa materia della unificazione industriale si deve procedere per gradi e con la massima prudenza, cercando di armonizzare nel miglior modo possibile tutti gli interessi in gioco, ritenne che non fosse utile nè opportuno di svolgere un'azione completamente indipendente da quella della Associazione per i materiali da costruzione; e propose alla Presidenza generale dell'A. E. I. che le proposte della suddetta Commissione venissero rese note ai Colleghi per mezzo del giornale *L'Elettrotecnica* e sottoposte alla libera discussione di tutti gli interessati, e possibilmente alla prova dei fatti, per averne lume nello studio delle aggiunte e migliorie da introdurre in seguito.

La Presidenza della Associazione per lo studio dei materiali da costruzione, avuta comunicazione di tale punto di vista, vi si è dichiarata favorevole ed ha autorizzato la pubblicazione delle cennate Norme nel periodico dell'A. E. I.

È vivo desiderio della nostra Presidenza generale e del Sottocomitato «E» del Comitato Idrotecnico, che tutti i lettori de *L'Elettrotecnica*, i quali per studi o per esperienza personale, abbiano qualche cosa da dire nella materia, si compiacciano di far conoscere con sollecitudine le loro osservazioni, possibilmente non più tardi di un mese dalla presente pubblicazione.

E soprattutto si fa viva preghiera ai Colleghi, che abbiano occasione di presiedere alla costruzione o al collaudo di condotte forzate; di volere sperimentare le «Norme» qui pubblicate e di comunicare l'esito dell'esperimento totale o parziale di esse e gli eventuali inconvenienti incontrati nell'applicarle.

IL SOTTOCOMITATO «E»
del «COMITATO IDROTECNICO ITALIANO»
Ing. Prof. A. Anastasi, Presidente

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

Ciclo di conversazioni sulla continuità e regolarità di esercizio degli impianti elettrici.

Verbale della 3ª Seduta - 8 marzo 1923.

Semenza: Rilevando il largo concorso di soci è lieto di constatare come queste riunioni suscitino l'interesse dei colleghi e invita a continuare la discussione.

Broggi: Riferendosi a quanto l'ing. Giorgi ha detto sui fenomeni del neutro a terra, osserva che questo sistema dà inconvenienti molto notevoli. Non è tuttavia possibile sentenziare senz'altro pro o contro il neutro a terra, perchè il sistema non va considerato astrattamente a sè, bensì in relazione all'impianto al quale è applicato. Non è da escludersi per linee ad altissimo potenziale, perchè in queste, le notevoli correnti di capacità danno origine a squilibri di tensione. Sugli impianti a media e bassa tensione la necessità del neutro a terra è molto meno sentita. Una delle ragioni che viene portata dai fautori del neutro a terra, è questa: che ad una terra sulla linea corrisponde un corto circuito sulla fase interessata e quindi l'apertura degli interruttori. Orbene, sulle altissime tensioni questo può essere un reale vantaggio; ma su tensioni medie (50 ÷ 60.000 V.) la terra di una fase, (se il neutro è a terra bene), dà origine a delle correnti di corto circuito intensissime e pericolose. Negli impianti della Soc. Conti si sono avute a Gravellona delle «terre» con intensità di corrente dell'ordine di 1000 ampère. Non sempre poi le terre sono buone. Sulla rete citata ad esempio si hanno buone terre a Novara; cattive in Val d'Ossola ove i terreni sono compresi tra formazioni gneissiche quarzose poco o punto conduttive.

Mentre non si trovano resistenze apprezzabili tra due centrali vicine, si trovano resistenze di terra di alcune centinaia di ohm fra le centrali e Novara. In questo caso il neutro a terra non è capace di dare un corto circuito franco alle centrali, ed allora si hanno degli inconvenienti seriissimi. È accaduto di funzionare con dispersioni a terra di circa 20 ampère senza inconvenienti sensibili alle centrali, però con danni gravi e con pericolo in prossimità del palo ove la linea era difettosa di isolamento. In conclusione dunque sugli impianti a basse e medie tensioni, nei quali le correnti di corto circuito possono essere

enormi, specie se le reti sono estese e se su queste funzionano diverse centrali in parallelo, il neutro a terra rappresenta una fonte di inconvenienti.

Quanto al risparmio di isolamento in linea ottenibile col neutro a terra, bisogna andar cauti. Il neutro è a terra sul centro dei trasformatori, ed avviene spesso di lanciare tensione da una centrale collegata in parallelo e priva di neutro a terra, mentre le altre centrali hanno staccati i loro trasformatori. In queste condizioni la linea è cimentata come se il neutro non fosse a terra. L'isolamento della linea va dunque previsto per la tensione concatenata. Concludendo, per gli impianti a bassa tensione, ove ci si può cautelare con buoni margini di sicurezza, il neutro a terra è pressochè inutile come protettivo alla linea, e dannoso nei casi di corti circuiti. Per le medie tensioni è pure dannoso se sono in gioco grandi potenze. Il neutro dà poi origine ad altri guai in esercizio. Quando le terre non sono perfette e si eseguono riparazioni su di una linea, mentre altre linee sono in servizio sullo stesso percorso, avvenendo una terra su queste, si possono avere sulla linea in manutenzione, dei potenziali molto forti, dovuti al ritorno di tensione dei centri a terra, con grave pericolo per gli operai. È consigliabile anzi, a questo proposito, di non mettere mai a terra alle centrali di estremità le linee sulle quali lavorano operai, ma di fare delle semplici terre nelle località ove si lavora.

Quando su due linee parallele, con neutro a terra, vi sono due servizi distinti, ed uno di essi subisce un'interruzione per corto circuito o per rotture di fili, anche l'altro servizio resta perturbato tanto che spesso scattano gli automatici. Ciò avviene perchè la corrente a terra ritorna attraverso il terreno ed attraverso l'altra linea che è a terra alle due estremità.

I conduttori di terra del neutro sono sempre pericolosi per il personale, perchè sono sempre percorsi da corrente (terza armonica e corrente risultante dalle tre correnti di linea).

Un ultimo inconveniente del neutro a terra è quello dei disturbi ai circuiti telegrafici telefonici paralleli alle linee di energia. Però deve aggiungersi che in generale, anche togliendo i neutri, i disturbi non scompaiono completamente, perchè molte armoniche superiori ritornano a terra attraverso la capacità della linea verso il suolo.

In massima quindi non è fautore del centro a terra. Però nei casi in cui esso esiste, preferisce che la messa a terra sia diretta e franca, senza intermediario di resistenze od altro, anche perchè non è facile determinare il tipo ed il valore della resistenza da adottare. Se infatti vi sono più centrali sulla stessa linea, per impedire che la corrente superi un certo valore, bisognerebbe cambiare le resistenze di ogni singola centrale tutte le volte che una di esse entra od esce di servizio. Questa è materialmente una cosa impossibile. Peggio ancora è la soluzione di mettere delle induttanze, perchè queste debbono essere in relazione con quelle della linea. Ma l'induttanza della linea varia continuamente per le manovre che avvengono lungo di essa per inserzione o distacco di reti e di utenze, ed è quindi impossibile determinare un valore fisso di reattanza da inserire sul neutro. Vi è poi il pericolo che, in caso di rottura di un filo, per la fase interessata, risulti l'induttanza in serie con la capacità del tronco di linea rimasto con possibilità di risonanza e quindi di sovratensioni pericolose. Trova quindi che il valore zero di resistenza fra neutro e terra sia il migliore possibile, perchè indipendente dalle variazioni accennate nelle caratteristiche della linea.

Semenza: Conviene che questi rilievi sono interessantissimi anche perchè mostrano come più si studia un argomento più diventa difficile arrivare a conclusioni nette che permettano di dare regole generali.

Ricapitolando: secondo l'ing. Broggi il neutro a terra sarebbe utile per l'alta tensione, inutile per la media, dannoso per la bassa. Nel caso in cui si voglia mettere il neutro a terra conviene connetterlo direttamente senza interporvi resistenze nè reattanze.

Broggi: Dice di avere in esercizio una rete a 50.000 Volt col centro a terra a Novara perchè ivi vi sono degli autotrasformatori. La rete a 25.000 Volt non ha dappertutto il centro a terra. Le sovratensioni di centro che si producono, facilmente si scaricano anche sui circuiti a bassa tensione di luce e di eccitazione delle centrali, poichè la corrente a terra cerca tutte le vie possibili per disperdersi quando la terra del centro non è buona per le ragioni geologiche citate. Ad esempio quando avviene una messa a terra della linea del Toce a Gravellona, il ritorno della corrente avviene anche attraverso i circuiti telefonici che ne restano gravemente danneggiati. Si tratta di telefoni sistema Perego con un punto a terra. Quello che qui si dice dei telefoni vale naturalmente per qualunque circuito che abbia punti a terra e che quindi si presti al ritorno della corrente. Nelle centrali Conti tutti i circuiti di bassa tensione hanno, per queste ragioni, isolamenti notevolissimi.

Kerbacher: Legge la seguente relazione delle prove eseguite dalla Società Thomas sulla scarica disruptiva in cascata negli isolatori sospesi, accompagnandola con alcune proiezioni:

«Dalla sua rassomiglianza con una serie di cascate d'acqua, può essere chiamata «in cascata» quella scarica disruptiva che ha luogo lungo una catena d'isolatori sospesi, e che, invece di saltare direttamente da porcellana a porcellana evitando gli attacchi metallici, si vede guizzare da un attacco all'altro, lambendo le superfici degli isolatori interposti.

Gl'ingegneri hanno avuta sempre una forte avversione per questa forma di scarica. E da vedersi sino a qual punto ciò è giustificato. Per lo meno sembrerebbe che i tentativi per evitarla possono essere ancora continuati.

A tal riguardo sono interessanti le osservazioni fatte dal signor

Hillebrand, della Ohio Brass Co. (v. Atti dell'American Inst. of El. Eng., Vol. XXXIX, Parte II, pag. 1713).

«Per mio conto, stimo che è stato molto esagerato il pericolo «della scarica in cascata per il tipo a perno e cappa, quando gli elementi sieno sufficientemente ravvicinati. So che molti non sono della mia opinione; tuttavia mi sembra che non si possa dimostrare che «il pericolo della scarica in cascata su di una lunga catena sia proprio reale. Lo potrà essere in certe condizioni atmosferiche. Ben sappiamo che su linee situate in certe regioni del nostro paese accadono talune cose inesplicabili; ma che le rotture sieno proprio dovute all'azione delle scariche in cascata quando gli isolatori sono bagnati dalla rugiada o dalla nebbia e non dalla pioggia, ciò non è «stato ancora definitivamente dimostrato, ed io non posso che restare «della mia opinione».

Il preconcetto che esiste contro la scarica in cascata è basato sulla credenza che se l'arco scocca intorno ad un attacco metallico, vi permane sin tanto che non lo ha fuso e spaccata la porcellana.

È fuori dubbio che un potente arco non è igienico per nessun tipo d'isolatore. Il suo effetto più o meno nocivo però dipende e dall'entità della corrente e dal tempo in cui l'arco permane. Se un arco, anche molto forte, è estinto o soffiato dalla porcellana dopo pochi secondi, esso non arreccherà danno. Nè si può dire che se un arco incomincia a manifestarsi in cascata, esso debba poi durare sotto tale forma.

È possibile che parte delle opinioni che si hanno sulla scarica in cascata sia dovuta ai numerosi esempi di catene del tipo a cappa e perno distrutte, in cui le cappe vennero perforate da larghi buchi. Nella maggior parte se non nella totalità dei casi il fatto fu dovuto all'essere gli isolatori screpolati o porosi, di maniera che la scarica trovava un cammino diretto dalla cappa al perno.

Bisogna anche tener presente le discussioni fatte in Europa a tal riguardo e rammentare l'influenza che ha la distanza tra elementi, distanza che in America è minore che in Europa. La pratica europea è specialmente quella delle fabbriche tedesche, le quali, per gli isolatori a cappa e perno, ammettono tra due elementi successivi una distanza di 170 mm. mentre arrivano sino a 205 mm. per un tipo genere Hewlett. Tali disposizioni non possono rappresentare una soluzione pel caso che ci occupa.

La sola maniera di evitare le scariche in cascata è quella di far avvenire la scarica disruptiva non lungo la catena, ma al di fuori di essa e ad un voltaggio inferiore.

I metodi impiegati sono due: ravvicinamento degli elementi; uso di punte di scarica.

Il ravvicinamento degli elementi ha lo svantaggio di ridurre il voltaggio della scarica disruptiva sotto ogni condizione di funzionamento. È evidente che il limite massimo del voltaggio di scarica disruptiva per una determinata catena è quello per cui essa scarica si trasforma in cascata. Se si diminuisce lo spazio tra elementi per ridurre la scarica in cascata, si riduce anche il voltaggio di scarica disruptiva.

Sarebbe interessante poter discutere verso qual punto bisogna rimanere perchè una possibile riduzione di scarica in cascata sia contro bilanciata da congrua riduzione di scarica disruptiva.

Negli ultimi sei anni è stata generalmente adottata in America una distanza tra elementi di 137 mm. L'esperienza non indica che tale distanza sia troppo forte; perciò c'è da domandarsi se un valore maggiore potrebbe dare un miglior risultato. Sulle linee delle Coste del Pacifico è invece corrente la distanza di 146 mm.

L'uso degli scaricatori o corna scaricatorie presenta qualche vantaggio. In tal caso il voltaggio della scarica disruptiva tra le corna è abbastanza definito, nè subisce l'influenza della pioggia e della polvere. Quest'affermazione è esatta pel caso in cui sieno adottate due paia di corna, una per estremità di catena; mentre essa potrebbe essere solo parzialmente esatta quando fosse adottato un solo paio di corna fissato all'estremità verso linea.

Il vantaggio principale delle corna scaricatorie è che esse attirano l'arco sulle loro punte e lo tengono così lontano dalla linea e dagli isolatori; ed anche quando, per un arco formatosi, esse restano mezzo bruciate, il danno che se ne risente non è forte.

Anche per tale questione, come per quella relativa all'avvicinamento o meno degli elementi tra loro, sarebbe interessante discutere se è consigliabile ridurre la distanza tra le punta degli scaricatori sino a quel limite per cui in ogni caso essi smaltiscono la scarica.

In America, l'argomento della scarica in cascata è stato per diverso tempo quasi messo nel dimenticatoio. In Europa invece non è stato così, anzi si è andata recentemente creando un'opinione contraria all'isolatore del tipo Hewlett, perchè si attribuisce a questo tipo il difetto di andare più soggetto alle scariche in cascata che non gli altri tipi d'isolatori sospesi.

Dopo le recentissime prove fatte, si può affermare che ogni dubbio è stato tolto: si è potuto infatti praticamente provare non che il tipo Hewlett non possa andar soggetto alle scariche in cascata, ma che ugualmente, se non un po' di più, vi è anche soggetto il tipo a perno e cappa. Se perciò i più recenti tipi d'isolatori a perno e cappa oggi sono quasi esenti dall'inconveniente in parola, altrettanto si deve dire per gli isolatori Hewlett.

Le prove, cui si è accennato, furono fatte su catene di 7 elementi ciascuna, e dei seguenti tipi:

Thomas-Hewlett n. 1054 — Distanza tra elementi mm. 137.

Thomas a perno e cappa n. 1141 — Distanza tra elementi mm. 137.

Thomas a perno e cappa n. 1143 — Distanza tra elementi mm. 127.
Ohio Brass a perno e cappa n. 25622 — Distanza tra elementi mm. 121.

Le prove vennero eseguite nelle peggiori condizioni, ossia senza scaricatori.

Le prove sotto pioggia furono fatte con vapore condensato. La resistenza specifica dell'acqua non fu misurata, però il valore dei voltaggi delle scariche e la natura di queste ne danno un'idea.

Il voltaggio veniva gradualmente elevato, e l'interruttore era aperto non appena la scarica aveva luogo. Durante la scarica vennero prese con cura diverse fotografie, il cui esame mostra come ed in quale misura le scariche in cascata avvenivano.

I. — Prove a secco.

Fot. n.	Tipo isolatore	Kilovolt	Note sulla scarica in cascata
A	1054	438	molto tenue
B	1054	438	nessuna
C	1141	438	tenue
F	1143	390	nessuna
G	25622	381	forte
H	"	381	tenue

II. — Prove sotto pioggia (26 mm. in 5 m')

I	1054	337	considerevole nella parte inferiore
L	1141	327	estesa
M	1143	308	"
Q	25622	307	"

III. — Prove sotto pioggia (24 mm. in 5 m')

S	1054	326	molto tenue
U	1141	360	estesa
V	1143	317	"
Y	25622	309	"

Tutte le fotografie sono eseguite presso a poco nelle stesse condizioni e quelle esposte furono scelte nel modo più imparziale in maniera da dare una giusta impressione sui risultati.

Si vede che anche nelle prove a secco c'è una tendenza alla scarica in cascata, la quale per altro è più accentuata nel tipo a perno e cappa che in quello Hewlett.

Semenza: Osserva che Kerbacher trattando delle caratteristiche dei vari tipi di isolatori ha portato la discussione in un campo diverso da quello del tema che oggi ci occupa. Gli interesserebbe sapere se le prove esposte sulla formazione degli archi nei vari tipi di isolatori, furono eseguite in un laboratorio nel modo ordinario, oppure riproducendo le condizioni in cui si trovano gli isolatori in linea, vale a dire in vicinanza di una struttura messa a terra che simboleggi il supporto. Come è noto, la vicinanza di tale struttura cambia completamente l'andamento del fenomeno, perchè modifica i valori delle singole capacità.

Kerbacher: Risponde che nella nota non è fatto cenno di questo, ma che assumerà informazioni.

In seguito, comunica la seguente risposta della Società Thomas:

«Tutte le prove vennero eseguite col nostro metodo ordinario: ossia la catena di isolatori veniva sospesa ad un pezzo di tubo di ferro di 114 mm. di diam. e lungo 1 metro, che rappresentava la mensola del palo. All'altra estremità della catena era fissato un tubo di 13 mm. di diam. lungo m. 1,20 che rappresentava il conduttore. Il tubo che faceva da mensola era isolato per la ragione che il centro del trasformatore usato per le prove era alla terra. Il che, naturalmente, è alquanto diverso dalle ordinarie condizioni di esercizio, dove i pali sono alla terra; però dubitiamo che si abbia con ciò gran differenza nei risultati. Essendo le prove fatte all'interno, gli archi non si trovavano esposti al vento; come però gli archi possono scoccare in qualsiasi posizione della catena, ed il vento può soffiare in qualsiasi direzione, è probabile che in taluni casi il vento possa spingere l'arco verso la catena, ed in taluni altri esso possa allontanarlo».

Semenza: Invita a discutere l'argomento. Nessuno domandando la parola, passa ad un altro importante problema. Quando negli Stati Uniti d'America si applicarono per la prima volta gli isolatori sospesi, si ebbero molte noie perchè essi si rompevano con grande facilità (sino al 20% in un anno). Per evitare i guasti ed i disturbi conseguenti si rivedeva periodicamente l'isolamento della linea. Sino a quattro volte all'anno si faceva questa visita, sia esaminando la linea sotto tensione con un conduttore portato in alto vicino all'isolatore per vedere se si aveva una scarica (buzzer), sia misurando la resistenza d'isolamento dell'isolatore quando non vi era tensione (cioè si faceva la domenica usando il così detto megger o altri sistemi noti. Da noi questo sistema si usa assai poco; conviene discutere se non sarebbe utile diffonderlo maggiormente, perchè il togliere in tempo isolatori che stanno per cedere vuol dire evitare delle interruzioni.

Carcano: Osserva che per isolatori del tipo portante, sulle linee che da lui dipendono, i guasti, generalmente, si rendono riconoscibili anche colla semplice ispezione.

Broggi: Comunica che la Società Conti aveva pensato di applicare degli apparecchi del genere di quelli americani per la visita periodica delle linee, ma i capi guardiani si mostrarono molto diffidenti verso il loro impiego affermando che col tempo umido l'operazione riusciva pericolosa. Ciò è vero, tanto più che essendovi poca distanza tra i vari fili, per la verifica della linea superiore si è obbligati ad accostarsi molto a quelle più basse e quindi sarebbe facile produrre

dei corti circuiti durante le prove. Ritiene quindi assai utili le prove. ma bisogna poter eliminare questo pericolo.

Manfredi: Dice che anche per le reti della Lombardia si aspetta che il guasto diventi visibile, dato che i sistemi americani non servono per la troppo piccola distanza dei fili. L'isolatore guasto si rivela perchè annerisce. La miglior visita degli isolatori è quella che si può fare salendo sul palo quando non vi è tensione. Purtroppo ciò si può fare raramente, perchè occorre una lunga interruzione di servizio.

Semenza: Chiede se non potrebbero rendere utili servizi i misuratori di resistenza di isolamento (megger).

Manfredi: Fa notare che questo sistema è stato impiegato, ma con poco risultato, perchè spesso le incrinature sono così piccole da non variare sensibilmente l'isolamento. È più utile la visita fatta da persone pratiche anche perchè misure precise non sono facilmente eseguibili. In periodi di temporali si guastano ordinariamente molti isolatori; nelle visite fatte subito dopo, si riesce ad eliminare molti isolatori che in seguito darebbero interruzioni di servizio. Ordinariamente il punto debole è rappresentato dalla imasticatura delle diverse parti degli isolatori fra di loro, ed è in corrispondenza di essa che si producono facilmente i primi guasti che danno poi luogo a rotture.

Circa la messa a terra del neutro nota che la rete della Lombardia non ha neutri a terra; in qualche punto vi sono delle bobine per la messa a terra delle scariche statiche. Si tratta di bobine di grande impedenza e di relativamente piccola resistenza ohmica.

Dalla Verde: Osserva che la visita suggerita dall'ing. Manfredi è assai utile anche nei cambiamenti di stagione; specialmente all'inizio dell'inverno.

Giorgi: Suggerisce anche di provare acusticamente l'isolatore, battendolo con un martelletto. Con questo metodo si rivelano delle fessure che altrimenti non sarebbero visibili.

Semenza: Osserva a Manfredi che gli apparecchi americani di misura sono molto sensibili e sembra che diano dei risultati molto buoni perchè rivelano anche delle fughe assai piccole.

Manfredi: Risponde che detti sistemi si applicano a singoli elementi di isolatori a catena, i quali contrastano, in generale, a tensioni meno elevate che non gli isolatori di tipo rigido per 55-70.000 Volt di esercizio ai quali egli si riferiva. L'apparecchio di misura, che già deve avere una notevole sensibilità per la verifica degli elementi di isolatori a catena, dovrebbe averne una ancora maggiore per i suddetti isolatori a perno, onde discernere guasti che talora non ne variano apparentemente la resistenza, ma che si manifestano soltanto in seguito a fenomeni accidentali, quali forti sopraelevazioni di tensione, brusche variazioni di temperatura, sforzi meccanici anormali.

Emanuelli: Informa che gli apparecchi usati possono arrivare a misurare i 2000 megaohm, almeno per quanto è a sua conoscenza. Possiede parecchi di questi strumenti nel suo laboratorio; non ha mai però avuto occasione di adoperarli per prove di isolatori. Nel determinare la ripartizione della tensione in una catena di isolatori e usando un metodo potenziometrico ha potuto osservare che le tensioni sui diversi isolatori non sono in genere in fase, il che è dovuto probabilmente alla ineguale dissipazione di energia negli isolatori. In uno o due casi ha potuto notare che l'angolo di fase in uno degli isolatori si discostava notevolmente da quello degli altri denotando una notevole perdita di energia, almeno in confronto alla corrente di capacità dell'isolatore stesso. L'isolatore provato separatamente è bruciato con grande facilità. Va tenuto presente che il guasto che era stato così rilevato doveva essere così piccolo da far solo spostare di fase la tensione sull'isolatore senza alterarne di molto il valore efficace.

Passerini: Trova che le semplici misure di resistenza possono portare a conclusioni erronee, perchè quando l'isolatore è stato in servizio per un po' di tempo, assai spesso l'isolamento si abbassa per effetto dell'umidità e della ruggine che si deposita sull'isolatore stesso. Basandosi quindi unicamente sulle prove di resistenza si verrebbero probabilmente a scartare elementi che potrebbero invece rimanere ancora in servizio.

Perotto: Osserva che le ispezioni notturne alle linee permettono talvolta di individuare gli isolatori guasti specialmente quando si tratta di isolatori in catena. In questi casi quando uno degli elementi si perfora, ed in generale si perfora uno degli elementi estremi, la tensione aumenta sugli altri elementi i quali acquistano in tal modo una luminosità visibile di notte. Questo metodo è stato con buoni risultati usato sulle linee della Società Elettrica Sarda.

Giorgi: Prega di porre in discussione la protezione data dalle corde di terra. Questo argomento è assai importante perchè in taluni casi si è giunti a mettere parecchie corde di terra a protezione di una sola linea con notevole spesa. Sa che parecchie linee che erano soggette a molti guasti sono state provvedute di questa protezione. Vi sono però fra i tecnici anche i contrari a questo sistema, ed è quindi assai utile il discuterlo.

Semenza: È d'accordo che si discuta delle corde di terra facendo per altro notare che di questa protezione si è già parlato nell'ultima riunione annuale, ma non a fondo.

Broggi: Dice che sulla linea del Toce si è messa come prova la corda di terra. Questa è stata messa per dare un ritorno metallico al neutro allo scopo di diminuire l'induzione telefonica e telegrafica. Il filo di guardia ha una resistenza complessiva di 350 ohm; avve-
nendo dispersioni di corrente si chiude un circuito, attraverso il filo di guardia, a terra ad ogni singolo palo, col che l'induzione rispetto alle linee telefoniche è ridotta a circa la metà. In questi casi si hanno

buoni risultati anche se il filo di ritorno è di acciaio perchè le correnti da convogliare non sono intense. Anzi, l'induttanza del filo contribuisce a limitare le armoniche.

Quanto agli effetti di protezione del sistema non può dir nulla perchè è impiegato da breve tempo, e la linea è montata su isolatori con caratteristiche assai buone. Si sono avute meno dell'uno per cento di rotture, e queste quasi tutte provenienti da difetti di fabbricazione, non d'origine elettrica. Ritiene che il filo di guardia vada bene specialmente trattandosi di linee molto lunghe. Esso deve essere però ben fissato ai pali per evitare che, scorrendo, vada a toccare i conduttori.

Carcano: Dice di essere contrario alla corda di terra nelle grandi linee a isolatori sospesi. Data la forte distanza tra conduttori e filo di guardia difficilmente questo può dare una protezione apprezzabile e lo ritiene perciò superfluo; migliore può essere il risultato nelle linee con fili più ravvicinati. Ha protetto in questo modo le linee a 60.000 Volt dell'Adamello, e benchè non possa dare un giudizio preciso, ha l'impressione che il risultato sia stato buono specialmente nel passaggio dalle zone montagnose a quelle di pianura. Gli sembra di rammentare che buoni risultati si siano avuti anche nell'elinee che partono da Acqua-Santa nell'Appennino presso Ascoli Piceno. In via di massima trova utile la corda di terra nelle linee a media tensione.

Polacco: Conferma che un punto della linea Acqua-Santa-Ancona era con molta frequenza colpito dai fulmini: il filo di terra ha rimediato a questo inconveniente.

Semenza: Sa che l'Azienda Elettrica Municipale di Milano ha messo il filo di terra su una zona delle sue linee, ed ha sentito dire che il risultato è stato buono. Non ha però notizie recenti.

Barbagelata: Dice che le linee della Breda e delle Acciaierie hanno adottato la corda di terra con buoni risultati. La linea delle Acciaierie, benchè abbia forti dislivelli, non ha mai avuto molti guasti neppure con forti temporali; forse anche a causa del buon materiale impiegato.

Quanto agli incidenti che può dare la corda di terra ricorda un solo caso di rottura e conseguente corto circuito provocato dalla sua caduta sui fili. D'altro canto dei guardiani gli hanno riferito che durante un temporale a Morbegno, un fulmine ha colpito la corda di terra scaricandosi attraverso un palo senza interrompere il servizio.

Semenza: Crede che si possa senz'altro affermare l'efficacia della corda di terra contro le cariche statiche che si accumulano lentamente; ma quando invece la perturbazione avviene per effetto di una scarica fra nubi o fra nubi e terra, il fenomeno è tanto violento che difficilmente si può affermare che interessi il solo filo di terra, è molto probabile che tutti i conduttori della linea ne siano influenzati. Questo punto merita d'essere discusso a fondo.

De Benedetti: Accenna ad una linea a 60.000 Volt lunga 7 km. messa a terra ai due estremi che ebbe tre isolatori fulminati durante un temporale benchè fosse senza tensione.

Rebora: Parla della questione meccanica relativa alle corde di terra. All'inizio si sono avuti molti inconvenienti di natura meccanica dati da questa protezione, specialmente contatti diretti nelle campate. Nelle prime installazioni l'attacco del filo di acciaio ai pali era fatto in modo rigido così da dare facilmente rotture presso il punto fisso, con conseguente interruzione del servizio. Ciò si è potuto eliminare perfezionando il sistema di attacco del filo di terra. Sa di linee a 40.000 Volt in parte protette col filo di terra; non può dare un giudizio assoluto perchè i risultati di esercizio su tronchi con filo di terra e senza sono difficilmente paragonabili riferendosi a tratte con isolatori di tipo diverso e a differenti periodi di esercizio. Quanto alla protezione rispetto alle scariche atmosferiche dice che troppo poco si sa sul modo con cui queste avvengono per poter dare un giudizio. Egli sta facendo uno studio assieme all'ing. Combani sugli effetti diretti del fulmine e spera tra non molto di poter riferire sull'argomento.

Manfredi: Cita la linea della Valtellina della Società Lombarda lunga circa 160 km. (tensione di esercizio 55.000 Volt) formata da due palificazioni, ciascuna con due terne, con sostegni assai vicini e quindi con grande numero di isolatori (circa 20.000 in servizio).

Questa linea non è protetta con filo di terra e la statistica mostra che i guasti sugli isolatori sono assai piccoli, raggiungendo in media, annualmente, appena il 0,15 %. Questo è un buon risultato, se si tiene conto che gli isolatori sono in servizio da molti anni e che le loro dimensioni non sono abbondanti rispetto alla tensione di esercizio. I guasti si verificano con frequenza nelle medesime località, e precisamente in Brianza, che rappresenta il passaggio dalla zona montuosa alla pianura ed è pure battuta da frequenti temporali. Le linee in costruzione a 130.000 Volt delle nuove Centrali del Brembo, sono previste con corda di terra.

Nota che le corde di terra non hanno mai provocato danni, salvo qualche incidente dovuto a deficienze meccaniche, che si possono evitare. Si ha l'impressione che la corda di terra giovi negli impianti. Essa ha poi il vantaggio di facilitare una buona messa a terra di tutti i pali; si ha quindi una sicurezza che altrimenti in terreni rocciosi non si potrebbe avere. Non crede che (a parte la questione economica) la fune di terra sia da abbandonarsi.

Modigliani: Fa osservare che la fune di terra costa molto specialmente perchè esige una maggior robustezza nei pali. Se la protezione che essa dà è incerta o limitata, il suo impiego può risultare poco economico.

Giorgi: Dice che nella nuova linea dell'Ovesca si è progettato di mettere la fune di terra in corrispondenza della seconda mensola.

nel baricentro del sistema elettrico. Ciò dà una piccola riduzione del momento flettente con conseguente risparmio di ferro nel palo.

Semenza: Ritiene che le ferrovie mettano la fune di terra a metà palo, perchè essa ha più che altro lo scopo di moltiplicare la messa a terra dei pali stessi e impedire pericoli per il personale.

Barbagelata: Fa notare che gli americani hanno dimostrato, sia col calcolo che colla pratica, che la posizione della corda di terra rispetto ai fili non ha grande importanza. Basta che essa sia vicina il più possibile. Si può metterla quindi anche sotto i fili di linea; si rinuncia in tal modo solo alla azione protettiva, assai dubbia, contro le scariche dirette.

Carcano: Prega Semenza di ricordare le esperienze fatte sulla linea della Edison e la statistica delle fulminazioni sui diversi fili delle linee. Si ricorda che il filo superiore era in generale più colpito dell'inferiore; e quindi gli sembra che la fune di terra convenga sia posta sopra gli altri fili.

Semenza: Ricorda che le prove erano fatte a mezzo di scaricatori Wurtz ponendo dei foglietti di carta da sigarette tra i rulli, ed esaminandoli periodicamente. Le linee superiori presentavano maggior numero di scariche. In seguito però queste esperienze non furono continuate.

Dalla Verde: Nella linea della Breda il 70 % delle fulminazioni si ebbero sulla terna alta; il filo più colpito non fu però il primo in alto, ma il secondo, che è più sporgente del primo.

Semenza: Esprime l'ipotesi che queste diverse sensibilità possano dipendere dalle diverse capacità dei vari conduttori rispetto a terra.

Emanuelli: Osserva che questa differenza deve essere molto piccola.

Dalla Verde: Ha calcolato le capacità dei diversi conduttori verso terra e praticamente non c'è differenza.

Semenza: E d'opinione che possa esser utile un po' di discussione sui vari tipi di scaricatori. Presentemente si conduce in America una viva campagna contro gli apparecchi che danno scariche attraverso all'aria; chiede se l'esperienza dei presenti confermi il pericolo presentato da questi apparecchi.

Spinelli: Dice che la linea della Valtellina delle Ferrovie dello Stato era protetta da molti scaricatori a corna. Ciò nonostante i guasti erano numerosi così che si pensò di sostituire gli scaricatori tipo Wirtz; ma essi pure diedero molti inconvenienti, ed il servizio divenne più regolare quando anche questi furono tolti.

Manfredi: Dice che le protezioni sono specialmente causa di guasti quando non vengano disposte opportunamente. Gli scaricatori a spazio d'aria e le corna in ispecie, riescono dannose perchè in generale sono inserite senza resistenze appropriate alla tensione ed alla corrente che può percorrerle, sono montate con distanze insufficienti dai soffitti e dalle pareti dei locali, fanno capo a terre cattive. Si usano spesso vaschette di grès contenenti acqua di resistenza ignota, di capacità termica insufficiente; alle prime scariche va fuori l'acqua o si rompono le vaschette. Le protezioni Siemens originali hanno invece resistenze in olio inserite fra i fili di fase e le corna, di larga capacità termica, atte a sopportare, anche per diversi secondi, forti correnti; esse danno in genere buoni risultati.

La centrale del Mallero della Società Lombarda è protetta esclusivamente con scaricatori a corna Siemens, disposti a triangolo e stella sulle linee uscenti e anche in derivazione su reattanze poste in serie su dette linee uscenti. Le resistenze in serie sono metalliche, in olio, largamente dimensionate.

In dieci anni di esercizio questa centrale non ha mai avute interruzioni dovute a fenomeni di sovratensioni, nè guasti al macchinario. Viceversa, in altra centrale vicina, ed in altre cabine di trasformazione, gli scaricatori a corna davano tante noie che si sono dovuti sopprimere, con grande vantaggio del servizio e senza che i guasti al macchinario ed alle linee si siano accentuati.

Altre centrali e cabine, la cui protezione è essenzialmente affidata alle bobine Campos, funzionano in modo affatto regolare e soddisfacente.

Rebora: Dice che in principio gli scaricatori erano spesso disposti fuori delle centrali, lungo le linee; poi si abbandonò la disposizione perchè causa di noie. Ad esempio i sottopassaggi ferroviari si munivano di corna Siemens; ma ciò era causa costante di guasti. Ora si passa invece da linee aeree a cavi senza scaricatori e con buoni risultati. Le corna all'aria aperta bisognava tenerle assai distanti, ed allora non funzionavano. Se si tenevano vicine facilmente dei corpi estranei mettevano a terra la linea. E per queste ragioni che sono state eliminate. Crede che anche nelle Centrali e nelle cabine di trasformazione il 90 % degli scaricatori sia inutile se pure non è dannoso. Purtroppo è difficile osservare direttamente il formarsi dei fenomeni che interessano le protezioni; interrogando il personale si hanno risposte di difficile interpretazione. Taluno dice che lo scaricatore funziona bene perchè scarica continuamente; altre volte che non dà noie, ma ciò dipende dall'essere in condizioni da non poter funzionare. Ad esempio in un impianto in cui si affermava che gli scaricatori andavano bene, si è trovato che mancava l'acqua nelle resistenze in modo che il parafulmine risultava isolato. Spesso gli scaricatori danno disturbi notevoli, in altri casi non fanno nè bene nè male, ma non si può dire che siano utili. Si sono avuti buoni risultati anche con scaricatori a corna ponendo adatte resistenze prima delle corna stesse, e non tra le corna e la terra; ma in molti impianti le resistenze non sono adatte e si rompono alla prima scarica.

In principio gli scaricatori erano ritenuti indispensabili. Se il primo scaricatore dava noie, come spesso si verificava, se ne aggiungeva un secondo; si giunse così ad un vero feticismo. Oggi invece si fa l'opposto, e anch'egli crede che in generale convenga eliminare tutti gli scaricatori e ricorrere ad apparecchi più razionali come ad esempio le bobine Campos. Queste risultano utili in molti casi e non sa che siano state fonte di danni. La necessità degli scaricatori è sentita soprattutto per evitare noie in caso di infortuni che altrimenti sarebbero attribuiti alla loro assenza, mentre conosce diversi casi, come ad Olginate, in cui gli infortuni furono causati precisamente dagli scaricatori.

La mancanza di scaricatori non si può considerare come una deficienza dell'impianto agli effetti di protezione. Convien piuttosto rinforzare le macchine. Sa di un impianto con tre macchine, una nuova e due vecchie, nel quale gli inconvenienti accadono sempre nelle macchine vecchie, e mai su quella nuova, benchè sia dell'identico tipo. Molte centrali funzionano regolarmente senza scaricatori, in altre gli scaricatori non sono in grado di funzionare ed il servizio non ne risente danno.

Emanuelli: Dice che in molti impianti la resistenza sugli scaricatori è talmente elevata che lo scaricatore non può dissipare che una piccolissima quantità di energia. In tal caso viene a funzionare come un segnalatore di sovratensione più che come uno scaricatore.

Semenza: Per mostrare quanto un tempo si ritenessero indispensabili gli scaricatori, ricorda che vedendo che alla Centrale Bertini di Paderno questi non funzionavano mai, si pensò che si fosse in presenza di una terra diversa da quella di tutta la pianura su cui correva la linea e si spostarono le terre dalla vallata sull'altipiano.

Carcano: Riferisce di una Centrale di 60.000 kVA che ha funzionato per un anno perfettamente senza scaricatori. Molte volte gli scaricatori proteggono semplicemente la coscienza dei dirigenti e non le macchine; altre volte si mettono per non avere noie coi fornitori del macchinario durante i periodi di garanzia.

Barbagelata: Ricorda, a conferma, che in un impianto a 70.000 V. pel quale aveva previsto come sola protezione le bobine Campos ed i getti liquidi, il costruttore insistette ripetutamente per l'aggiunta di scaricatori a corno od a cilindri. Tali scaricatori non furono però messi anche sentito il parere dell'ing. Campos il quale ebbe a dichiarare che tali scaricatori avrebbero rappresentato «un nemico di più» al quale avrebbero dovuto far fronte le sue bobine.

Rebora: Fa notare che ogni costruttore ha un proprio tipo di protezione ed ognuno ha fede nel proprio tipo. Gli scaricatori elettrolitici non diedero da noi buoni risultati, ad onta della molta réclame fatta sul loro conto. Cita il caso di un costruttore che, interrogato, consigliò di mettere o il proprio scaricatore, oppure nulla, escludendo così tutti i tipi della concorrenza e conclude che in questa questione entra molto lo spirito commerciale.

Broggi: Dice che l'esercizio degli impianti della Conti è migliorato dopo tolti gli scaricatori. Con piccole potenze lo scaricatore poteva funzionare; ma aumentate le reti e le potenze in gioco, gli scaricatori a spazio esplosivo cominciarono a dare seri inconvenienti. Essi, ad ogni intervento, finivano col fondere. Sono state messe con buoni risultati le protezioni Campos a Zogno e Goglio. Ora sulla rete Conti non vi sono più protezioni a spazio esplosivo. Naturalmente le centrali più anziane e meno isolate finiscono col fare da valvole di tensione all'impianto. La centrale di Rivasco le cui macchine sono le più vecchie, è in queste condizioni ed infatti è quella che subisce le più frequenti fulminazioni di macchine. In generale crede che non convenga mettere scaricatori, ma migliorare al massimo l'isolamento del macchinario.

Semenza: Crede di riassumere l'opinione più diffusa dicendo che la tendenza moderna è contraria agli scaricatori, e specialmente a quelli a spazio d'aria, mentre le bobine Campos possono risultare utili e non sono in ogni modo mai dannose. Il miglior rimedio contro i disturbi atmosferici è quello di rinforzare tutti i punti deboli degli impianti, abbondando negli isolatori e nelle distanze tra i conduttori. Negli impianti ad altissima tensione non si hanno scaricatori, e ad onta di questo i fenomeni atmosferici non danno disturbi perchè appunto assai elevato è il loro isolamento. Un punto debole dei nostri impianti è dato dai trasformatori. In America i trasformatori si fanno assai robusti e di isolamento elevato, in modo che in essi non avvengono quasi mai guasti. Con ciò risultano naturalmente più costosi, ma la maggior spesa si riguadagna nella regolarità di esercizio. La grande robustezza dei trasformatori permette l'impiego largo delle sottostazioni all'aperto, non essendovi da temere di dover fare riparazioni col tempo cattivo.

Broggi: Dice che negli ultimi anni anche i trasformatori americani sono peggiorati. Durante la guerra anche in America si fecero trasformatori molto leggeri. La Conti ha in servizio trasformatori da moltissimi anni per 50.000 Volt e per fortissime potenze senza mai aver avuto guasti perchè furono voluti rispondenti a speciali condizioni di resistenza, e perchè, effettivamente, furono costruiti a perfezione.

Rebora: Dice che i vecchi trasformatori americani erano assai buoni sia riguardo ai materiali che all'esecuzione. In queste macchine infatti oltre al disegno conta assai l'esecuzione.

Broggi: Riferisce di trasformatori americani smontati a Rivasco dopo dodici anni di esercizio, e trovati ancora in ottimo stato. Essi però erano così largamente dimensionati nell'isolamento che l'olio aveva solo funzione di raffreddamento e non interveniva come isolante. A ciò si dovrebbe tendere per avere macchine sicure.

Semenza: Conferma che quanto ha detto si riferiva ad una visita in America da lui fatta or sono due anni; ed allora si rese conto che in quegli impianti raramente il trasformatore era causa di guasti. Tali trasformatori si potevano porre sotto tensione senza l'olio, e questo non serviva ad altro che a raffreddarlo.

Invita per la prossima seduta a discutere la questione dei relais e degli automatici sulle reti ossia di quegli organi che sono intesi ad eliminare i punti guasti degli impianti, senza interrompere il servizio sulle altre parti.

✱

Le conversazioni sulla «Continuità e regolarità di esercizio negli impianti elettrici» continuano con largo concorso di soci e con animate ed interessanti discussioni.

Sospese per le ferie Pasquali, vennero riprese la sera del 18 aprile nella quale l'ing. Vannotti tenne l'annunciata comunicazione sugli interruttori.

Prendendo lo spunto da un'impressione apparsa dalle comunicazioni di diversi colleghi nelle precedenti discussioni, che, cioè, gli interruttori costituiscono un punto debole degli impianti, l'ing. Vannotti afferma che quando l'interruttore sia razionalmente proporzionato e ben costruito può essere impiegato con piena fiducia e sicurezza. Illustra gli studi e le esperienze che a questo riguardo furono eseguiti dalla Casa Brown-Boveri di Baden e fa passare numerose proiezioni di apparecchi e di oscillogrammi. La comunicazione ha tenuto vivo l'interesse dell'uditorio per tutta la serata, ed al termine, data l'ora tarda, il Presidente rimanda la discussione alla prossima seduta.

La sera del 25 Aprile, essendo assente l'ing. Semenza, il Vice presidente Ing. Norsa apre la settima riunione dando la parola all'ing. Campos per la sua comunicazione sull'«Impiego industriale delle reattanze».

L'oratore espone una prima parte, di carattere generale, invitando quindi i colleghi a raccogliere dalla loro esperienza quei dati e quelle notizie che permettano di svolgere proficuamente la discussione su questo argomento. Nella breve conversazione seguita alla esposizione dell'ing. Campos presero la parola fra gli altri gli ingegneri Norsa, Campos, Manfredi, Dalla Verde, Del Puglia, Emanuelli.

* *

SEZIONE DI BOLOGNA

Verbale della Seduta dell'8 aprile 1923.

La seduta è aperta alle ore 10. Presiede l'ing. Righi, Presidente, il quale pronuncia brevi parole a presentazione del primo Relatore, Ing. P. F. Cricca. Questi legge la sua Relazione sul tema: «Trasformazione da energia termica in elettrica negli stabilimenti idrovori». Prende quindi la parola l'ing. M. Giandotti, secondo Relatore della giornata, sul tema: «Parallelo idrologico fra bacini produttori e bacini utilizzanti energia idroelettrica». Entrambe le Relazioni sono molto applaudite; esse verranno pubblicate a parte negli Atti.

L'ing. Righi ringrazia gli egregi Consoci della Sezione di Bologna per l'efficace e prezioso contributo che hanno portato alla trattazione del tema della elettrificazione delle bonifiche, che è un caso particolare importantissimo della distribuzione dell'energia elettrica nelle campagne.

Ing. Righi. — Apro la discussione su entrambe le comunicazioni, col chiedere all'ing. Giandotti se non gli sembri che si possa giungere a risultati economicamente inaccettabili ampliando gli impianti idroelettrici allo scopo di fornire energia a una determinata bonifica. Effettivamente si dovrebbe costruire più ampie tutte le parti dell'impianto, dai canali alle linee, dalla centrale alle cabine, poichè per le bonifiche occorrono molti kW e pochi kWh. Le maggiori dimensioni degli impianti di produzione e di trasporto dell'energia, pur tenuto conto che il costo per unità di potenza che verrebbe prodotta in più riuscirebbe minore di quello relativo all'impianto più ridotto, non sarebbero utilizzate in media che per le sei o settecento ore di funzionamento delle pompe di bonifica; e forse anche meno se non si verifica la coincidenza delle precipitazioni o se l'impianto idroelettrico non è provvisto di sufficiente serbatoio.

Ing. Giandotti. — Se non si avesse questa convinzione che cioè in caso di bisogno in bonifica, corrisponde una maggior portata nel bacino produttore di energia, ci troveremmo in condizioni ancora peggiori. Le Società idroelettriche fanno condizioni molto sfavorevoli perchè non hanno approfondito lo studio idrologico. Se avessero la convinzione dei verificarsi del parallelo idrologico, potrebbero fare dei patti migliori. Quando per esempio si costruisce un impianto per 1000 litri di portata, lo si può costruire per 1200 senza incontrare spesa proporzionale. Per tutto l'Appennino Emiliano è da presumere quasi con certezza che c'è la corrispondenza, per la piovosità, con la pianura. Questa corrispondenza è data non solo dalle effemeridi, ma si inquadra nel fenomeno generale che le precipitazioni di una certa altezza dipendono da tipi isobarici speciali. Per cui io ritengo che ci sia la corrispondenza generale tra la precipitazione di pianura e quella dell'Appennino. Se di questo possono convincersi le Società elettriche io ritengo che le convenzioni sarebbero migliori.

Ing. Righi. — Se ci si riferisce a impianti idroelettrici a portata fluente o provvisti di piccoli serbatoi, probabilmente che il servizio di

bonifica rappresenta un aggravio di esercizio per la possibilità che non vi sia coincidenza e proporzionalità, anche approssimativa, fra gli afflussi nel bacino produttore e gli afflussi nel comprensorio della bonifica. L'Ing. Giandotti in realtà ha implicitamente ammesso che si abbia un serbatoio e che questo sia di una notevole capacità, perchè nel suo interessante studio ha considerato periodi di dieci giorni e preso come termine di confronto l'ineguaglianza di precipitazioni a monte e in piano, e cioè le verificarsi di precipitazioni di maggior intensità nel primo caso che nel secondo. Ma mi sembra che sia da tenersi in gran conto anche il fatto che il tempo di corrivazione nel bacino imbrifero dell'impianto di produzione è in generale assai diverso del tempo di corrivazione nella bonifica. Può quindi verificarsi che, anche avendo contemporaneità di precipitazioni, non si abbia poi contemporaneità di disponibilità e di richiesta di energia. È dunque sempre indispensabile un bacino di regolazione, bacino che dovrà essere creato o ampliato espressamente per il servizio di bonifica.

Ing. Giandotti. — Un bacino di regolazione è da ritenersi necessario per far fronte alle eventuali richieste del gennaio, in quanto può nella generalità essere poco conveniente costruire un impianto idroelettrico a quote sui 200-300 metri. Per il fabbisogno di marzo e dicembre ci si trova in condizioni migliori, perchè il limite delle nevi si alza a 1000 metri.

Ing. Righi. — Le precipitazioni in bonifica seguono una legge del tutto arbitraria e lo stesso avviene per gli impianti apenninici, evidentemente. Ma è pure evidente che per la bonifica della Piana di Catania, per esempio, non si andrà a cercare l'energia dell'Adamello, ovvero per la bonifica Renana l'energia della Sila; si cercherà invece di alimentare un gruppo di bonifiche con uno o più impianti idroelettrici del vicino Appennino; e si potrà sfruttare la relazione esistente fra le effemeridi del piano e del monte. Questo ci è stato chiaramente illustrato dal collega Giandotti. Quanto più le effemeridi saranno affini, tanto minore sarà la capacità che occorre assegnare ai serbatoi di regolazione degli impianti idroelettrici e alle casse d'espansione delle bonifiche. Sarà anche possibile, caso per caso, determinare un certo valore limite del rapporto fra le precipitazioni di monte e di piano, valor limite che corrisponderà al caso in cui il serbatoio dell'Appennino e la cassa d'espansione della bonifica non entrano in funzione; e che avverrà nel senso di vuotarsi l'uno e di riempirsi l'altro o viceversa, quando il rapporto anzidetto troppo si discosti da quel valore limite predeterminato. Quanto all'estensione del bacino imbrifero che deve essere utilizzato dall'impianto idroelettrico in servizio di bonifica, si può dire che un km² di esso può servire molti km² di comprensorio di bonifica; perchè in montagna piove di più che in pianura e perchè nell'impianto idroelettrico viene utilizzato un salto generalmente maggiore della prevalenza che è necessario vincere in bonifica.

Ing. Giandotti. — È vero; l'impianto idroelettrico presenta sempre nei casi specifici dell'Appennino, dei salti molto superiori alle prevalenze di bonifica.

Ing. Barattini. — Ho sentito con molto piacere dalla parola autorevole dell'Ing. Giandotti confermare quelle che erano già le convinzioni mie sull'argomento; per il quale ho, dirò così, da dilettante, impiegato tanto tempo a studiare l'utilizzazione dell'energia idroelettrica dei torrenti nelle vicinanze di Bologna. Dopo il Panaro c'è il Reno, il Savena, l'Idice e il Santerno, le cui vallate montane sboccano nelle basse pianure che comprendono le nostre maggiori bonifiche. Da questo mi ero posta la questione che è stata svolta ora così chiaramente dall'Ing. Giandotti. Alle obiezioni che si possono fare, si può rispondere in doppio modo: i nostri torrenti si prestano tutti, più o meno bene, ad essere regolati con serbatoi, sulla cui capacità maggiore o minore deve influire questo lato del problema. Io parto da questo concetto: che i nostri impianti apenninici non debbano mai funzionare disgiunti dagli impianti alpini. Ora quando in un sistema alimentato dagli impianti alpini si inserisce una serie di impianti apenninici a serbatoio, io credo che le difficoltà che si possono presentare per le temporanee discordanze fra le piene creatrici di energia a monte, e quelle assorbitive di energia a valle, possano essere colmate senza difficoltà. E ad ogni modo un argomento che vale la pena di essere studiato in modo specifico sulle varie zone; e secondo me la soluzione appare possibile ed anche conveniente. E per questo che non mi stancherò mai di sostenere che, per quanto i nostri impianti apenninici presentino lati di deficienze, pure non debbano essere trascurati.

Prof. Puppini. — L'Ing. Giandotti consenta che io mi rallegri della sua bella relazione, interessante come interessanti sono tutti gli studi idrologici dell'Ing. Giandotti. Ma mi consenta pure di fare una osservazione di carattere pregiudiziale e generale. Se io ho bene capito, si dovrebbe, secondo l'Ing. Giandotti, considerare, agli effetti della fornitura della energia elettrica occorrente per le idrovore, ogni bonifica separatamente; si dovrebbe per ogni bonifica provvedere con un determinato impianto idroelettrico, direi quasi si dovrebbe stabilire una specie di corrispondenza biunivoca fra bonifiche e impianti idroelettrici. In linea astratta si può anche supporre che questo modo di provvedere non presenti il fianco ad alcuna obiezione. Ma in realtà si deve pensare che, come ci ha detto poco fa l'Ing. Cricca, la quantità totale di energia richiesta dalle bonifiche tutte dall'Isonzo al Reno è di 20 milioni di kWh all'anno. Questa è una relativamente piccola quantità di energia, quando si pensi che un impianto modesto come il nostro Brasimone produce 10 milioni di kWh all'anno.

Quando nel corso di pochi anni, come deve pur avvenire se dav-

vero si cura il progresso del nostro Paese, Società private e Enti pubblici avranno accresciuto con nuovi impianti, specie nelle Alpi, la dotazione di energia idroelettrica di varie centinaia di milioni di kWh all'anno, i 20 milioni di kWh all'anno che si dicono occorrenti per le bonifiche diverranno un aggravio di limitata importanza per il complesso di quella che è la produzione e la utilizzazione dell'energia idroelettrica nell'Alta Italia. Il problema pertanto della elettrificazione delle bonifiche, se merita di essere considerato nei riguardi della economia dell'esercizio delle bonifiche stesse, non è problema che preoccupi molto il mercato futuro della energia elettrica e che meriti di essere studiato col criterio minuto e prudente del caso per caso.

Ing. Giandotti. — Per l'energia elettrica la crisi è sempre nell'inverno; per quanti impianti si possano ancora eseguire convenientemente, l'energia invernale sarà sempre un minimo completamente impegnato. Le bonifiche, avendo specialmente bisogno di energia d'inverno, aggraverebbero la crisi della produzione elettrica. Molti pensano che d'inverno l'Appennino possa sopprimere a questo bisogno; io ritengo di no. Solo nell'estate le Alpi sopprimono alle deficienze dell'Appennino.

Ing. Righi. — In realtà l'Ing. Giandotti è venuto a trattare un problema su tema obbligato, che noi gli abbiamo, dirò così, imposto. In una amichevole discussione sorta tra me e l'ing. Barattini parlando in seduta di Consiglio appunto dell'argomento che è stato prescelto a tema di queste riunioni, e sostenendo io che il servizio elettrico di una bonifica peggiora in generale il funzionamento di un impianto idroelettrico apenninico, affermando egli il contrario, si pensò di chiedere all'illustre nostro Collega Ing. Giandotti di studiare la cosa e di venire a queste riunioni ad esporre il risultato del suo studio. Egli, nella sua squisita cortesia, ha accettato; ed ora io penso che forse abbiamo fatto male ad assegnargli un limite così ristretto al suo studio, perchè una maggior libertà di trattazione gli avrebbe permesso di lumeggiare il problema generale della elettrificazione delle bonifiche da par suo, così come, con l'alta competenza che noi tutti gli riconosciamo, ha oggi svolto il tema particolare assegnatogli.

Prof. Puppini. — Per dare esempio del come un solo impianto può dare energia invernale in misura più che sufficiente, cito quello che si sta per iniziare del Lago di Ledro, il quale renderà circa 90 milioni di kWh all'anno (quattro volte e mezzo quanto occorre per le bonifiche dall'Isonzo al Reno) concentrato prevalentemente nell'inverno.

Ing. Barattini. — Tutto questo sta bene, quando la questione si consideri dal punto di vista puramente economico. Ma tutti sappiamo quali sono gli inconvenienti delle lunghissime condutture, inconvenienti che non siamo ancora arrivati ad eliminare; non solo, ma che non saranno mai eliminabili, perchè derivanti anche dal fatto dell'uomo. Tutti sappiamo che cosa la soppressione del Cellina e del Cison durante la guerra ha voluto dire per l'attività industriale di tutta l'Italia settentrionale ridotta quasi a una stasi assoluta. Io ritengo che in ogni caso se degli impianti apenninici saranno meno convenienti, converrà farli come riserva, nei centri più importanti delle grandi reti di distribuzione, per non lasciare intere regioni alla mercé dei facili incidenti che possono colpire le linee di trasporto.

Prof. Puppini. — Io non ho detto che gli impianti apenninici non si possano e non si debbano fare; ma affermo che non c'è da illudersi di poter fare nell'Appennino emiliano molti impianti a serbatoio.

Ing. Tornani. — Nella discussione si è parlato più che altro di kWh. Le bonifiche invece richiedono dei kW, magari per poche ore. Questa è la causa che sembra rendere insolubile o quasi il problema della elettrificazione delle grandi bonifiche, giacchè nessuna Società elettrica può impegnarsi a tenere a disposizione una potenza di qualche migliaio di kW, colla previsione di una durata di utilizzazione di qualche centinaio di ore in un anno. Su questo punto bisognerebbe svolgere una ricerca: se e come sia possibile dare questa energia che viene richiesta, magari per cinque giorni in un anno, trovando altre contenze che possano aumentare l'orario di utilizzazione. Alcuni consorzi di bonifica stanno studiando una combinazione per ottenere la fornitura d'energia elettrica, impegnandosi a partecipare al finanziamento di un impianto idroelettrico. Ma pur se la cosa arriverà a buon termine, dovremo pagare l'energia a un prezzo assai superiore a quello ottenuto dal Consorzio Secondo Circondario di Ferrara; e ciò dipende dalla bassa durata di utenza che porta i prezzi a maggior elevazione e sposta il problema in favore dell'applicazione dell'energia termica.

Ing. Righi. — Questo giustifica ciò che all'Ing. Cricca sembra pretesa eccessiva delle Società distributrici; richiedere cioè un compenso unicamente per il fatto che la Società deve tenere impegnata una certa potenza per l'utente, anche se questi effettivamente non ne usufruisce.

Ing. Tornani. — Se, come fu detto dall'Ing. Civita, la distribuzione di energia è subordinata ad una durata di utenza di almeno 2000 ore, è mia opinione che da noi non si possa garantire una tal durata, pur con impiego nell'agricoltura, neppure con intensificazione ed estensione di applicazioni.

Ing. Mariani. — Secondo quanto è stato detto, a me pare che il problema sia da considerarsi nel senso esposto dal Prof. Puppini. Quando avremo a disposizione grandi quantità di energia, l'elettrificazione delle bonifiche potrà trovare una buona soluzione magari in correlazione alla elettrificazione dei mezzi di trasporto (ferrovie secondarie, tramvie, autocarri, natanti) che richiede anch'essa forti potenze con utilizzazione discontinua; e in ogni zona agricola o in-

dustriale si potrà studiare di ottenere la completa utilizzazione dell'energia, regolando e coordinando le richieste dei vari utenti in modo da consentire prezzi convenienti per tutte le applicazioni, e in particolare per quelle che, come le bonifiche, hanno necessità di un trattamento di favore.

Ing. Romagnoli. — Rilevando dall'interessantissima relazione dell'Ing. Giandotti che la energia richiesta dalle bonifiche è un'energia essenzialmente invernale, e collegando questo fatto con la continua osservazione che avviene di fare nella pratica professionale, di centinaia e centinaia di piccoli impianti idraulici costruiti sui nostri torrenti e quindi attivi, si può dire, soltanto nell'inverno, domando se si potrebbe intanto recare un po' di sollievo alle difficoltà del problema in discussione, ponendo questi piccoli impianti in condizione di immettere essi stessi durante l'inverno sulle grandi reti quella quantità di energia di cui in quell'epoca dispongono. Applicazioni sporadiche di questo principio si possono già riscontrare. Recentemente, per esempio, ho veduto nelle Marche collegata con questo criterio alla rete dell'Unione Esercizi Elettrici una piccola centralina privata sul torrente Tarugo. Il direttore del servizio, che allora era il nostro collega e consocio Ing. Pedrini, ha provveduto al collegamento in maniera che durante certi periodi invernali la centralina del Tarugo può immettere corrente in una parte della rete dell'Unione Esercizi Elettrici, mentre durante l'estate quest'ultima sopperisce all'energia di cui la centralina resta priva. Di piccoli impianti adatti allo scopo; specialmente molini, ce ne sono a centinaia, tutti provvisti già di buone turbine, spesso con regolatore. Io credo che sarebbe vantaggioso che l'Associazione Elettrotecnica si facesse fautrice di una maggior generalizzazione di questo principio. Se si potesse, in un prossimo avvenire, collegare molte piccole officine idrauliche ad attività invernale, mediante quei sistemi moderni delle centrali sincrone o autosincrone, così brillantemente illustrati in questa nostra stessa Sezione dal Prof. Sartori e dall'Ing. Anau, si verrebbe a disporre di una grande quantità di energia invernale, rispondente ai particolari bisogni delle bonifiche.

Ing. Righi. — Io spero di poter condurre i soci della Sezione fra qualche mese a visitare un impianto di tal genere qui vicino a Bologna. A Pioppe di Salvaro è in corso di ultimazione presso il canapificio Turri un impianto idroelettrico a portata fluente, sul Reno, con generatrice asinorona di 265 kW e eccitatrice capace di dare a qualunque carico un fattore di potenza uguale all'unità o in anticipo. Quando c'è acqua nel Reno, l'energia prodotta viene riversata sulla linea Brasimone, Bologna, mentre la stessa linea conduce all'Azienda Turri l'energia di cui abbisogna. Questo non è che un primo impianto in attuazione; io credo e spero che se ne faranno altri. Ma non mi sembra sia il caso che l'Associazione nostra debba farsi promotrice dell'iniziativa che il collega Romagnoli propugna, poichè, a parte che il concetto non è interamente nuovo, la sua attuazione non può che studiarsi caso per caso dagli interessati, essendo più che altro una questione di tornaconto.

Concordo coll'Ing. Romagnoli nel ritenere conveniente per una rete di distribuzione che abbia servizio di bonifiche, di cercare la compensazione allacciando centrali a portata fluente invernale, cioè prevalentemente apenniniche.

Nessun altro domandando la parola, la seduta è tolta alle ore 12.30.

*

Il 15 aprile si è avuta l'ultima riunione dedicata alla «energia elettrica nelle campagne». Nella seduta del mattino l'Ing. F. Carnevali ha letto una dettagliata Relazione sui risultati tecnici ed economici ottenuti dalla Anonima per Elettroagricoltura (A. P. E.), di cui è Presidente, nei primi tre anni di esercizio. La conferenza, illustrata da numerose proiezioni, è stata seguita con molto interesse dall'affollato uditorio e salutata con un caldo applauso di incoraggiamento a perseverare, malgrado le difficoltà incontrate, nel cammino tracciato.

Nella seduta pomeridiana è seguita un'ampia discussione alla quale hanno preso parte l'Ing. Civita, Righi, Moretti, Prof. Magrini, Ing. Barattini, Tornani, Mariani, Puglioli, Prof. Sartori, Ing. Levi, ecc. È stato infine all'unanimità votato il seguente Ordine del giorno:

«La Sezione di Bologna dell'Associazione Elettrotecnica Italiana:

Udite le relazioni del Colleghe Civita, Cricca, Giandotti, Carnevali, sul tema della energia elettrica nelle campagne, e discussi ampiamente i vari aspetti dell'importante problema;

Convinta che da un razionale e diffuso impiego dell'energia elettrica nella agricoltura, nelle irrigazioni, nelle bonifiche dipenda in gran parte la restaurazione dell'economia nazionale;

Fa voti:

1) che le Associazioni tecniche e agricole rivolgano tutta la loro attenzione allo studio delle zone di cui più opportuna e urgente risulti l'elettificazione;

2) che venga fatta, a mezzo degli Enti competenti, attiva opera di istruzione e di propaganda fra gli agricoltori onde questi siano edotti dei reali vantaggi che derivano dalla sostituzione dell'energia elettrica all'energia animale e meccanica in tutte le operazioni del ciclo agrario;

3) che le Imprese Elettriche, affinché possano fornire l'energia alle campagne a condizioni favorevoli, procurino di introdurre nel

sistema di distribuzione utenze compensatrici, di allacciare centrali idroelettriche apenniniche capaci di compensare, nel loro insieme, le quasi contemporanee richieste di energia delle bonifiche, nonché di allacciare, ove sia necessario, centrali termiche eventualmente esistenti presso gli utenti.

4) che il Governo nazionale provveda a dare esecuzione ai Decreti legge promulgati da tempo a favore degli impianti elettroagricoli e a favore della elettrificazione delle bonifiche, ed emani provvedimenti intesi a facilitare il finanziamento delle linee elettriche rurali, in modo analogo a quanto dispone la legge che favorisce la costruzione di strade rurali e vicinali.

* *

SEZIONE DI TORINO

Le sere del 30 marzo e del 16 aprile l'Ing. O. L'Eplattenier svolse alla presenza di numerosi Soci una interessante comunicazione sul tema: «Interruttori e Disgiuntori in olio» (costruzione, scelta, impiego).

Nella prima parte della conferenza l'oratore trattò particolarmente dei sistemi di comando e delle disposizioni adottate dalle diverse case costruttrici per i contatti principali ed i contatti ausiliari destinati allo spegnimento dell'arco, e passò quindi a considerare il problema elettrostatico dell'isolamento degli interruttori per alte tensioni e la scelta del tipo di passante più conveniente in relazione alla distribuzione del campo elettrico. Nella seconda parte accennò alle moderne vedute sul fenomeno termodinamico conseguente alle rotture dell'arco ed alla formazione della bolla gassosa nella massa di olio, e chiuse esponendo i criteri che devono guidare l'acquirente nella scelta del tipo di interruttore.

La conferenza, illustrata da una serie di numerose ed interessanti proiezioni, fu accolta con vivi applausi. L'Ing. Palestino, che presiedeva la riunione, rivolse all'oratore un caldo ringraziamento, mettendo in rilievo l'importanza dello studio teorico e sperimentale di tali apparecchi, dal cui regolare funzionamento dipende in gran parte la sicurezza di esercizio di grandi impianti.

COMMISSIONE PERMANENTE DI REVISIONE

delle Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici.

A rettifica di alcuni errori incorsi nella stampa dell'Elenco dei Soci al 1° luglio 1922, e per modifiche e sostituzioni avvenute fra i componenti la suddetta Commissione, si ricorda che ora essa, quale risulta attualmente costituita in conformità del proprio regolamento è composta di 26 membri, e cioè:

a) Membri eletti dal Consiglio Generale:

Ing. Prof. Ettore Morelli;
Ing. Guido Semenza.

b) Membri Delegati dalle Sezioni:

Ing. Prof. Giacinto Motta, Presidente	Sezione di	Milano
Ing. Mario Ascoli	» »	Bari
Ing. Prof. Giuseppe Sartori	» »	Bologna
Ing. Giovanni Silvestri	» »	»
Ing. Emirico Vismara	» »	Catania
Ing. Tommaso Jervis	» »	Firenze
Ing. Alberto Picchi	» »	»
Ing. Giuseppe Finocchi	» »	Genova
Ing. Prof. Cesare Garibaldi	» »	»
Ing. Alberto Attal	» »	Livorno
Ing. Giuseppe Mori	» »	»
Ing. Renzo Norsa, Segretario	» »	Milano
Ing. Ernesto Vannotti	» »	»
Ing. Mario Bonghi	» »	Napoli
Ing. Prof. Alberto Dina	» »	Palermo
Ing. Ulisse Del Buono	» »	Roma
Ing. Prof. Sen. Guglielmo Mengarini	» »	»
Ing. Guido Peri	» »	Torino
Ing. Dott. Renato Capraro	» »	Trento
Ing. Carlo Mann	» »	Trieste
Ing. Romano Mauro	» »	»
Ing. Giuseppe Carazzolo	» »	Venezia
Ing. Renato Frisacco	» »	»

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La riunione dello scorso autunno a Milano.

Possiamo iniziare oggi la pubblicazione dei verbali della XXVII riunione sociale tenutasi lo scorso autunno a Milano e crediamo utile richiamare su di essi, in modo speciale, l'attenzione dei lettori. Come si ricorderà senza dubbio, la XXVII riunione segnò infatti un grande progresso sulle precedenti perchè per la prima volta, abbandonato ogni carattere di accademia, tutte le sedute furono interamente occupate dalle discussioni. (Un orientamento verso tale sistema già si era avuto a Trento nel 1919; ma poi la cosa non ebbe più seguito). Perciò i verbali hanno cessato di essere l'arida cronistoria della successione delle letture, per costituire materia tecnica nuova e spesso di interessantissima lettura.

I sistemi che si possono seguire per « verbalizzare » simili discussioni tecniche sono ovviamente due. Rinunciando all'esattezza storica si può affidarsi ai singoli partecipanti alla discussione, incaricandoli di riassumere, coordinandole, le osservazioni da essi svolte su ogni determinato argomento, e limitarsi poi ad ordinare il più logicamente possibile i vari riassunti. Oppure si può adottare il resoconto stenografico delle discussioni, sottoponendone semplicemente le bozze alla correzione degli autori. Il primo sistema è indubbiamente il migliore dal punto di vista dell'economia e dell'organicità della pubblicazione perchè permette di sopprimere tutte le ripetizioni e di eliminare il disordine inevitabili nella discussione orale improvvisata; ma urta contro difficoltà praticamente insormontabili (specie da noi, dove manca ancora l'abitudine a simil genere di lavoro collettivo) derivanti dalla necessità di coordinare l'opera individuale di molti soci sparsi per tutta la penisola.

Perciò la Segreteria generale dell'A.E.I., nel redigere i verbali che noi pubblichiamo, si è attenuta al secondo sistema il quale ha il vantaggio innegabile di rispecchiare nel modo più vivo e fedele lo svolgimento delle discussioni. È il sistema d'altronde seguito anche per le recenti, interessanti discussioni alle Sezioni di Bologna e di Milano. E noi siamo certi che i lettori, i quali, senza lasciarsi impressionare dalla mole dei verbali, ne inizieranno la lettura, troveranno in essa motivo di vero compiacimento e proveranno quello stesso interesse che mantenne sempre affollata, lo scorso autunno, la sala delle riunioni.

Il primo verbale, oggi pubblicato, riguarda la solenne celebrazione del XXV° dell'A.E.I. colla quale si inaugurò la riunione, ed ha quindi un carattere suo speciale. Esso si completa colla pubblicazione — pure in questo numero — del bellissimo discorso del Prof. LORI, relatore ufficiale nella cerimonia, il quale ha riassunto in lucida sintesi il meraviglioso progresso dell'elettrotecnica nell'ultimo venticinquennio.

Sulla fondazione dei pali.

All'ultima riunione si ricollega pure lo scritto dell'Ing. Norsa riportato più avanti. Esso infatti segue e completa la relazione dal Norsa presentata alla riunione, nella quale erano confrontati e riassunti norme e criteri per il calcolo meccanico delle condutture aeree. Data la grande penuria di scritti e di norme in fatto di fondazione di pali, il lucido contributo del collega Norsa riuscirà senza dubbio assai gradito ai colleghi che debbono urtarsi colle difficoltà pratiche dell'importante argomento.

Sui trasformatori di misura e sulle regolarità dell'esercizio.

La nota dell'Ing. CAMPOS, riportata più avanti rientra nel campo delle recenti conversazioni sulla continuità dell'esercizio degli impianti, alla Sezione di Milano e della quale continuiamo la pubblicazione dei verbali.

LA REDAZIONE.

□ □ □ L'ELETTROTECNICA IN ITALIA NELL'ULTIMO VENTICINQUENNIO □ □

F. LORI



Conferenza tenuta per la celebrazione del XXV dell'A. E. I.

Signori,

Nelle occasioni in cui si celebrano i ricordi comuni ai membri di una piccola collettività riesce molto simpatico il concedere la parola a tutti quelli che la domandano, perchè ciascuno può dire cose degne, esprimere interessanti pensieri. Ma allorchè il numero dei convenuti è grande, fa mestieri ricorrere ad un oratore ufficiale. Il nostro Presidente generale, l'ottimo Ulisse del Buono, mio amico fino dalla sua più ardente giovinezza, ha voluto assegnare tale ufficio a me, e lo ha fatto in una forma così affettuosa, che io non ho saputo rifiutare l'offerta, pur essendo convinto che altri avrebbe potuto adempierlo con pari amore all'Associazione, e con maggiore autorità.

Perciò la prima cosa che amo significarvi è il grandissimo timore di non saper assolvere il mio compito degnamente, e questo sentimento provo tanto più potentemente in quest'ora, in adunanza così solenne, dinanzi a voi, Eccellenza del Governo, autorità, cittadini, colleghi. Se voi, o Signori, non sarete del tutto insoddisfatti, il merito non sarà mio, perchè io ho seguito fin dove era possibile quella consuetudine, cui accennavo testè, interrogando prima i soci per mezzo di una circolare, e pregandoli di comunicarmi ciò che ritenessero potessi io dire in quest'occasione. Le risposte alla circolare furono molte, ed assai interessanti: ebbi anche numerose fotografie e diapositive, per cui debbo cominciare con un ringraziamento assai vivo e cordiale a tutti quelli, che in tal modo mi hanno facilitato assai il compito, assolvendone ciascuno una parte e dal ringraziamento discende la dichiarazione che in sostanza il discorso che vi leggo non è mio. Io non ho fatto che l'opera di coordinazione, e questa ancora nè organica nè completa; ma di ciò la colpa va data in parte anche alla brevità del tempo che ho avuto a disposizione, e dall'epoca di ferie in cui questo tempo si è svolto. All'opera di coordinazione ho naturalmente aggiunto il commiato e l'esordio. Incomparabilmente maggiore del tenue lavoro mio è quindi per me il piacere, di cui oggi godo salutandovi da questo posto, dei miei meriti assai più elevato, rivedendo insieme raccolti tanti vecchi amici, a ciascuno dei quali vorrei dire una parola benevola, mentre con molti avrei da rievocare tanti cari ricordi delle lunghe ore trascorse insieme durante le nostre simpaticissime riunioni in Italia e all'estero: scorgendo alcuni, pur troppo pochi, adorati maestri, e ripenso che la loro dipartita è con quella dei genitori il dolore che più rapidamente ci invecchia: osservando infine tante giovani reclute, verso alcune delle quali l'affezione è cominciata dai banchi della scuola, e per le quali e per i soci più anziani la nostra Associazione è cresciuta oltre ogni previsione, sia per numero di soci, che per materia che vi si tratta, ed oggi è veramente un modello di Istituto scientifico e tecnico in Italia, e rivaleggia senza invidia con i più fiorenti confratelli dell'estero.

*

Quali sono dunque i progressi dell'elettrotecnica durante il quarto di secolo della nostra vita sociale?

Cominciando la rassegna dalle officine generatrici e le relative linee di trasporto primarie è da osservare che non appartengono a questo periodo cambiamenti fondamentali nella struttura delle macchine elettriche, ma esso è quello del grande sviluppo delle centrali ad alta tensione destinate al trasporto a distanza dell'energia. Infatti possiamo distinguere in questo capitolo della storia dell'elettrotecnica

due periodi distinti, e porre nell'epoca della costituzione della nostra Società la separazione dell'uno dall'altro. Il primo si inizia con l'impianto Tivoli-Roma, che fu un vero campo di prove: il secondo con l'officina di Paderno, su cui si modellarono per molto tempo tante altre. Molti di noi hanno vissuto la storia gloriosa per l'elettrotecnica dell'officina di Tivoli e della linea relativa, lunga ben 26 chilometri alla tensione di ben 5 kV, che fu proclamata tale da «arrecare certo danno agli uomini ed alle cose», ma è storia così interessante, e perciò il ricordo è così lieto, che non sarà discaro l'udirlo ripetere qui. I giovani, che non hanno assistito a quegli esperimenti, che non hanno visto gli isolatori a doppia campana, una delle quali pescante nell'olio, che fu soppresso soltanto dopo che il recipiente che lo conteneva si era riempito di animali morti, e si ebbe così involontariamente la prova che esso non era necessario; che non hanno ammirato quei regolatori a mercurio, e tutti gli apparecchi di misura, compresi quei wattometri a molla spirale col rocchetto voltometrico ricevente la tensione attraverso pozzetti di mercurio, sicché pareva che da un momento all'altro dovesse una scintilla scoccare verso il petto dell'osservatore, e quei Cardew, che segnavano a lor talento secondo lor giacitura, ed il numero di colpetti che avevan ricevuto sul coperchio, ed infine tutto il complesso dell'apparecchiatura che pareva piuttosto dedicata ad una serie di esperimenti che al servizio di illuminazione pubblica e privata della Capitale del Regno, (e tuttavia il servizio veniva fatto, ed ottimamente), non possono formarsi l'idea esatta di quello che fu il periodo eroico della nostra tecnica. Quel periodo si conclude, come dicevo, a Paderno dove già la tensione salì a 14.000 volt direttamente ottenuti dagli alternatori. La centrale di Paderno fu inaugurata il 28 settembre 1898: quella di Tivoli funzionò fino al 1899.

Il passo ulteriore per ciò che riguarda i complessi generatori è l'introduzione del trasformatore elevatore, il quale, imparato l'uso dell'olio minerale come isolante, ha consentito di raggiungere le più alte tensioni. Ed all'accrescimento di queste, con conseguente aumento della distanza, che può essere superata in condizioni economiche, si inizia presto la corsa, che ben conoscono i fabbricanti di isolatori e di cavi. Nè è valso d'arresto il limite per cui l'aria perde le sue qualità isolanti: è stato affrontato anche l'effetto corona, verificandosi che non è enorme l'energia da esso dissipata, mentre non è trascurabile il vantaggio che reca alla generazione della tensione per la continua dissipazione di potenza lungo la linea, e forse agisce anche come protezione contro le sovraelevazioni. Per le persone il pericolo non cresce con la tensione oltre un certo limite: anzi mentre, per es., a 2000 volt è sicura la morte, oltre 50.000 è possibile salvarsi.

Gli isolatori non hanno veramente fatto progressi degni della loro missione. In sostanza dominano ancora le antiche forme a campane più o meno estese, più o meno appiattite fino alle tensioni maggiori, per cui si deve ricorrere alle catene.

Non è certo lecito far previsioni in argomento, ma i Colleghi converranno che si desidera ardentemente un progresso nella costruzione di quest'oggetto essenziale, di cui ogni impianto contiene centinaia e migliaia di esemplari, mentre il guasto di pochi può porlo completamente fuori servizio.

Un apparecchio degli impianti in continua trasformazione è il protettore dalle sovratensioni. Nessun complesso è rimasto senza applicazione: spazi esplosivi, resistenze metalliche e non metalliche, induttive e non, condensatori con dielettrico e con elettrolita e più di questi sistemi insieme in serie, in parallelo, in combinazione mista: disposizione a terra di qualche punto dell'impianto direttamente o attraverso resistenze induttive o non, risonanti o dissonanti: e non è agevole non dirò ricordare, ma classificare i vari sistemi creati dalla fantasia dei tecnici per l'indicato scopo. E l'esperienza del passato ci insegna che non si è ancora giunti all'apparecchio stabilizzato.

Nel campo dei motori primi, salutiamo la ruota idraulica, trionfante delle turbine oltre certe altezze, e fino ad oltre 1.500 metri: i motori a combustibile liquido, veri gioielli di arte meccanica, e le turbine a vapore spinte a grandissime potenze ed a rendimenti assai notevoli.

Chi desiderasse fare la storia di queste macchine con qualche dettaglio dovrebbe far molte escursioni in campi anche lontani da quello della meccanica applicata: tante meraviglie non sarebbero state possibili senza i grandi progressi della metallurgia, che ci ha fornito le leghe più varie, compresi i durissimi acciai ed i più refrattari: i progressi della metallurgia discendono da quelli della chimica e specialmente della chimica fisica, una scienza tutta nostra contemporanea; i perfezionamenti nei motori termici son dovuti alle ricerche di termodinamica e di termologia: un mirabile complesso di ricerche, di esperimenti, di calcoli, intorno a cui si sono affaticati per decenni scienziati e tecnici di molti Paesi; un'interminabile catena, di cui ogni anello può essere separatamente forgiato, ma prima ancora che l'artefice lo saldi una mano invisibile lo ha concatenato con altri. Il

gesto di quella mano non si discopre che dagli effetti. Per essa e per quella concatenazione diventa potere il sapere.

Potrei ora condurvi attraverso qualche centrale e citare qualche dato, ma posso omettere completamente questo che avrebbe dovuto essere un capitolo della mia relazione, riferendomi all'opera del Collega Ing. Civita: «Il problema idroelettrico in Italia, e l'attività delle imprese elettriche», che molti dati statistici contiene, e che essendo uscito da poco è anche completamente al corrente con lo stato odierno. Consentitemi però che non tralasci un caldissimo saluto a quella numerosa schiera di uomini, i quali hanno concepito, favorito, compiuto tante opere degnissime, che per l'Italia costituiscono, oltre che una grande fortuna, un prezioso vanto, il vanto forse, che più lo avvicina ai Paesi maggiormente progrediti nel campo delle conquiste moderne. E vi associ l'augurio che i benefici dell'energia elettrica in grande quantità e dovunque si accrescano rapidamente nella parte d'Italia che ne è già fornita e rapidamente si estendano là dove si ha ancor grande difetto. Rammentate le pubblicazioni a ciò relative per l'Italia meridionale e la Sicilia, e gli studi per l'utilizzazione dell'energia dei laghi Silani e per la costruzione della grande rete che si dovrebbe estendere a sud della ferrovia Roma-Castellamare Adriatico fino all'estrema punta della Sicilia?

Non abbandoniamo però il campo delle centrali generatrici senza accennar a due problemi di ordine generale, che hanno acquistato sempre maggiore importanza.

Il primo è quello del fattore di potenza, intorno al quale sempre più chiara diviene anche per i meno tecnici la visione degli immensi vantaggi che si otterrebbero con una soluzione conveniente: questa visione ha dato al problema quel rilievo, che infallibilmente conferisce ad ogni manifestazione dell'umana attività il Dio moneta: non è certamente nuovo come problema di elettrotecnica. La soluzione più conveniente verrà da speciali dispositivi applicati ai motori, dai motori sincroni, autosincroni, dall'impiego delle generatrici asincrone? In ogni modo il mondo elettrotecnico se ne occupa alacramente, e perciò non è a dubitarsi che tra poco tempo non avremo più così miserevoli fattori di potenza, come dopo l'adozione di molte elevate tensioni non abbiamo più veduto curve di tensione tanto lontane dalle sinuosoidi.

L'altro è il problema delle centrali automatiche, di cui esiste già un esempio in Italia.

Io non rammento chi abbia una volta a proposito di automatismi enunciato in forma brillante una grande verità, e cioè che l'automatismo migliore è l'uomo, anche perchè è possibile applicargli una multa tutte le volte che non funziona. All'introduzione degli automatici è di grande spinta il prezzo della mano d'opera: infatti la patria di apparecchi automatici sono gli Stati Uniti d'America, che ne avevano già moltiplicato l'applicazione in un'epoca in cui la ragione inversa li sconsigliava in Italia. Oggi a ridurre al minimo l'impiego dell'uomo spinge anche una legislazione improvvida. Se il problema delle centrali automatiche sincrone ed asincrone sarà risolto in via definitiva, come fanno credere gli esperimenti e le applicazioni fatte fin qui, così che potremo utilizzare anche potenze minime, che altrimenti rimarrebbero invogliate, potremo compiacerci del progresso tecnico, e del fatto che gli ingegneri, i quali di solito non fanno politica, hanno potuto anche correggere gli errori di politici cattivi.

Delle linee primarie poco è da aggiungere, perchè degli isolatori abbiamo detto di già ed ormai la loro costruzione è anch'essa standardizzata come quella delle centrali: per il materiale conduttore, il campo è sempre diviso fra l'alluminio e il rame.

I progressi nella costruzione dei cavi sono i progressi della Ditta Pirelli. Non vi sarà discaro che io associ in tal modo i due pensieri. Per i monofasi siamo giunti ai 100 kV.

Andiamo alle applicazioni cominciando dalla luce, la quale fu la prima nel senso che le prime officine furono costruite a scopo di illuminazione mentre oggi per essa non si impiega che gli 8,5 % della potenza totale. I maggiori progressi nella tecnica dell'illuminazione si sono avuti per il rendimento delle sorgenti luminose, allontanandosi benchè per caso, dal corpo nero. Il nostro periodo ha visto scomparire le lampade a filamento di carbone, che avevano costata tanta abilità dall'Edison in poi, e dopo un primo ed assai promettente trionfo ridursi di molto il numero degli archi. Se non avessimo un desiderio sconfinato di luce, se, e forse pur troppo, noi per l'occhio non amassimo che la fatica, minima potrebbe essere la quantità di potenza impiegata per luce; nè, come è noto, siamo almeno teoricamente, alle colonne d'Ercole del rendimento luminoso.

La ricerca della luce fredda non ha fatto grandi progressi: esso rimane un problema che la nostra generazione trasmette ai venturi. Nè si è diffusa quella tiepida, se può essere chiamata così la luminosità dei gas e vapori.

Le lampade a vapori di mercurio hanno però avuto alcune applicazioni. Di quella che pareva dovesse essere grandiosa, cioè della conversione per mezzo di archi di vapori di mercurio dei sistemi trifasi

in corrente continua eziandio in grandi potenze, si attendono ancora risultati definitivi.

Ma dello spettro nel mercurio si hanno applicazioni notevoli per le sue qualità chimiche. Assai ricca infatti è la sua parte ultravioletta, e perciò non è impossibile vedere sicure applicazioni di tali lampade anche alla terapia. Egli è noto che l'attività chimica dello spettro ultravioletto, oltreché notevole, è varia: in alcune zone si hanno trasformazioni chimiche in un senso ed in alcune in senso contrario: è dunque possibile che l'illuminazione con la luce di alcune zone operi in un certo modo in alcuni tessuti, e l'illuminazione con luce di altre zone operi in modo opposto: oltre poi un certo limite di frequenza cominciano altri fenomeni interessanti, quelli dei raggi Röntgen, di cui siamo ormai abituati ad applicazioni meravigliose; basterà ricordare quella, per cui indirettamente si vedono le molecole dei cristalli!

I tubi a gas rarefatti, anche i più recenti a neon, non hanno ottenuto una diffusione notevole: sono quasi ristretti al campo della réclame.

Le applicazioni degli archi, come si è detto, sono piuttosto in diminuzione dopo la diffusione della lampada mezzo watt: nè li ha risolti l'uso degli elettrodi in magnetite ed ossidi di tantalio.

Passando alla forza motrice è da osservare che nemmeno in questo campo possiamo registrare scoperte grandiose. Ormai Galileo Ferraris aveva costruito il suo motore, che aveva tracciato agli impianti elettrici la via non ancora abbandonata. Ed il motore a campo rotante in fondo nacque perfetto: poche modificazioni ha dovuto subire in seguito, e nessuna sostanziale. Ma non taceremo tutta la fioritura dei motori monofasi a collettore. L'Italia, sempre pronta a qualunque esperimento di novità elettrotecnica, volle subito equipaggiata con tali motori una delle sue più lunghe tramvie, quella di Padova-Fusina, sulle rive dell'incantevole laguna. Il capitolo dei motori monofasi a collettore, se non ha un grande valore industriale in confronto ad altri, ne ha uno grandissimo per la somma di pensiero tecnico che esso racchiude. Forse meglio degli altri lo comprendono i miei Colleghi insegnanti, che non dubito ne apprezzino tutto il valore quando debbono trattarlo a scuola.

L'argomento della forza motrice mi conduce direttamente a quello della trazione specialmente ferroviaria, che nella tramviaria non vi ha nessun cambiamento dal suo nascere, se si eccettua qualche applicazione della corrente alternata, che però si ritrova in scala più vasta nella trazione ferroviaria. Non è davvero il caso che io mi trattenga sopra un argomento, al quale certamente ognuno di voi ha rivolto più volte l'attenzione, e che la stampa anche politica mantiene in agitazione continua. Trattasi di un'altra nostra gloria, perchè i primi grandi esperimenti di trazione ferroviaria furono fatti in Italia, e con tutti i vari sistemi allora studiati, ed io non so trattenermi dal salutare coloro che vi presero parte, e tutta la schiera valorosissima degli ingegneri, che da allora si dedicano in Italia alla trazione elettrica sulle ferrovie.

Per dire una parola sola possiamo ora compiacerci che si sia raggiunta la dimostrazione più sicura che il problema dell'elettificazione delle maggiori reti ferroviarie dal punto di vista tecnico è risoluto, ed in più di un modo; nè fra i vari modi vi sono così grandi differenze che l'uno debba essere assolutamente preferito all'altro in tutti i casi. Certamente si correrà ancora molto tempo con le locomotive termiche, anche perchè se ne ha molte disponibili, nè l'elettificazione si improvvisa. Ma qui forse è opportuna una parola, giacchè siamo qui raccolti, e qualche voce si è levata recentemente per spingere indietro l'Italia in materia di applicazione della trazione elettrica, e nel nostro Paese gli ondeggiamenti, che spesso sono causa dei mali più gravi, non sono infrequenti: una parola, dicevo, per enunciare la opinione, secondo la quale il criterio economico a breve scadenza non è il più importante fra quelli che debbono presiedere alle decisioni interessanti un intero Paese. Una Società privata, che prevedesse di poter acquistare il carbone ad un tal prezzo, che il guadagno ottenibile con l'elettricità diventasse troppo piccolo, o peggio ancora potesse cambiar segno, certamente non investirebbe i suoi capitali nell'elettificazione. Ma un'intera Nazione non può ragionare allo stesso modo. Vi sono altre considerazioni, fra cui quella che il carbone ad un dato momento può anche mancare, e la guerra recente ci ha insegnato quale possa divenire il valore di una ferrovia elettrica per decidere una Nazione ad elettrificare anche se l'affare non sia ottimo per chi lo consideri soltanto sotto l'aspetto della differenza fra spesa ed introito. Auguriamoci dunque che nel nostro Paese trionfi la tesi più ragionevole: non si estenda la trazione elettrica in tante linee dove per molte ragioni sarà più opportuno continuare col sistema a vapore, in cui però si migliori la combustione, e non ci lasciamo convincere, nè preoccupare da quelli, che ad ogni diminuzione nel prezzo del fossile rifanno i calcoli della spesa per dedurre di quanto in proporzione dovrebbe ridursi il programma elettrico.

Segue infine il campo dell'elettrotermia e dell'elettrochimica. Anche in esso Italiani hanno mietuto allori, dimostrando che nel nostro Paese l'anima industriale non manca, sol che si appalesi probabilità

di guadagno e non difetti troppo il capitale liquido. Il carburo di calcio, la calcio cianamide, la soda, l'alluminio, l'acido nitrico, i forni elettrici per ferro ed acciaio sono altrettanti argomenti, in cui si è esercitato l'ingegno italiano e per i quali notevoli capitali sono stati posti in circolazione. Non sempre l'elettricità ha corrisposto secondo le prime previsioni. Essa rimane dominatrice dove sono necessarie le altissime temperature, per le quali però si domandano ancora progressi sensibili negli apparecchi, quando si debba riscaldare sostanze non conduttrici. Per le altre il forno più elegante intorno a cui si ha ancora un'esperienza assai limitata è quello ad alta frequenza di origine americana. L'alta frequenza permette, come è noto, il passaggio dell'energia, da un circuito ad un altro per induzione senza che si ricorra al ferro.

Ove l'elettricità non è necessaria per l'ottenimento delle operazioni chimiche si verifica in questi ultimi tempi piuttosto un arresto nelle applicazioni. La calorica elettrica costerà sempre più di quella ottenuta con i combustibili, nè sarà mai possibile l'aumentare il numero delle calorie equivalenti ad un chilowatt.

E la nostra Regina vede scosso il suo trono nel regno di alcune applicazioni chimiche, che gli elettricisti consideravano come loro. Accenno specialmente a quel colossale problema, del quale Liebig insegnò il travaglio all'Umanità, che è l'assorbimento dell'azoto atmosferico, questo gas, che non sa mantenere la vita, onde il suo nome, ma che è invece, quando è combinato opportunamente con altri corpi, la base di ogni sostanza vivente. Saranno i catalizzatori a risolvere il problema nel modo più economico?

Signori,

Non vi sarà sfuggito che io non ho fatto ancora nessun cenno delle radiocomunicazioni: converrete con me che questo ramo della nostra tecnica, ed il suo inventore meritano veramente un posto d'onore, isolato, tanto per la grande importanza dell'argomento quanto per l'onore che ridonda al nostro Paese. Forse a non voler offendere il senso di proporzione all'argomento della radiotelegrafia e della radiotelegrafia io dovrei dedicare la parte più lunga del discorso, perchè la somma degli interessi che vi sono collegati è enorme, lo sviluppo avvenire presumibilmente gigantesco, la quantità di pensiero scientifico e tecnico che vi è racchiuso, se vi si includono anche gli studi indirettamente derivati o connessi, supera certamente, e di gran lunga, quella di qualunque altro capitolo della nostra disciplina.

Richiamiamo alla memoria alcune date a cominciare da quella aurea del 1895, cui risalgono le prime esperienze di Guglielmo Marconi. Rammentate come comparve la notizia per la prima volta nei giornali politici, che non davano alcuna descrizione degli apparecchi, e si limitavano ad annunciare al mondo che doveva restarne attonito, la grande novella semplicemente accennando all'uso delle onde elettromagnetiche. Quest'osservazione era sufficiente per ripetere gli esperimenti nell'ambito di alcune decine di metri di distanza, utilizzando fenomeni tutti noti: della vera scoperta, l'uso dell'antenna non si parlava in quei primi rendiconti. Pochi forse, hanno avuto come me il piacere di assistere alla verifica sperimentale del valore dell'antenna nei circuiti Marconiani, val quanto dire la fortuna di godere fin da quei primi giorni tutta la bellezza ideale della grande scoperta, che ha pochi confronti fra le sue sorelle del campo delle applicazioni scientifiche: mi sia pertanto consentito questo ricordo personale, anche perchè mi porge occasione di rendere omaggio al mio compianto Maestro, di cui tutti avrete in mente l'immagine cara ed il cui spirito aleggia fra noi certamente se aleggiar di spirito vuol dire consenso d'amore.

Il Prof. Ascoli, di cui io era assistente, riprodusse nel suo laboratorio l'esperienza dell'uso delle oscillazioni elettromagnetiche per trasmissione di segnali. Negli apparecchi, che mise insieme in pochi giorni, utilizzando fenomeni e proprietà perfettamente conosciuti, erano tutte le parti essenziali di un impianto Marconi di primo tipo: oscillatore, coherer a polvere metallica con martelletto decoherizzatore, relais polarizzato, macchina Morse, e si trasmetteva regolarmente da un tavolo all'altro della stanza e persino da una stanza all'altra. Fu tentato l'uscire di casa, ma la ricezione si spegneva dopo pochi passi; nè valeva molto l'accrescere la capacità in derivazione sulla scintilla fino alla massima fatica del rocchetto, nè far avvenire la scintilla in olio di paraffina, nè dirigere le onde con un grande specchio metallico parabolico, e collocare l'apparecchio ricevitore nel fuoco di un altro specchio: l'orecchio udiva le scintille ancora quando l'occhio elettrico le aveva già perdute di vista. Finché fu saputo che il Marconi usava le antenne. Ed allora rammento che considerando il prof. Ascoli applicarle, e non trovando io nulla di adatto in laboratorio corsi nel gabinetto di topografia, presi due canne metriche lunghe tre metri, vi legai longitudinalmente un filo di rame, e le applicai agli apparecchi. L'effetto fu naturalmente immediato, e si racconta in due parole: non bastava più il ridurre quanto era possibile il fragore delle scintille, nè allontanarci quanto noi po-

teveno perchè la ricezione scomparisse: il prof. Ascoli esclamò: Questa è la telegrafia senza fili! E ci scambiammo uno sguardo ed io credo che in quel giorno veramente imparammo ambedue di quale soddisfazione può essere anche l'assaporare soltanto il sapore dei frutti che gli ingegni più eletti sanno spiccare dall'albero della scienza.

Ohi non ha provato simili emozioni potrà meravigliarsi che io mi indugi in questo ricordo, e si chiederà il perchè lo abbia voluto riferire. Ma bisogna riferirsi all'epoca e fare il confronto con lo stato attuale della tecnica delle radiocomunicazioni, e rammentare anche le discussioni, cui dette origine il primo annuncio, e che non cessarono anche durante le successive esperienze, fra dotti ed indotti: alcune diffidenze di uomini anche colti per intendere tutta la bellezza ideale oltretutto l'importanza pratica della nuova conquista, e le ragioni della grande fama, che ha circondato il suo primo inventore. Permettete perciò, come diceva che ricordiamo insieme qualche data?

Nel 1900 compaiono le prime patenti sui circuiti accoppiati. È il trasformatore applicato alla radiotelegrafia, e non le dava minor aiuto di quanto abbiano dato gli apparecchi analoghi alle ordinarie trasmissioni di energia. È la via aperta alla generazione di oscillazioni non molto smorzate associandosi al circuito contenente la scintilla, in cui è inevitabile una certa dissipazione di energia, un conduttore metallico senza interruzioni.

Nel 1902 seguono già due altri grandi passi, questa volta nel campo della ricezione. Il Marconi applica nella sua campagna sulla Carlo Alberto il detector magnetico: è l'altra sua grande scoperta. Oggi si usano altri ricevitori, ma il detector magnetico rimane un gioiello di applicazione dei fenomeni magnetici, la dinamo di gran lunga più elegante. Nello stesso anno Ferrier e Schlömilch studiarono i coherers elettrolitici, anch'essi di grande sensibilità e di una regolarità assai maggiore di quelli a polveri metalliche. E per i radiotelegrafisti fu un respiro di grande soddisfazione perchè l'uso dei rivelatori fondati sulla proprietà delle polveri costituiva un continuo sforzo, e sorgeva persino il dubbio che non potesse la pratica radiotelegrafica notevolmente svilupparsi, finchè fosse sottoposta ai capricci di quell'apparecchio.

Il 1903 si segnala per un progresso nella generazione. Il fastidio che nella ricezione era rappresentato dai coherers metallici, nella generazione era rappresentato dalla scintilla. A parte che le sue oscillazioni erano inevitabilmente più o meno smorzate, gli apparecchi per ottenerla, davano molte piccole noie.

L'attitudine dell'arco a generare correnti oscillatorie di elevata frequenza era nota da tempo: gli archi Duddel avevano anche cantato a voce spiegata per le vie di Berlino: ma la frequenza di quelle note era ben minore di quella necessaria per le trasmissioni radio-telegrafiche, ed era debole la potenza relativa. Il triplice artificio del Poulsen accresceva l'una e l'altra, ed oggi l'arco oscillatorio contrasta con gli alternatori meccanici il primato.

Nel 1906 compare il rivelatore a cristalli, e possiamo dire che sia chiuso il primo periodo della storia delle comunicazioni radiotelegrafiche. Ormai nulla manca per uno sviluppo ampio e sicuro, nè dal punto di vista della generazione di onde di qualunque frequenza e di potenza sufficiente a superare le maggiori distanze, nè dal punto di vista della più sicura e sensibile ricezione. Ed era nato anche l'embrione onde doveva sbocciare quello, che forse rappresenta il progresso definitivo, perchè già nel 1904 il Fleming aveva brevettato la sua valvola. Da quel giorno in sostanza il fenomeno dell'emissione elettronica, per il quale l'Edison lega il suo nome anche a questa maggiore applicazione dell'elettricità, era entrato nel campo della pratica applicazione; l'elettricista iniziava il suo dominio sulle correnti elettroniche pure, quelle stesse degli spazi interplanetari, di cui pertanto altrettanti minuscoli campioni possono dirsi racchiusi nelle ampolle di tutti i poliodi, che oggi con nomi vari funzionano in tutte le stazioni radio ed il cui impiego si estenderà anche in altri campi.

Nel 1908 incontriamo il primo radiogoniometro, a proposito del quale è ancora lecito salutare nomi di italiani: l'Artom, il Tosi, il Bellini.

Tornando alla generazione troviamo nel 1908 il primo alternatore Alexanderson a 10 000 periodi. Che il generare meccanicamente le correnti ad alta frequenza, come si suole per quelle a frequenza industriale, fosse desiderabil cosa, è manifesto: se non che la frequenza elevata costituisce una ben grave difficoltà. Intanto a superarla due vie si sono dischiuse, la costante diminuzione della frequenza utilizzata nelle stazioni molto potenti, e la possibilità di moltiplicare la frequenza delle correnti per piccoli numeri interi utilizzando ad es. il fenomeno dell'isteresi magnetica. I primi studi in quest'ordine di idee sono del nostro Vallauri. Anche nell'alternatore Goldschmidt in sostanza si generano frequenze relativamente basse,

che si elevano per successive riflessioni. Oggi mantengono il campo per le maggiori potenze gli alternatori (tipo Alexanderson o Latour Bethelot) con o senza moltiplicatori di frequenza e gli archi Poulsen.

Nel 1913 si introduce il sistema di ricezione con battimenti, cari da lungo tempo agli elettrotecnici per la loro applicazione all'inserzione in parallelo degli alternatori.

Nel 1914 i triodi, cioè la valvola di Fleming, munita del terzo elettrodo del De Forest aprono la serie di questi nuovi e meravigliosi apparecchi, che, come è noto, raddrizzano, generano, amplificano, che sono ormai applicati su larga scala alla ricezione, con cui si tenta anche la generazione di grandi potenze, con cui si ottiene nel modo più sicuro la modulazione telefonica, per cui merito quindi la radiotelegrafia si è improvvisamente diffusa, che hanno applicazione come relais telefonici nei sistemi ordinari, che hanno risolto il problema della telefonia multipla, e chi enumera più gli usi di questa, che può ben dirsi l'ultima meraviglia in fatto di costruzioni elettromeccaniche? Anche la radiotelegrafia ci richiama alla mente nomi italiani, quelli del Maiorana e del Vanni.

Questo breve elenco di date non ha certamente la pretesa di essere completo: inevitabili sono le omissioni, quando si deve in così breve spazio racchiudere tanta materia.

E che cosa è oggi la radio dopo così pochi lustri di vita? Lo dicono pochi numeri. Le stazioni fisse sono più di 2.000: tra esse quelle di grande potenza, oltre 100 kV, qualche dozzina, e circa 10.000 stazioni di bordo! Tacendo dei più verdi allori della radiotelegrafia, che ha distrutto la solitudine sulla terra, che salva ogni anno migliaia di vite dalle onde infide degli Oceani, si può affermare che forse il 20 per cento del traffico fra il Nord d'America e l'Europa si fa oggi senza fili. Saremo prossimi a comunicare anche con l'America del Sud? Il servizio Roma Berlino ha raggiunto le 12.000 parole al giorno! In Germania è assai diffusa l'abitudine dei telegrammi senza fili, specialmente fra Ditte industriali: li chiamano *Blitzfunktelegramme* (telegrammi fulmine). In America ha preso un grande sviluppo la radio per dilettanti con migliaia e migliaia di stazioni. In Europa si è ancora restii a consentire questa manifestazione, che certamente ha i suoi inconvenienti.

Dal punto di vista scientifico della radio il campo in cui oggi si lavora molto è quello relativo alle misure. Si può dire che da poco tempo si comincia a veder chiaro in molti fenomeni secondari, che si incontrano nell'esercizio della radio: la stessa costruzione delle antenne non seguiva con criteri fondati sopra dati quantitativi sicuri. I primi lavori relativi alla misura dell'intensità della forza elettrica intorno ad un'antenna sono usciti dalla marina italiana: oggi in tutto il mondo si svolge una serie di misure sistematiche con speciali emissioni da stazioni Francesi e Italiane sotto il patronato della U.R.S.I. (unione radiotelegrafica internazionale) costituitasi dopo la guerra a Bruxelles. Per la misura delle radiazioni delle antenne ormai tutto il mondo adopera i metodi dei nostri Vallauri e Pession.

Signori,

Il tempo non mi consente il piacere di trattenermi ancora nel seducente argomento dei fastigi della radiotelegrafia, a proposito della quale voi avete udito, e li conosceste tutti, molti nomi di Italiani. Dirò anzi fra parentesi che, per ragioni che ciascuno potrà apprezzare, io aveva diviso di non far nomi nel mio discorso e difatti mi sono attenuto a questo proponimento per tutto il resto: non ho saputo farlo a proposito della radio, che ha veramente una posizione particolare in Italia.

Gli istituti radiotelegrafici della guerra e della marina non invidiano i migliori dell'estero: in Italia la radio si studia e si insegna, tanto per la parte teorica, che per la pratica, così bene come nei paesi più progrediti: apparecchi radiotelegrafici si costruiscono magnificamente: abbiamo stazioni ultrapotenti, che tra poco saranno fra le più perfezionate. In altre parole il nome italiano per la radio, anche a prescindere dall'onore, di cui lo ha riempito Guglielmo Marconi, è conosciuto, apprezzato ed ammirato dovunque: pur troppo non è così di ogni altro ramo della nostra tecnica. Vogliamo indugiare un momento a dirne la ragione? Essa non è la mancanza di operosità o di valentia dei ricercatori: è la scarsità dei mezzi sperimentali: è la posizione bassissima finanziariamente, non elevata moralmente dei professori. I due istituti della guerra e della marina, che non dipendono dalla Minerva, hanno potuto aver i mezzi sufficienti; non è accaduto altrettanto per i laboratori delle nostre scuole politecniche. E non soltanto è mancata la cura da parte dello Stato: agli industriali è mancata la mentalità proclive ad intendere l'importanza degli studi. Ciò che avevano compreso perfettamente gli industriali Tedeschi, ciò che aveva compreso il Kaiser, non è stato abbastanza inteso in Italia. Gli industriali, in generale, troppo poco hanno speso per promuovere ricerche: alcune grandi Società non hanno ancora un laboratorio di ricerche, troppo poco eccita-

mento hanno dato ai loro funzionari perchè non dirò studiassero con intensità e si dedicassero a lavori originali, ma semplicemente leggessero le riviste, troppe delle quali rimangono intonse negli armadi se non finiscono nei cestini: un nome qui in Milano rifugge fra gli industriali che non si comportarono così: è il nome di Giovanni Battista Pirelli, ma i risultati ottenuti nei suoi stabilimenti mi danno ben ragione sull'efficacia degli studi estesi anche oltre il proprio campo ristretto.

Io del resto dico queste cose, un poco crudamente, non per fare geremiadi, ma per aggiungere che forse il male è già passato. Vi sono molti sintomi di ciò: le dotazioni dei nostri Istituti sono meno misere, e il merito è appunto in gran parte di Giovanni Battista Pirelli: la pubblica opinione si va orientando verso l'amore al sapere: la scuola si avvicina all'industria; auguriamo pertanto non lontano il giorno in cui gli industriali elettrici dedichino qualche millesimo dei loro guadagni per incoraggiamento agli studi e non invidiamoli, se dopo alcuni anni troveranno i loro danari moltiplicati per mille.

Passando alla telegrafia e telefonia ordinaria dobbiamo segnalare in ordine di anzianità la scoperta Pupin e derivate, l'applicazione delle valvole come relais e la telefonia multipla. Questa è applicata in Italia nel tratto Genova-Milano ed è in progetto nel tratto Milano-Roma. Amplificatori a valvola sono a Bologna per le comunicazioni con Venezia e Trieste, a Roma per quelle con l'Italia settentrionale e meridionale, a Napoli, Cosenza, Pola per le comunicazioni con la Sicilia, a Torino per quelle con la Francia, a Milano per quelle con la Svizzera. Ora occorrerebbe gettare uno sguardo rapido verso la parte della nostra scienza, che costituisce argomento di studio puro. Ma il tempo vola e per questo compito la voce di chi vi parla si sente anche più fioca.

Il progresso dell'elettrotecnica negli ultimi tempi è gran parte del progresso della fisica e per molti rispetti anche della chimica. Esso si riferisce specialmente all'atomo ed alle radiazioni, e cioè alle manifestazioni fenomeniche che hanno sede in volumi più o meno limitati ed a quelle che si estendono in tutti i sensi senza limite di distanza. Molto si è rivelato intorno alla struttura di quello che essendo indivisibile era considerato come il primo elemento della materia sensibile: questo elemento è invece l'elettrone e tutti gli elettroni sono uguali fra loro? In altre parole è possibile dar luogo alle infinite varietà di qualità e di forma dell'antica materia, disponendo opportunamente l'uno accanto all'altro e più o meno lontano l'uno dall'altro elementi uguali ed animandoli con moti appropriati? Se vi fu tale artefice meraviglioso, noi ancora non sapremo imitarlo, benchè l'elettrone ormai ci si riveli per varie vie ed in mille combinazioni e isolato e frammisto ad altre combinazioni e con diverse velocità ed accelerazioni: soltanto non ci si lascia sorprendere in riposo: parrebbe che quando egli è in quiete relativa non possa sfuggire alla cattura degli atomi materiali ed ogni sua manifestazione si spegne. L'atomo di elettricità positiva non si è ancora rivelato direttamente e perciò sussiste sempre la teoria di un solo fluido quantunque sembri sempre più difficile inquadrare in essa ogni fenomeno elettrico.

Lo studio delle radiazioni cioè delle perturbazioni nel continuo, ha condotto a distruggere questa continuità e si è pervenuti all'ipotesi dei quanta, prima di energia, poi d'azione ed anche a quella di una struttura quasi filiforme dello stesso etere, il perenne enigma fisico, che il semplice esperimento di Michelson per tacer di altri ha bastato a render ancor più chiuso. Così è tuttora ignota l'essenza della luce: stupefacente contrasto col nome perchè, come diceva il Secchi, con la luce riesce ad eclissarsi il sole e con la luce, potremo aggiungere, la luce stessa si nasconde. E con la luce e gli elettroni, il concetto di atomo, e l'unità delle forze fisiche, e quella della materia, e l'unità di forza e materia, tanti concetti forse antichi quanto il pensiero umano, che la nostra mente però rivolge ed assalta periodicamente con armi sempre più affinate, seducono e tormentano il nostro spirito anche in questo momento in cui parrebbe che il mondo dovesse essere in ben altre faccende affaccendato. E lo ha dimostrato di recente anche l'interesse generale per la parola mistica di Alberto Einstein, di cui pur la nostra Associazione ha desiderato conoscere qualche sillaba, benchè fosse ascosa in veste non accessibile ai più.

Una del resto è la meta e perciò non muta: generalizzare, semplificare, unificare. Benchè non sembra possano scomparire alcune diadi, che sono forse congiunte con la stessa natura del nostro cervello: continuo e discontinuo, spazio e tempo, quiete e moto relativi e forse elettricità e materia. Non pare assurdo che si possa trovare una spiegazione dei fenomeni avendo soltanto a disposizione all'estremo dell'analisi unità infinitesime tutte uguali fra loro, le proprietà e le forme dipendendo dal modo di aggregazione e dal numero delle unità e dai loro movimenti: ma come prescindere dal concetto di un ambiente continuo, in cui il moto avvenga senza discontinuità, cioè da un sostegno continuo di tutte le particelle che

serva anche alla propagazione di ogni loro reciproca influenza? E se pur questi primi elementi si considerano come centri di speciali moti del continuo (i vortici di Helmholtz) non rientra per la finestra il concetto di centri separati, che non è dissimile da quello di particelle autonome e non risorge la necessità di ammettere un sostegno di quel continuo in cui possono questi centri di moto manifestarsi e non si ricade in una diade? Tempo e spazio l'Einstein racchiude in una forma analitica sola, ma li rende omogenei moltiplicando l'uno o l'altro per il simbolo puro dell'immaginario e non pare a mio avviso che riesca a sopprimerli come forme distinte dei fenomeni. Non è facile del resto l'intendere profondamente l'Einstein e molti lo hanno frainteso.

Nè finora si ha alcuna ipotesi soddisfacente per unificare le forze Newtoniane e quelle elettromagnetiche: anzi se mai il tentativo del Weil, il noto allievo dell'Einstein, è in senso inverso: egli, attribuendo alle forze elettromagnetiche l'ufficio di stabilire la connessione metrica dei vari elementi dello spazio quadridimensionale (l'universo tempo) le differenzia ancora più dalle loro sorelle del campo gravitazionale, che è tutto noto attraverso la sola prima forma differenziale dell'elemento di questo spazio.

Continuo dunque e movimento come trama di ogni fenomeno, e nel continuo movimento tutte le apparenze del mondo visibile, semplici immagini delle forme del moto. E dunque la verità più profonda racchiusa nella derivazione della parola « etere » data da Platone?

Signori,

I progressi realizzati dall'elettrotecnica durante l'ultimo venticinquennio bastano ad onorare non già una sola epoca od una Nazione, ma tutta quanta l'Umanità. Nè va ommesso di osservare che essi rappresentano soltanto una parte, e non la maggiore certamente, delle conquiste scientifiche e tecniche di questo periodo della vita dell'uomo sulla terra, che perciò splende come l'oro e rifugge come il diamante. Contemporanea della radiotelegrafia è l'aviazione: della fisica elettronica l'iperchimica. Egli è pertanto difficile non dirò il raggiungere, ma appena il valutare l'altezza, cui dovrebbe elevarsi la virtù dell'espressione verbale per significare degnamente tante e così mirabili cose sbocciate in così breve periodo di tempo, che per molti di noi si è iniziato quando non eravamo più giovanissimi e si è concluso mentre non siamo ancora vecchioni.

Ma lo storico, il quale per considerare tutto il travaglio scientifico di preparazione risalisse per oltre un secolo agli albori dell'elettrotecnica, e meglio avesse la lena di spingersi fino a quelli della fisica sperimentale, che in argomento della nostra scienza forse balbettò le prime parole per bocca di Pietro Peregrino, l'autore della lettera sui magneti, egli di ogni recente scoperta troverebbe le prime origini più o meno lontane nel soggetto e nel tempo. Esse sono come le fonti, da cui la chiara, fresca e dolce acqua zampilla al sole nelle convalli, mentre la vena che le alimenta ha le radici ascose nel suolo più o meno lontano e profondo. Noi abbiamo avuto la fortuna, che fu veramente privilegio della nostra età, di godere tutti insieme i frutti meravigliosi del lavoro, che non fu nè facile nè breve, accadendoci come all'agricoltore, a cui a tempo opportuno dona i suoi frutti saporiti l'albero già coltivato in terreno fertile, nutrito con ricco concime, potato con mano sapiente. Così la nostra piantagione non è di oggi nè di ieri, e se nel momento in cui ne celebriamo i frutti amiamo anche rivolgere il pensiero memore ai suoi grandi genitori, esso deve estendersi nel tempo e nello spazio per raggiungere tutti coloro, che hanno saputo dedicare alla ricerca sperimentale od allo studio puro l'ingegno fecondo e l'opera alacre. La forma di storia sotto questo rispetto più significativa sarebbe una specie di albero genealogico, che mettesse in rilievo le paternità e le figliolanze spirituali delle varie scoperte od applicazioni. Esso avrebbe anche un valore ed un profumo tutto particolare per noi, perchè molti nomi italiani comparirebbero all'origine dei tronchi maggiori: esso diverrebbe pertanto anche una misura certa del valore dell'Italia semente, che pur soddisfacendo alla verità onorerebbe assai la nostra stirpe.

Forse la stessa lunga preparazione scientifica ha scemato la sorpresa ed il gaudio, che a considerarli bene nell'intimo dei nostri ricordi non sono stati così grandi come si sarebbe potuto attendere dalla realizzazione di tante esperienze, che soltanto poco prima formavano parte del regno dei sogni. La luce irradiata dagli intelletti giganteschi, come, per non uscire dal campo degli elettricisti, Alessandro Volta, Michele Farady, Giacomo Clerk Maxwell aveva già promesso che il

Nil mortalibus arduum est

del Poeta sarebbe presto un fatto.

Pur troppo insieme con la rapida ascensione nell'ordine tecnico, la quale doveva anche significare, e forse perchè significava, miglio-

ramento materiale dei popoli, si è abbattuto sulla terra l'immane disastro della guerra, da cui non è mai sembrata così lontana la pace dopo che la pace formale è stata sottoscritta, e gli errori della guerra e del dopo guerra sono stati tanti e così estesi che l'animo semplice del credente nel Dio « che atterra e suscita, che affanna e che consola », è indotto a temere che insieme con la visione superba si debba avverare quella tragica, che nella strofe Oraziana la segue dappresso :

*Coelum ipsum petimus stultitia, neque
per nostrum patimur scelus
iracunda Jovem ponere fulmina.*

Questa credenza, ove si diffondesse, condurrebbe al pessimismo, e quindi potrebbe l'ombra di un secondo medio evo abbattersi sul mondo : ma chi ha fede nella scienza, e specialmente debbono averla coloro che vivono in mezzo al suo culto, e tutti possiamo averla, atei o religiosi, e di qualunque religione, perchè l'affermazione che la scienza distrugge la religione non rappresenta una verità, ed il numero dei suoi banditori è ogni giorno più scarso, chi ha fede nella scienza deve contribuire alla restaurazione dell'equilibrio con assoluta sicurezza che da essa possa trarsi la maggior forza per raggiungere anche questo fine. Evidentemente perchè ciò avvenga è necessario che i tecnici e gli scienziati, cioè gli ingegneri, mi sia lecito per usare un nome solo estendere alquanto il significato della parola ingegnere, ed a questo nome dare in quest'ultima parte del discorso il significato di quel binomio, prendano parte maggior anche al Governo politico del Paese, contendendo la vittoria ai non competenti, da cui non si può attendere che errori, e che perciò giocano al lotto quando promettono le fortune della Patria. Nè sarà impresa ardua l'ottenere questa partecipazione, perchè i popoli hanno perduto la fiducia nelle classi, da cui i loro uomini politici sono fin qui stati tratti in maggior copia e specialmente in quelli, che al contrario degli appartenenti alla nostra classe hanno soltanto l'abilità di dar forma ricercata ed armoniosa ai più modesti pensieri. È lecito prevedere che a raggiungere il fine basterebbe che gli ingegneri dalla grandiosità dei loro trionfi e dalla maestà dei sacrifici compiuti (anche la scienza ha i suoi martiri, nè minori nè meno veri di quelli della politica, solo meno noti, perchè delle loro effigie non sono piene le piazze), traggano la forza per vincere una innata ritrosia, e chiedere a voce spiegata la parte che loro spetta nel governo dei popoli.

Che cessi il trionfo dell'ignoranza è forse oggi la medicina più necessaria; pertanto che la classe nostra conquisti tutto il potere, per cui possiede la virtù dell'uso sapiente è l'augurio più opportuno e più caldo, col quale chieggo il permesso di chiudere la rapida rassegna delle meraviglie dell'arte nostra.

Ingegneri d'Italia, elettricisti d'Italia, a voi. Sieno le vostre in prima linea fra le più poderose braccia, che aiutino ad innalzare fin dove ha possa di reggersi la virtù di nostra stirpe. Non sia dimenticato che ogni disagio, anche morale, trae origine da competizioni fra classi o fra Nazioni e che le competizioni sono assai più spesso di quel che non appaia, di origine economica. Oggi per cause che conosciamo bene, perchè le abbiamo vissute, la produzione è così bassa rispetto al bisogno che in estese zone lo spettro della fame brancola fino alla follia del cannibalismo quando invece pareva che il progresso lo avesse sepolto profondamente per sempre. Oggi dunque anzi tutto occorre vivere : filosofaremo domani. Ma per vivere occorre accrescere la produzione, e ripartirla convenientemente : occorre dunque un'opera di seminazione, di raccolta e di calcoli : le tre facce dell'attività dell'ingegnere. Spetta indubitabilmente a lui la scelta in ogni luogo delle industrie da esercitare, e dei metodi tenendo conto di tutti gli elementi del problema ed insegnando agli incompetenti che il vieto aforisma relativo alle materie prime non è vero sempre e può accadere che un'industria prosperi precisamente e meglio là donde le materie prime sono lontane. Scelte ed impiantate le industrie spetta all'ingegnere la loro gestione in ogni particolare e quindi anche per ciò che si riferisce alla ripartizione dei profitti fra capitale e lavoro, in questo inclusa l'opera intellettuale. All'ingegnere spetta pertanto il giudicare ogni competizione fra datori di capitale e datori di lavoro.

Oggi anche il nostro Paese, la cui superficie morale è scolpita a grande rilievo come fisica, è palestra di lotte e può accadere che domani esse divengano più acerbhe. Nessuno può prevedere, ma gli ingegneri hanno forza per dominare l'avvenire. Sopra il silenzio, che par viltà, di voci pur ierì dominatrici ed intimidatrici canta la bella audacia del fascismo. È questa forse la promessa di un nuovo equilibrio dinamico ed è destino che debba ancora una volta salutarne l'avvento il sole almo di Roma? Sarà esso fra noi tosto chè l'audacia si sia temperata in coraggio e ciò che par viltà in virtù di obbedienza? Comunque sia per accadere molte delle forze per dominare l'avvenire

sono in mani vostre, ingegneri d'Italia, sono in mani vostre, elettricisti d'Italia.

Epperò concedetemi di sciogliere l'augurio con tutte le forze dell'anima che la classe nostra dai suoi più estesi confini conquisti tutto il potere che le spetta e che possa usarne con vera efficacia e che ciò accada rapidamente perchè la bufera imperversa tutt'intorno a noi, e Notte più atra non copri mai più orribili stragi : e se la consuetudine e la vostra benevolenza, non certamente il mio merito, vi conducono a sottolineare con un applauso questo modestissimo discorso, che è stato assai inferiore all'argomento, all'occasione, agli ascoltatori, concedete che all'applauso io attribuisca la significazione di una solenne promessa, quella che tutti concorderete, ingegneri d'Italia, elettricisti d'Italia, presenti ed assenti, a che l'augurio si compia.

IL CALCOLO MECCANICO DELLE CONDUTTURE (Nota sulle fondazioni) □ □ □

RENZO NORSA

1. — Se ci accingiamo a completare nei riguardi delle fondazioni lo studio, che già abbiamo fatto per i conduttori e per i sostegni (¹), vediamo subito che il materiale da prendere in esame è assai più scarso, e assai meno sicuro.

Per i conduttori, il calcolo meccanico non presenta forse più alcun punto inesplorato; vi è bensì, quanto ai sovraccarichi, molta disparità da paese a paese, d'altronde spiegabile colla stessa differenza delle condizioni climatiche; vi è anche alquanto discordanza nei criteri relativi alle massime sollecitazioni consentite, ma qui pure si nota però qualche tendenza ad una maggiore uniformità. Per i sostegni, il calcolo presenta ancora qualche incertezza, specialmente nella valutazione delle sollecitazioni susseguenti a rottura di fili e nei riguardi della presso-flessione e delle relative formule.

Ma per le fondazioni stiamo assai peggio. Qui la materia offre particolari difficoltà già nei riguardi tecnici (difficoltà d'altronde comune a tutti i problemi aventi relazione colla spinta delle terre) tanto che non vi è forse ancora oggi un sistema di calcolo del tutto soddisfacente.

Nè può dirsi che con adeguate ricerche pratiche si sia supplito alle deficienze del lato teorico. Prove effettivamente eseguite di resistenza di fondazioni ve ne sono assai poche. Cosicché anche una esposizione come la nostra, avente il solo scopo di fissare, con sufficiente chiarezza, i termini del problema per promuoverne la discussione, presenta già pur essa qualche difficoltà.

2. — Cominciamo, così come abbiamo fatto altre volte, a vedere i suggerimenti contenuti nelle norme dei vari paesi. Purtroppo però, per quel che riguarda le fondazioni, tutte le norme sono più o meno deficienti.

Le norme della nostra A. E. I. contengono soltanto un breve accenno alla stabilità delle fondazioni nel capitolo « Incroci ed attraversamenti », ove è detto che la fissazione dei sostegni nel suolo e nelle pareti ed opere murarie destinati a sopportarli, deve essere eseguita nella campata di attraversamento e per le linee situate al livello più alto, in modo da offrire un momento di stabilità pari almeno al momento massimo di rovesciamento.

Le norme per gli attraversamenti delle nostre F. S. con condutture elettriche destinate al trasporto di energia prescrivono, nella loro recente revisione, analogamente per altro a quanto già prescrivevano nella edizione precedente, che le fondazioni dei sostegni della campata di attraversamento siano di calcestruzzo o di muratura e dimensionate in guisa che rispetto ad ogni spigolo della base, quadrata o rettangolare, del masso, il rapporto fra il momento di stabilità e quello di rovesciamento prodotto dall'insieme più sfavorevole delle azioni applicate al pilastro non riesca mai inferiore ad 1.4, non tenendo alcun conto della resistenza offerta dal terreno laterale. Analoga prescrizione vien fatta anche per il caso in cui il sostegno, anziché avere una fondazione a blocco unico, abbia più blocchi di fondazione separati. È richiesto inoltre che la pressione massima esercitata dai massi di fondazione sul terreno sottostante non superi il limite ammissibile con tutta sicurezza pel terreno stesso.

3. — Le norme svizzere sono, per ciò che riguarda le fondazioni dei sostegni, piuttosto sommarie. Assai opportunamente viene prescritto in generale di adattare la fondazione alla natura del terreno.

(¹) L'Elettrotecnica; 5 settembre e 5 novembre 1922.

Quanto alle opere speciali di fondazione, ossia ai blocchi di muratura o simili, si richiede che essi siano calcolati con un coefficiente di sicurezza eguale ad uno, senza riguardo alla reazione del terreno.

Anche le *norme francesi* non contengono notizie di particolare interesse riguardanti le fondazioni. Come già altra volta abbiamo ricordato, in tali norme (Circularire et arrêté del 30 luglio 1921) è fissato in generale un coefficiente di sicurezza 3 per le condutture di distribuzione e di alimentazione di seconda categoria, cioè a tensione superiore ai 600 Volt per la corrente alternata e ai 150 per la corrente continua, allorché tali condutture seguono le strade pubbliche o attraversano corsi d'acqua non navigabili. Il coefficiente è portato a 5 negli attraversamenti di strade, nelle agglomerazioni e negli attraversamenti di corsi d'acqua navigabili. Negli attraversamenti ferroviari, è prescritto un coefficiente di sicurezza 10 per i conduttori e un coefficiente 5 per gli organi dei supporti e per le *murature di fondazione*, senza tener conto della resistenza laterale delle terre. Ancora negli attraversamenti ferroviari e nell'ipotesi della rottura di tutti i conduttori da un medesimo lato, il coefficiente di sicurezza dell'installazione, compreso l'eventuale amarraggio, deve essere almeno eguale ad uno, senza tener conto della resistenza del terreno laterale.

Veniamo alle *norme tedesche*. Queste, al solito, hanno subito d'anno in anno notevoli elaborazioni e mutamenti. Una volta le norme del V. D. E. si limitavano a prescrivere che i blocchi di fondazione fossero calcolati verificando le pressioni massime in corrispondenza degli spigoli della faccia inferiore, senza tener conto del terreno laterale e colla condizione che tale pressione non avesse a superare il valore di 2,5 kg per cm². Successivamente tale norma è stata attenuata colla concessione di tener conto nel computo del peso totale, quale entra nelle equazioni di equilibrio, oltre che del palo e del blocco di fondazione, anche del terreno compreso fra le quattro pareti laterali del blocco e altrettanti piani di clivaggio formanti colle pareti stesse angoli di 30°. In seguito però anche tale prescrizione è stata riconosciuta non rispondente e ciò soprattutto dopo le esperienze (delle quali diremo appresso) intraprese dal Froehlich e in base alle quali il medesimo costruì e propose tutta una serie di formule. Onde sino dal 1919 le «*Normen fuer Freileitungen*» consentono senz'altro che i calcoli delle fondazioni siano fatti colle formule del Froehlich.

Le norme tedesche contengono anche qualche altra avvertenza che vale la pena di ricordare. Così consigliano di avere speciali accorgimenti nel caso di fondazioni costruite sopra scarpate d'argini o di terrapieni o in terreni soggetti a inondazioni. Come composizione del calcestruzzo le norme stesse permettono l'impiego di, al massimo, nove parti in volume di misto (oppure quattro di sabbia e otto di ghiaia o pietrisco) per una parte di cemento.

Per i pali di legno, le norme tedesche consigliano di interrarli per un sesto della loro lunghezza con un minimo di m. 1,60 e consigliano di sempre bene comprimere il terreno tutto attorno prendendo anche, quando occorra, come ad es., nei terreni poco consistenti, degli opportuni provvedimenti speciali. Per i sostegni metallici le stesse norme suggeriscono la catramatura di quelle parti che risultassero a diretto contatto col terreno (come ad esempio avviene nelle fondazioni a piastra).

Le *norme austriache* sono simili alle tedesche. Esse permettono di tener conto nel calcolo delle fondazioni del peso del terreno laterale compreso fra il blocco e 4 piani di scorrimento formanti colle pareti laterali angoli di 30°. Le formule del Froehlich sono pure ammesse, quando però si ritenga giustificato il fare assegnamento sulla resistenza del terreno laterale, in quanto il terreno stesso sia ben sodo e resistente; la quale condizione può ritenersi raggiunta, allorché il getto del calcestruzzo sia effettuato senza armatura, in guisa da riempire completamente lo scavo e si abbia poi cura di ben comprimere la terra tutt'attorno fra il masso e il terreno vergine. Per i pali di legno le norme austriache consigliano di affondarli da 1,5 a 2,5 metri e non meno di 1/7 della loro lunghezza.

Anche le *norme americane* del Bureau of Standards (National Electrical Safety Code) dedicano solo poche parole alle fondazioni. Le torri e i pali d'acciaio, dicono tali norme, dovrebbero di preferenza essere fissati su fondazioni di calcestruzzo o su altre fondazioni adatte sporgenti dal suolo. Se invece i montanti di ferro sono direttamente interrati, essi debbono essere protetti contro i pericoli della corrosione, sia sotto terra che a filo di terra. Quanto al coefficiente di sicurezza le norme americane osservano che, poichè in molti luoghi, suolo e condizioni climatiche sono tali che la resistenza delle fondazioni può risultare ogni tanto alterata, converrà prevedere per le fondazioni stesse una sicurezza superiore a quella che potrebbe sembrare sufficiente, in base a un calcolo fatto supponendo condizioni medie di clima o di suolo.

Per i pali di legno le norme americane consigliano di interrarli da 1/5 a 1/9 della loro lunghezza con un minimo di m. 1,50 per pali sino a m. 7,50 e un massimo di m. 2,40 per pali di 21 metri.

4. — Come si vede, le notizie che si possono trarre dalle norme esistenti sono piuttosto vaghe e scarse, e se vogliamo tentare di adentrarci nell'argomento dobbiamo scegliere altra via. Perciò, pure essendo l'intento che ci proponiamo essenzialmente pratico e cioè, come testè detto, di fornire materia per una discussione dell'argomento e preparare il terreno per un eventuale ampliamento delle nostre norme, siamo per necessità condotti a rifarci, almeno per sommi capi, alle investigazioni teoriche e a quelle poche ricerche sperimentali di cui si ha notizia.

Per rendere più rapida la lettura di questa nota, tentiamo di esporre nel testo la materia col minor ingombro di formole e rimandiamo all'appendice chi abbia desiderio di approfondire la parte calcolata.

5. — Dobbiamo considerare sia le fondazioni a *blocco unico*, e cioè quelle nelle quali il piede del sostegno è fissato al suolo con un sol blocco di muratura, sia le fondazioni a *blocchi separati*, nelle quali ognuno dei montanti è assicurato individualmente al terreno. Vi sono anche le fondazioni del così detto tipo *a piastra*, alle quali accenniamo per ultimo.

La più semplice fondazione è quella che si ha, quando un palo viene direttamente infisso nel suolo. La profondità di interrimento è indicata dall'esperienza e abbiamo visto come alcune delle norme, p. es., le tedesche, le americane, fissino delle direttive all'uopo. In questo caso il palo è tenuto in equilibrio dall'azione del terreno laterale. Possiamo cioè rappresentarci il palo (fig. 1) come sollecitato

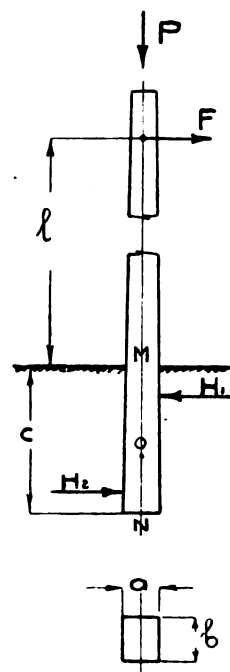


Fig. 1.

da una forza orizzontale F , risultante delle forze orizzontali esterne (vento sul palo, sui fili, ecc., oppure tiro dei fili), e da una forza verticale P risultante delle forze verticali esterne (peso del palo, dei fili, degli isolatori, ecc.).

Perchè siano realizzate le due condizioni fondamentali alle quali debbono soddisfare i sistemi in equilibrio, dovrà essere anzi tutto $\sum f = 0$. Dovrà quindi alla P fare equilibrio la resistenza d'attrito fra terreno e superficie del palo. Parimenti dovranno alla F fare equilibrio le reazioni del terreno che, per i tratti MO e NO , essendo O il punto attorno al quale il palo tende a rovesciarsi, indichiamo con H_1 e H_2 , risultanti delle reazioni nelle singole unità di superficie. Inoltre dovrà essere $\sum M = 0$, e dovrà quindi il momento della F rispetto ad un punto qualsiasi, per es., O , essere eguale e contrario alla somma dei momenti rispetto ad O delle H_1 e H_2 .

Per semplice che possa parere il problema, la sua risoluzione presenta già qualche difficoltà e la ragione sta in ciò, che noi non sappiamo bene in qual modo il terreno reagisca alle pressioni del palo, e quindi, secondo che supponiamo che tali reazioni seguano una od altra legge, otteniamo una diversa soluzione del problema.

Così possiamo supporre che, col crescere della profondità, l'elasticità del terreno si mantenga costante, oppure invece diminuisca, ad esempio, linearmente, ipotesi quest'ultima che probabilmente assai meglio si accosta alla realtà. Il valore massimo della pressione spe-

cifica passiva (ossia subita dal terreno ad opera del palo) risulta rispettivamente:

$$k_1 = \frac{F(l + \frac{2}{3}c)}{b c^2 \frac{6}{6}}$$

oppure

$$k_2 = \frac{F(l + \frac{1}{2}c)}{b c^2 \frac{12}{12}}$$

essendo appunto k_1 e k_2 i valori massimi delle pressioni specifiche ed essendo gli altri simboli indicati nella figura.

Se il palo, anzichè essere parallelepipedo, come nella figura, fosse cilindrico, si potrebbero applicare le stesse espressioni ma in tal caso la larghezza utile di appoggio dovrebbe ragguagliarsi a $\frac{\pi}{4} d$, essendo d il diametro del palo.

Supponiamo un palo lungo 10 metri, interrato 2 metri, e si ammetta che il k massimo a 2 m. di profondità, tenuto conto della cilindricità, sia 1 kg. per cm^2 . Se il diametro del palo nella parte interrata è di 20-22 cm. si ha, dalla seconda formola, che per quanto riguarda la resistenza del terreno laterale, il palo può resistere a un momento, riferito a metà della profondità d'interramento, di circa 700 kgm., e quindi a un tiro in testa di una ottantina di kg.

Abbiamo così brevemente esaminato un tipo di fondazione la cui stabilità si basa per intero sulla resistenza del terreno laterale.

6. — In contrapposto a quanto avviene nel tipo di fondazione testè studiato, vediamo che nel calcolo delle fondazioni più importanti, e cioè degli ordinari massi di calcestruzzo nei quali sono affondate le basi dei sostegni a traliccio (²), il concetto della resistenza del terreno laterale è per lo più completamente lasciato da parte e a base del calcolo, come abbiamo visto dall'esame delle varie norme, vien presa esclusivamente la pressione massima che il blocco colla sua base esercita sul terreno sottostante.

A quali concetti si ispiri tale consuetudine non sapremmo veramente dire. Forse si è pensato che sulla resistenza del terreno laterale non potesse farsi un sicuro affidamento, pel fatto che il terreno stesso risulta smosso durante lo scavo che precede il getto del calcestruzzo. Forse si è anche pensato di lasciare la resistenza del terreno laterale come una specie di maggiore margine di sicurezza, di riserva, alla stabilità della fondazione. Sta il fatto che la prescrizione relativa al calcolo della stabilità delle fondazioni senza tener conto della resistenza offerta dal terreno laterale, è comune a molte norme (le nostre delle F. S., le norme francesi per gli attraversamenti ferroviari, le norme svizzere).

In questo caso la verifica della fondazione vien fatta colla formola

$$k = \frac{2}{3} \frac{P}{b} \frac{1}{\frac{a}{2} - \frac{F(l+c)}{P}}$$

nella quale k è la pressione specifica massima sul terreno sottostante, F è la risultante delle forze orizzontali esterne, agente ad un'altezza l sul livello del suolo, P è il peso totale (palo e fondazione); a , b , c sono le tre dimensioni del blocco parallelamente alla F , normalmente alla stessa in orizzontale, e verticalmente in profondità.

Però l'applicazione della formola, così tal quale, porta a blocchi di dimensioni esagerate per rispetto a quelle che la pratica ha dimostrato bastevoli. Da questo fatto deve esser derivata la consuetudine, sanzionata poi dalle norme tedesche, che la accolsero per qualche anno, e dalle austriache che la accolgono tutt'ora, di prendere per P non il peso del blocco (e del palo) soltanto, ma bensì il peso stesso più quello dei prismi di spinta adiacenti, computati questi ultimi in base a un angolo di scorrimento (rispetto alla verticale) di circa 30°. Si tratta di una convenzione la cui portata è essenzialmente pratica, ma di carattere piuttosto empirico, come è meglio chiarito nell'appendice.

7. — Gli studi più importanti compiuti allo scopo di accertare l'importanza della resistenza del terreno laterale nel calcolo delle fondazioni dei sostegni, sono probabilmente quelli ai quali si è ac-

cinto l'ingegnere Froehlich sino dal 1913, per incarico del Ministero delle Poste tedesco e col concorso di vari fabbricanti di pali in ferro, e che dal medesimo furono poi pubblicati in alcuni articoli e in una monografia. (³)

Il Froehlich sperimentò su una diecina di fondazioni di vario tipo, prismatiche, tronco piramidali, a gradini, e determinò gli spostamenti che tali fondazioni subivano sotto determinati sforzi applicati in testa a un palo ben rigido fissato alle fondazioni stesse. Egli ritenne che in pratica, per pali di 20 metri si potesse ancora tollerare senza inconvenienti uno spostamento della testa del palo di una trentina di centimetri, e in corrispondenza a spostamenti di quest'ordine di grandezza, calcolò la reazione massima del terreno risultante dalla formola vista dianzi e valevole per le fondazioni semplicemente appoggiate. Trovò naturalmente dei valori delle reazioni che la pratica dovrebbe ritenere inaccettabili, mentre le fondazioni dimostravano di lavorare ancora in modo soddisfacente.

Anche tenendo conto dei prismi di spinta adiacenti al blocco, non riuscì tuttavia a bene armonizzare la teoria colla pratica. Si accinse allora a determinare per altra via delle formole che potessero meglio prestarsi al calcolo delle fondazioni.

Riferendosi ad alcune esperienze eseguite dall'Engels su delle aste infisse nel terreno, e alla elaborazione teorica che dei risultati ottenuti dall'Engels fu fatta dal Mohr, arrivò a tutta una serie di formole che egli suggerì di adottare. Gli studi del Froehlich, da lui estesi anche alle fondazioni a piastre, hanno avuto notevole seguito in Germania e anche in Austria, tanto che, come abbiamo visto, le norme tedesche prescrivono senz'altro che le fondazioni debbano calcolarsi secondo il metodo del Froehlich. Al Froehlich spetta certamente il merito di aver richiamato l'attenzione sull'inutile spreco di materiale che vien fatto allorché le fondazioni si calcolino come semplicemente appoggiate. Qualche dubbio rimane invece sul rigore delle formole dal Froehlich proposte. (⁴)

8. — Da quanto siamo andati dicendo si vede che, in sostanza, tutto il problema tecnico economico delle fondazioni si impenna sulla questione: come e quanto tener conto della resistenza del terreno laterale. A noi sembra fuori dubbio che di tale resistenza si possa e si debba tener conto: i pali infissi nel terreno, che abbiamo considerato prima delle fondazioni a blocco di calcestruzzo, in tanto si reggono, in quanto al loro rovesciamento si oppone appunto il terreno laterale. Se ci rifacciamo alla espressione $k = \frac{M}{b c^2 \frac{12}{12}}$ che ab-

biamo indicata dianzi parlando dei pali, vediamo che, se si assegna a k il valore di 1.2 kg per cm^2 , ossia 12 000 kg per m^2 , e se il blocco ha b (dimensione parallela alla linea) eguale a 1 metro e c (profondità) eguale a 2.5 metri, per la sola azione del terreno laterale la fondazione resisterebbe a un momento di 6250 kgm; se fosse b eguale a 2 metri, M diverrebbe eguale a 12 500 kgm. Si tratta dunque di momenti resistenti abbastanza considerevoli, dei quali non si può tanto presto rinunciare a tener conto, se non con notevole sacrificio della economia. Tutta la difficoltà sta nel valutare convenientemente tale resistenza del terreno laterale.

Un metodo abbastanza semplice è indicato, a tal uopo, nella nota sul «Calcolo meccanico delle linee aeree» preparato dalla Commissione tecnica del Sindacato professionale dei produttori francesi di energia elettrica (⁵). In tale nota la resistenza del terreno laterale è valutata in base alle differenze fra le spinte esercitate rispettivamente dal blocco sul terreno e dal terreno sul blocco, e cioè in base alla differenza fra le così dette spinte *passiva* e *attiva*; le quali, secondo la teoria della spinta delle terre e secondo le notazioni della fig. 2, sono date rispettivamente dalle due espressioni

$$\frac{1}{2} \delta_t c^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) ; \quad \frac{1}{2} \delta_t c^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (6)$$

essendo δ_t il peso del terreno e φ l'angolo d'attrito.

I punti di applicazione di tali spinte sono i baricentri dei rispettivi diagrammi (triangolari) delle pressioni. È noto che la spinta passiva è per lo più assai maggiore della spinta attiva. Per esempio per $\delta_t = 1600$ kg per m^3 , $\varphi = 36^\circ$ e $c = 1$ metro, la pressione passiva alla base del blocco sarebbe in ragione di 6160 kg per m^2 , la pressione

(³) H. FROELICH: Beitrag zur Berechnung von Mastfundamenten, 2ª ediz. Ernst, Berlino 1921.

(⁴) Vedi appendice.

(⁵) Revue Générale d'Electricité; 12 marzo 1921. Questa nota mi è stata cortesemente indicata dall'ingegnere Drouin, direttore dei servizi tecnici della Compagnie Générale d'Electricité, che mi ha anche inviato alcuni chiarimenti sui calcoli in essa contenuti.

(⁶) nell'ipotesi di suolo orizzontale e di nessun attrito fra le pareti del blocco e il terreno col quale sono a contatto.

(²) sia che i montanti vengano direttamente murati nel blocco di calcestruzzo, oppure vengano ad esso assicurati mediante bulloni, amarraggi od altro sistema (cfr. Cangia, Atti AEI 1913, p. 1069; Vittorelli, Elettrotecnica, 25-1-1920); sia che si tratti di blocchi pieni o di fondazioni svuotate alle quali, per economia, si è ricorso specialmente negli ultimi anni.

attiva in ragione di 416 kg; le spinte totali risulterebbero rispettivamente di 3080 e 208 kg per ogni metro di larghezza del blocco ($b = 1$) e la loro differenza eguale a 2872 kg. Per $c = 2$ metri, la differenza sarebbe 4 volte maggiore, ossia circa 11500 kg. (⁷).

9. — Fin qui però i metodi ai quali abbiamo accennato tengono conto o della sola reazione del terreno sottostante alla fondazione o della sola reazione del terreno laterale, mentre in realtà occorrerebbe tener conto di tutte e due tali reazioni. Un siffatto metodo è stato recentemente indicato dal prof. Andrée (⁸) e viene da noi riportato nell'appendice. Pregi del metodo Andrée sono: 1) di tener conto, come detto testè, della reazione del terreno sottostante e delle reazioni del terreno laterale; 2) di permettere di attribuire alle reazioni laterali una importanza maggiore o minore a seconda dell'assegnamento che si crede di poter fare sul terreno stesso, sia in relazione alla sua consistenza, sia in relazione ai minori o maggiori smuovimenti ai quali il terreno sarà stato sottoposto durante la costruzione della fondazione.

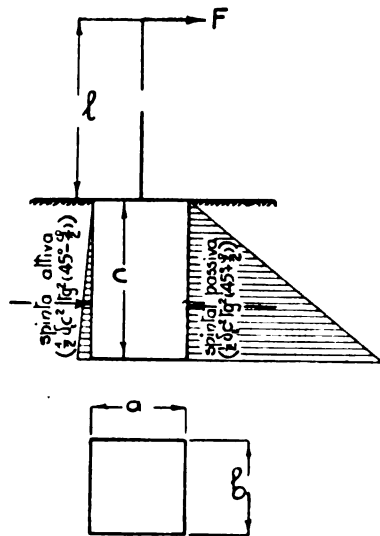


Fig. 2.

All'esame del metodo Andrée, facciamo seguire un altro metodo simile, il cui studio ci è stato suggerito appunto dal metodo Andrée, ma che forse dovrebbe presentare rispetto a quello qualche vantaggio. Rimandiamo dunque all'appendice chi voglia approfondire l'esame di questo argomento.

Qui, prima di passare innanzi, ci limiteremo ad insistere ancora sul fatto che il prescrivere, come in alcune delle norme, che il calcolo delle fondazioni debba farsi senza tenere alcun conto della resistenza del terreno laterale, significa obbligare i costruttori ad un inutile ed abbastanza rilevante sciupio di materiale.

10. — *Fondazioni a blocchi distinti* (o con piedi direttamente interrati). Quando le dimensioni del sostegno alla base oltrepassano certi limiti, la fondazione a blocco unico diventa impossibile per ragioni economiche. Conviene allora far lavorare i vari montanti ognuno per proprio conto (o direttamente nel terreno oppure fissandoli a blocchi separati di calcestruzzo).

Questi sono i tipi di fondazione abituali nelle torri americane a larga base. Vi sono, agli Stati Uniti, fautori sia del tipo a piedi direttamente interrati (*iron footings*) che con una accurata zincatura sembra abbiano resistito parecchi anni nel terreno senza deteriorarsi,

(⁷) Per valutare l'azione che tale differenza fra spinta passiva e attiva ha nel contrastare l'azione di ribaltamento del blocco da parte delle forze esterne, si potrebbe, come è indicato nella nota alla quale ci riferiamo, calcolarne il momento rispetto ad uno spigolo della base. Nel caso testè accennato ($b = 1$ metro, $c = 2$ metri, $d_t = 1600$ kg. per m^3 , $\varphi = 36^\circ$) il momento resistente risulterebbe di $11500 \times 0,67$ ossia circa 7700 kgm. Sembra però a noi che il metodo ora accennato possa facilmente portare a una sopravvalutazione della resistenza del terreno laterale per il fatto che, avvenendo la rotazione del blocco attorno ad un asse che è a una certa distanza dalla faccia inferiore, il triangolo della spinta passiva non può essere sfruttato integralmente, o, in altre parole, il diagramma delle reazioni del terreno non coincide col triangolo della spinta passiva. E da notare che la spinta attiva, tanto minore della passiva, può in questi problemi per lo più trascurarsi, senza commettere grave errore.

(⁸) W. L. ANDRÉE: Zur Berechnung von Mastenfundamenten. Der. Eisenbau, 15 giugno 1920.

sia dell'altro tipo a blocchi di calcestruzzo (⁹). Quest'ultimo viene però per lo più preferito per le torri d'amarraggio, anche perchè il tipo a piedi interrati ha naturalmente una minor resistenza, specie quando il terreno sia imbevuto di acqua.

Coll'aumentare dell'importanza delle condutture, segnalemente di quelle ad altissima tensione, si è ricorso più recentemente anche in Europa alle fondazioni separate. Così ad esempio la A.-G. Motor di Baden ha, sino dal 1919, pubblicati i risultati di esperienze eseguite su blocchi tronco conici di calcestruzzo, nei quali vengono assicurati opportuni ferri d'angolo, che a lor volta servono a trattenere i montanti dei pali. (¹⁰).

I piedi direttamente interrati, oppure i blocchi singoli nei quali sono racchiuse le estremità dei montanti, vengono ad essere sottoposti a varie forze, delle quali appunto occorre tener conto nel calcolo della fondazione. Sono sforzi diretti dal basso all'alto, o dall'alto al basso, nella direzione del montante e sono inoltre sforzi di rovesciamento del piede o del blocco singolo. I primi corrispondono alle sollecitazioni di tensione o di compressione che si hanno negli stessi montanti. I secondi sono determinati dal fatto che alla base del palo in corrispondenza dell'ultimo nodo del traliccio, viene da questo tra-

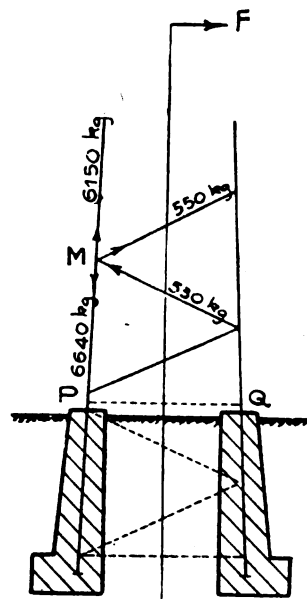


Fig. 3.

smesso al montante tutto lo sforzo che vi è nel traliccio stesso. Per esempio, se da un nodo M di un montante (fig. 3), si staccano due tralicci, uno teso ed uno compresso, la risultante degli sforzi di tali tralicci ha la direzione del montante e cioè lo sforzo nel montante (teso) al di sopra del nodo M è p. es. 6150 kg e al di sotto 6640 kg; l'aumento non è altro che la risultante degli sforzi nei due tralicci. Ma se uno dei tralicci, p. es. quello compresso, manca, l'azione dell'altro traliccio viene ad avere una componente normale al montante.

Per eliminare un simile inconveniente vi sarebbe un modo, fare sì che gli sforzi nei tralicci risultino nulli; il che si verifica quando il punto di applicazione della F sia il punto stesso di convergenza dei montanti; ma una simile condizione è difficile ad essere realiz-

(⁹) Si vedano sull'argomento gli articoli di Walls, Leeper, Mitchell, Downing e Connery pubblicati nelle Transactions A. I. E. E. 1915, p. 1201 e seg. Ritene Walls che gli *iron footings* sopportino degli sforzi di strappamento da 10 a 15 mila kg (a seconda del tipo costruttivo, gamba semplice o tripode) e che invece coi montanti imprigionati in blocchi di calcestruzzo si oltrepassino i 30 mila kg.

Da noi l'ing. Marinoni ha studiato un piede in cemento armato che, per ciascun montante, viene costituito da una piastra di circa un metro in quadro, rinforzata da nervature e unita con quattro gambe a un corpo cilindrico cavo pure in cemento armato, entro il quale il montante viene fissato con una piccola gettata di calcestruzzo. Egli ritiene, in base ad esperienze eseguite, che una siffatta fondazione resista bene a sforzi di strappamento o di compressione di oltre 10 mila kg. anche in terreni sciolti.

(¹⁰) Ein neues Verfahren fuer die Verankerung von Tragwerken fuer Freileitungen, mit Angabe der Resultate von Belastungsversuche. Bulletin des S. E. V. 1919, n. 9. Si è trovato, per esempio, che un blocco alto m. 1,90, con un diametro di 300 mm. in testa, di 650 al piede e con un volume di m^3 0,4 può resistere sino ad un tiro (o ad una compressione) di 30 tonnellate e quindi può esser fatto lavorare a 10 tonnellate con sicurezza 3.

zata in pratica. Altro espediente potrebbe essere quello di proseguire l'intralicciatura anche nella parte interrata, così che, risultando lo sforzo dell'ultimo traliccio sul montante riportato alla base del blocco, verrebbe per lo meno ad essere evitata la sollecitazione di rovesciamento del blocco stesso.

Ma anche un simile provvedimento potrebbe, se mai, essere applicato solo in alcuni casi e, ad esempio, sarebbe di assai difficile attuazione nelle torri a larghissima base di tipo americano. Ne è da credere che all'inconveniente si potrebbe rimediare coll'aggiunta di una membratura orizzontale, come PQ , perchè è evidente che con questo verrebbe bensì sottratto alla sollecitazione normale il montante MP teso, ma riuscirebbe sollecitato in modo analogo il montante compresso. Un espediente invece che viene adottato da un costruttore ⁽¹¹⁾ è quello di portare l'ultimo nodo alquanto al di sotto del livello del suolo, disponendo inoltre nel nodo stesso alcuni ferri a C , in guisa da realizzare una certa superficie d'appoggio contro il terreno.

Comunque, da quanto si è detto si vede che le fondazioni separate, siano esse a piedi direttamente interrati o a blocchi distinti, dovranno calcolarsi tenendo conto, oltre che degli sforzi che si esercitano in direzione del montante, anche di questi sforzi normali e che quindi risultano in un'azione di piegamento del montante o di rovesciamento del blocco. Alla base del blocco singolo, questa azione di ribaltamento si estrinseca in modo analogo a quanto abbiamo visto parlando del blocco unico, e se si pensa dunque che allo sforzo di tensione principale del montante, viene ad aggiungersi, in corrispondenza di uno dei lati del blocco, questo ulteriore sforzo di sollevamento dovuto all'azione di rovesciamento, si vede come possa bene spiegarsi il fatto che l'azione principale per la quale la fondazione deve essere verificata risulti, per comune consenso dei costruttori che hanno studiato o adottato questo tipo, quella del sollevamento o dello strappamento dal terreno. Per resistere a tale sforzo si fa assegnamento di solito, oltre che sul peso stesso del blocco (e del palo coi suoi accessori) anche sul peso dei prismi di spinta (con un angolo per lo più di 30° rispetto alla verticale). E questo provvedimento sembra in questo caso giustificato, appunto perchè l'azione predominante rimane qui quella di sollevamento o di compressione del piede o del blocco.

11. — Dobbiamo terminare il nostro studio esaminando un altro tipo di fondazione introdotto, se non erriamo, da non molto tempo nella costruzione delle linee di trasmissione e cioè la fondazione a piastra. In Germania esso è stato usato con una certa larghezza, specie negli ultimi anni e vi è una serie di tipi (A. E. G., Siemens, Jucho) che differiscono per essere costituiti o da una sola piastra (di legno, di ferro, oppure di ferro e cemento armato) collegante tutti e quattro i montanti, oppure da una coppia di piastre alle quali i montanti sono assicurati due a due. Anche in Francia abbiamo notizie di una linea con fondazioni a piastra ⁽¹²⁾. In Italia non sappiamo se questo tipo sia già stato impiegato salvo che per fondazioni di pali di cemento armato. Nel caso di pali a traliccio occorre naturalmente per le ragioni già accennate che la intralicciatura sia proseguita entro il terreno sino a raggiungere la piastra.

Il Froehlich ha eseguito delle esperienze anche su fondazioni a piastra. Quanto al loro calcolo egli consiglia, nel caso della fondazione a piastre separate, di considerare che una delle piastre resista allo sforzo di sollevamento tenendo conto di tutto il prisma di terra sovrastante, con un angolo di scorrimento di una ventina di gradi rispetto alla verticale; e che l'altra piastra resista alla compressione, supposta una reazione massima nel terreno sottostante di $2,5 \text{ kg per cm}^2$. Per le fondazioni a piastra continua, il Froehlich suggerisce di calcolarle in modo analogo, considerando attive soltanto le due strisce laterali corrispondenti a un quarto della larghezza totale e ritenendo invece inattiva la metà centrale. Egli arriva così alla conclusione essere da preferirsi le fondazioni a piastra divisa.

(Continua).

⁽¹¹⁾ LEEPER, art. citato.

⁽¹²⁾ Forces Motrices du Haut Rhin; vedasi la relazione del Drouin su *Les Pylônes* al Congresso di Parigi del 1921.

Abbonamenti per Laureandi Ingegneri

È aperto un abbonamento speciale all'*Elettrotecnica* per il corrente 1923 (annata completa) al prezzo ridotto di L. 40,— per gli studenti regolarmente iscritti all'ultimo anno della Scuola di Ingegneria del Regno.

Gli studenti che desiderano abbonarsi devono inviare cartolina vaglia all'Ufficio Centrale con una dichiarazione della Direzione o di un Professore della Scuola da cui risulti la loro qualità di Laureandi Ingegneri.

I TRASFORMATORI DI MISURA IN RAPPORTO ALLA CONTINUITÀ DI ESERCIZIO NEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Ing. GINO CAMPOS



Note presentate durante la discussione del 22 febbraio 1923
:: :: :: alla Sezione di Milano :: :: ::

1. — In una discussione relativa alla continuità e regolarità di esercizio negli impianti elettrici, non è forse inopportuno venga richiamata l'attenzione sulle questioni relative ai trasformatori di misura, dato che questi possono facilmente costituire un punto debole negli impianti elettrici e quindi una sorgente di inconvenienti.

2. — Non è facile infatti, specialmente per i trasformatori di tensione; di riscontrare in essi un grado di sicurezza analogo a quello del macchinario maggiore; e ciò particolarmente per l'impossibilità di disporre del necessario spazio nell'isolamento tra spira e spira dell'avvolgimento ad alta tensione.

Viceversa in ragione della piccola potenza e quindi della maggiore induttanza che ritarda la penetrazione d'ogni perturbazione nei loro avvolgimenti, questi sono soggetti tra spira e spira a sollecitazioni anormali assai maggiori che non nei trasformatori di maggiore potenza.

Inoltre la inserzione di tali gruppi di trasformatori è bene spesso tale da poterla paragonare a quella di un vero e proprio scaricatore: quando infatti una sovratensione proveniente da una linea aerea, trova all'ingresso in una stazione l'enorme impedenza offerta da trasformatori di corrente non shuntati con opportune basse resistenze ohmiche, impedenza molte volte superiore a quella delle ordinarie bobine di self, essa si riflette e si innalza in quel punto ad un valore doppio e frequentemente trova ivi in derivazione i trasformatori di tensione, nei quali tende a scaricarsi come in un parafulmine.

3. — Nel mentre i trasformatori di tensione hanno solo a temere le sovratensioni, quelli di corrente sono altresì soggetti alle sovracorrenti, che colle potenze raggiunte dalle moderne centrali e dai loro raggruppamenti possono nei corti circuiti assumere valori grandissimi, quando non intervengano lunghezze sufficienti di linee od altre opportune limitazioni.

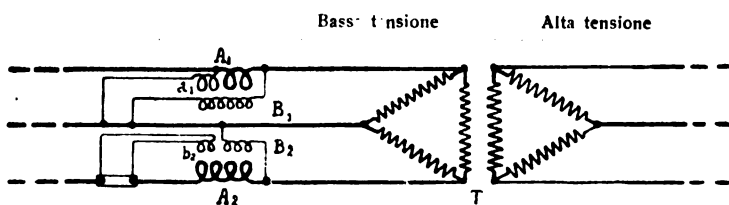


Fig. 1. — Schema di Wattmetro compensato C. G. S. (Ing. G. Campos).

Inoltre un guasto o la distruzione d'un trasformatore di tensione, quando non avvenga in forma troppo violenta, particolarmente con versamento d'olio, non determina che un breve arresto, essendo ordinariamente facile e per il momento sufficiente togliere di circuito l'elemento guasto. Invece per un trasformatore di corrente l'inconveniente anzitutto può assumere gravità assai maggiore, quale è quella d'una fase nettamente a terra; inoltre, data l'inserzione in serie sulla linea, richiede una più complessa installazione e manovra di coltelli separatori.

4. — D'altra parte, se sono utili e spesso necessarie le misurazioni (per le quali, salvo casi speciali, si impone l'impiego di trasformatori di misura), ancor più indispensabile è il comando degli apparecchi automatici o relais di scatto, sia per le interruzioni istantanee o differite di massima, sia per le protezioni differenziali; comando che solo in determinati casi può eseguirsi con azione diretta sull'alta tensione, e che più spesso è affidato a trasformatori di corrente, normali o speciali, più raramente anche a trasformatori di tensione.

5. — Da ciò la norma generale, specialmente relativa alle altissime tensioni, di ridurre al minimo il numero dei trasformatori di tensione e di corrente, aumentando al massimo le disposizioni e il grado di sicurezza.

6. — Per poter diminuire il numero dei trasformatori, affidando ad uno solo di essi l'alimentazione di più apparecchi, è necessario tener relativamente elevata la loro potenza; il che se è normale nei trasformatori voltmetrici per altissime tensioni, non si riscontra sempre in quelli per tensioni minori e tanto meno nei trasformatori di corrente. In questi anzi, è nettamente sconsigliabile (date le diverse esigenze) di tener unito il comando degli strumenti di misura, parti-

colarmente wattometrici, con quello dei relais di scatto; la quale considerazione, unitamente a quella di ridurre il numero dei passanti o analoghi isolamenti, conduce all'impiego di trasformatori di corrente due a due accoppiati, uno per misura, uno per relais, sia contenuti in una stessa cassa, sia inflati su uno stesso manicotto.



Fig. 2. — Trasformatore di corrente C.G.S. con resistenza in derivazione.

7. — Allo scopo di diminuire il numero dei trasformatori di misura sulle altissime tensioni, valgono pure le disposizioni con compensazione che permettono di ottenere, per es., il valore della potenza o della tensione sul lato alta tensione di una trasformazione, con inserzione degli apparecchi sul lato bassa tensione (fig. 1).

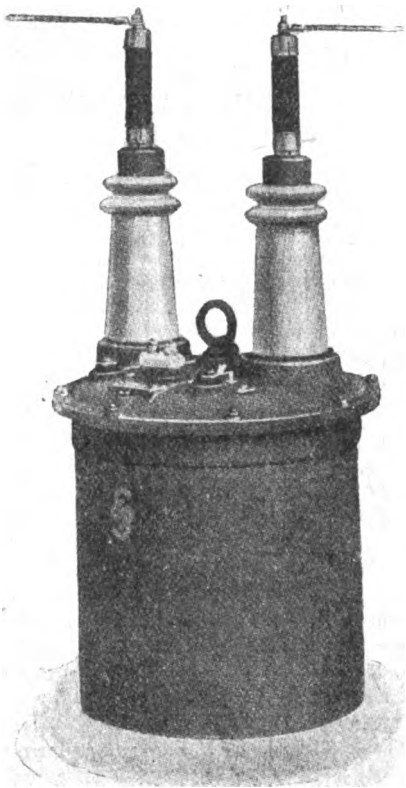


Fig. 3. — Trasformatore di tensione Siemens con resistenze in serie.

8. — Per aumentare la sicurezza sono utilissime le resistenze ohmiche di valore opportuno, messe in parallelo col primario dei trasformatori di corrente (fig. 2), ad impedire le facili sopraelevazioni di tensioni contro tali avvolgimenti; messe in serie col primario dei trasformatori di tensione (fig. 3) a ridurre in modo efficacissimo le sollecitazioni tra spira e spira. Per elevatissime tensioni si avranno in questi ultimi dei vari gruppi di resistenze, analoghi a quelli allo stesso scopo impiegati con ottimo successo nei piccoli trasformatori

americani per precipitazione delle polveri (fig. 4). In ogni caso il funzionamento delle valvole fusibili, di assai dubbia utilità da sole nei trasformatori di tensione, diventa efficace e razionale se unito all'impiego di resistenze (fig. 5). Per questi ultimi si osserverà inoltre di inserirli possibilmente a valle dei trasformatori di corrente

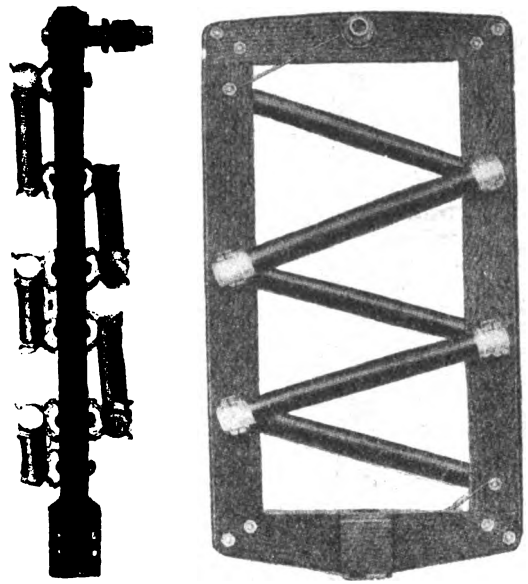


Fig. 4. — Gruppo di resistenze per *precipitation transformer* della General Electric Co.

rispetto alle linee esterne, cioè verso la parte interna dell'impianto, usufruendo così della protezione offerta dall'induttanza dei trasformatori di corrente.

9. — Una diminuzione delle sollecitazioni tra spira e spira nei trasformatori di tensione è pure data dal carico secondario, il quale riduce l'induttanza primaria e distende così il fronte ed il gradiente delle perturbazioni che penetrano nell'avvolgimento.

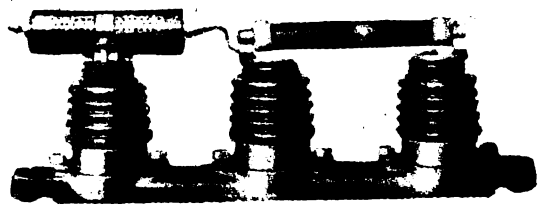


Fig. 5. — Valvola fusibile e resistenza ohmica per trasformatori di tensione.

10. — Per limitare, in caso di corto circuito tra spira e spira dei trasformatori di tensione, l'entità del fenomeno che ne consegue, per impedire in ogni caso che esso possa raggiungere una forma esplosiva, vale la suddivisione della tensione tra due trasformatori, ognuno dei quali per esempio per tensione metà, messi coi primari in serie tra loro (e altrettanto coi secondari).

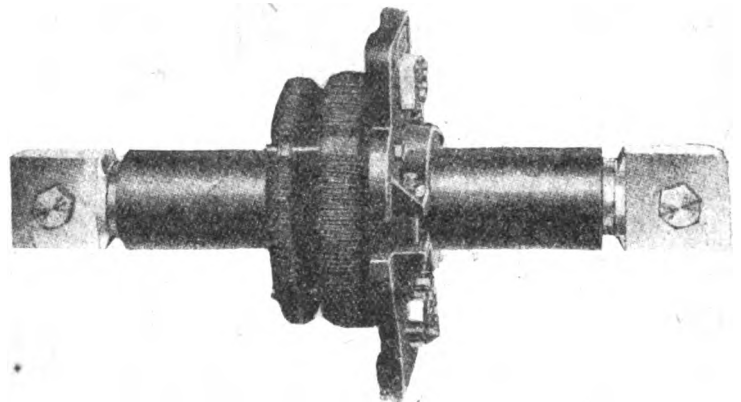


Fig. 6. — Trasformatore doppio di corrente, tipo Siemens.

Mediante tale disposizione, ognuno dei due trasformatori funziona come una reattanza rispetto all'altra, in caso di corto circuito in questo. Analogamente ad una coppia di trasformatori di tensione disposti a V è utile sostituire un gruppo di tre disposti a stella; ad un gruppo di tre trasformatori disposti tra fasi e terra per indicazione

delle terre, è utile sostituire un gruppo di quattro, di cui tre a stella e il quarto tra il centro di questa e la terra.

In simili gruppi, ogni elemento oltreché essere per tensione minore della complessiva negli avvolgimenti, potrà pure esserlo in tutti o parte dei terminali; il che diminuisce il costo di tale disposizione di sicurezza.

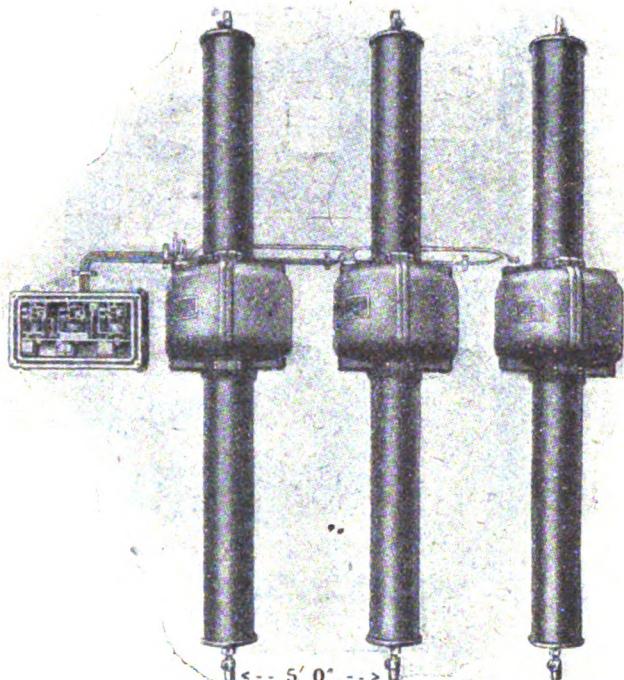


Fig. 7. — Passamuro a trasformatore di Reyrolle A. & C. Ltd.

11. — Sia per i trasformatori di tensione, sia per quelli di corrente, è in ogni caso opportuno che i coefficienti di prova e specialmente i coefficienti di sicurezza non soltanto non siano minori di quelli del rimanente macchinario, ma che in considerazione del limitato costo in confronto all'importanza ed ai possibili pericoli di tali piccoli apparecchi, siano notevolmente maggiori; e ciò tanto più quanto maggiore è l'importanza dell'impianto e delle conseguenze di una eventuale interruzione, specialmente quando trattisi di un impianto generatore o di un nodo principale di distribuzione.

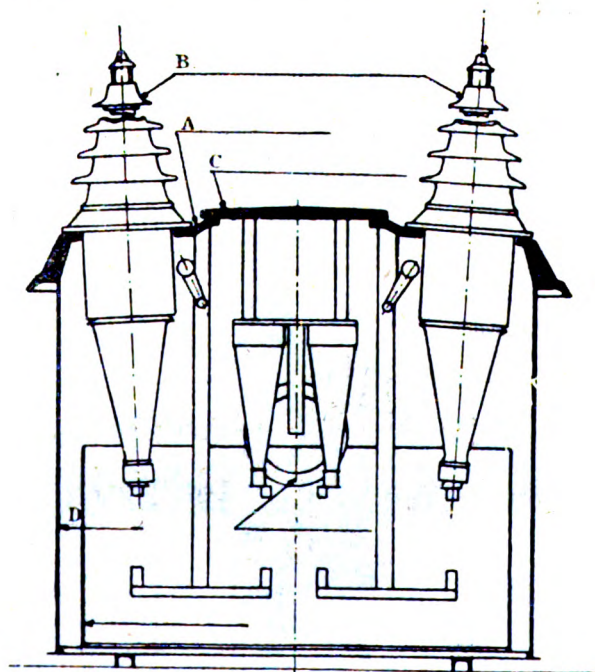


Fig. 8. — Interruttore con trasformatore di corrente interno di La Metallurgie Electrique.

Per esempio può essere razionale, tenendo conto delle considerazioni d'ordine economico, di pretendere, per un trasformatore di tensione da 8000 V una prova ed una sicurezza assai maggiore in una centrale che a tale tensione produca indi trasformati ad altissima ten-

sione parecchie decine di migliaia di kW, che non in un modesto impianto ricevitore di qualche centinaio di kW per uso d'un particolare utente.

A maggior ragione la stessa cosa potrebbe dirsi per un trasformatore di corrente, quando anche fossero analoghe le condizioni di funzionamento nei due casi, ciò che in generale non è giacché, a parità di corrente normale, possono essere assai diverse nei diversi casi l'entità e la durata delle correnti possibili di corto circuito.

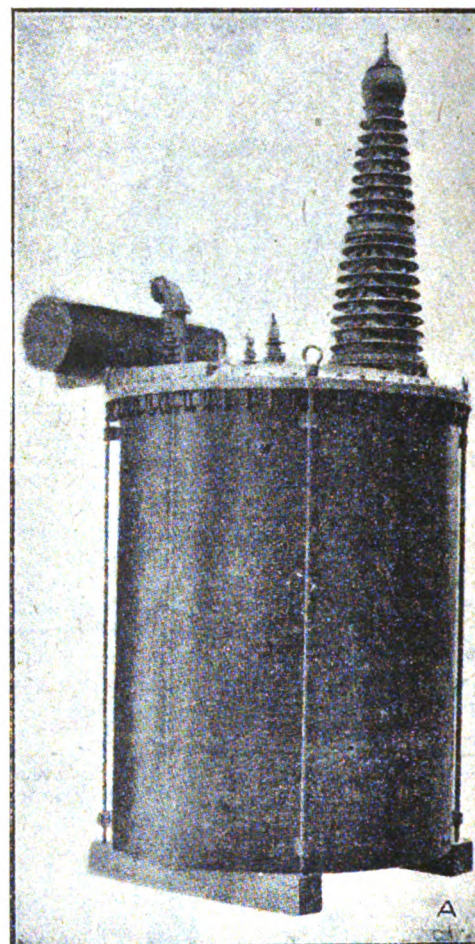


Fig. 9. — Trasformatore della General Electric Co. (8333 kVA, 127000 V, monofase, con un polo a terra per trasporto a 220000 V) con trasformatore di corrente interno.

12. — Da ciò l'opportunità di due serie diverse in tali trasformatori, serie normale e serie speciale, e ciò particolarmente per i trasformatori di corrente, tenendo presente che le prove e i coefficienti di sicurezza sopra accennati riguardano:

- | | |
|-------------------------------|--|
| nei trasformatori di tensione | $\left\{ \begin{array}{l} a) \text{ l'isolamento alla massa;} \\ b) \text{ l'isolamento tra spira e spira;} \end{array} \right.$ |
| nei trasformatori di corrente | $\left\{ \begin{array}{l} a) \text{ l'isolamento alla massa,} \\ b) \text{ l'attitudine a sopportare le sovra-} \\ \text{correnti.} \end{array} \right.$ |

Quest'ultima considerazione venne tenuta presente in talune Norme estere, le quali fanno dipendere per i trasformatori di corrente i coefficienti di sicurezza d'isolamento anche dall'entità dei possibili corti circuiti. Come più sopra si è accennato, la necessità di una adeguata sicurezza si fa infatti sentire specialmente per i trasformatori di corrente e in dipendenza sia dell'importanza dell'impianto, sia della loro posizione e funzione nello stesso.

13. — Ne deriva la tendenza a ridurre per quanto è possibile il numero dei terminali, che sono notoriamente un punto debole nei trasformatori; il che ha condotto a svariate disposizioni, tra le quali possono rammentarsi le seguenti:

- Accoppiamento (già accennato) di due trasformatori di corrente, l'uno per misure, l'altro per relais, sia in una stessa cassa, sia su uno stesso manicotto (fig. 6).
- Impiego di passamuro a trasformatore, in cui l'isolatore stesso che serve per l'attraversamento serve altresì per isolare il primario (a semplice passaggio) del trasformatore (fig. 7).
- Accoppiamento di un interruttore ad olio con un trasformatore di corrente contenuto nella stessa cassa (fig. 8).
- Accoppiamento di un trasformatore trifase di potenza collegato a stella sull'alta tensione, con due o tre trasformatori di corrente contenuti nella cassa stessa del primo ed inseriti presso il punto neu-

tro (sia questo collegato o no a terra); in modo che i loro avvolgimenti vengano a trovarsi alla minima tensione rispetto a terra e ad essere protetti dagli avvolgimenti del trasformatore stesso contro ogni perturbazione proveniente dalla linea (fig. 9).

e) Impiego eventuale di cassoni o cofani di misura, contenenti più trasformatori di corrente e di tensione, per i quali i passanti siano in tutto o in parte comuni, e quindi complessivamente in numero minore che con altrettanti trasformatori separati.

14. — Quanto alla attitudine per i trasformatori di corrente a sopportare i corti circuiti, questa può considerarsi sotto tre punti di vista:

a) dell'isolamento, già accennato e dipendente in parte dal collegamento tra sovracorrenti e sovratensioni;

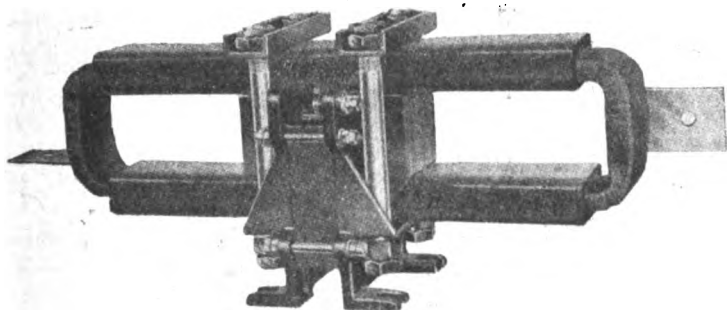


Fig. 10. — Trasformatore di corrente di Chamberlain & Hovkam Ltd.

b) della capacità termica, relativa specialmente ai ritardi all'apertura automatica degli interruttori, ritardi necessari per assicurare la selezione durante i corti circuiti;

c) della robustezza meccanica necessaria per sopportare le elevatissime correnti istantanee che si hanno sovente prima che il regime di corto circuito si stabilisca.

15. — Rispetto alle proprietà termiche, non è raro il caso che una corrente di corto circuito uguale a 10 volte la normale debba potersi sopportare anche per una ventina di secondi; rispetto alle proprietà meccaniche, che debba potersi sopportare un colpo di corrente uguale a 100 volte la normale. Recenti regolamenti esteri prevedono una classificazione dei trasformatori di corrente basata appunto su tali eventualità e sui corrispondenti requisiti.

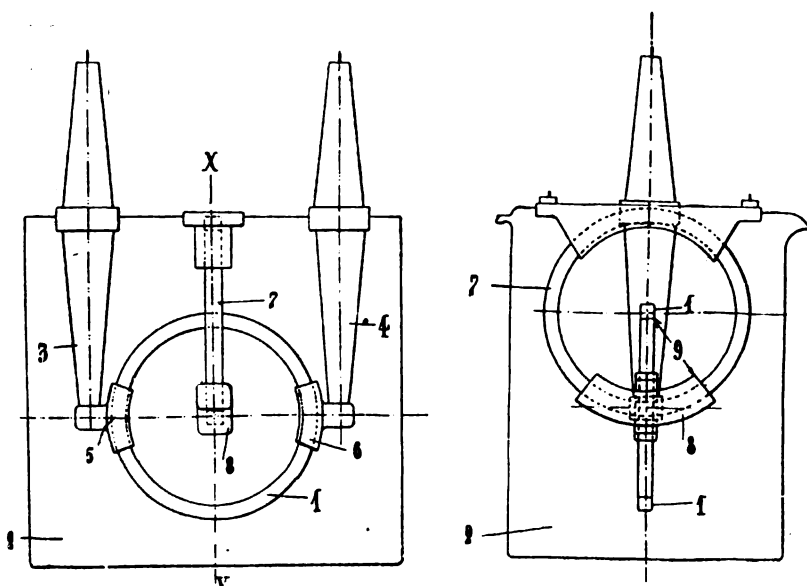


Fig. 11. — Trasformatore di corrente de La Metallurgie Electrique (Vedovelli).

16. — Possiedono una speciale attitudine a resistere alle sollecitazioni meccaniche anormali alcuni speciali tipi, particolarmente quelli a semplice passaggio del primario (che con opportuno dimensionamento possono ottenersi anche per intensità relativamente basse), inoltre quelli a passaggi multipli quando l'area delle spire primarie sia o molto appiattita (dando luogo in questo caso agli sforzi minimi (figura 10) oppure circolare (cioè teoricamente indeformabile) (fig. 11).

17. — Un'ultima osservazione, relativa questa alle proprietà elettromagnetiche, è che mentre nei trasformatori di corrente per misura, specialmente wattmetrici, è da considerarsi l'intervallo delle correnti normali di funzionamento nei riguardi degli errori di proporzionalità e di fase (cioè che esula dall'argomento della presente discussione) nei trasformatori per relais invece è particolarmente importante il com-

portamento sotto correnti anormalmente intense. Tale considerazione può condurre a tipi con rapporto variabile di trasformazione (appositamente ottenuto per esempio con fughe magnetiche fisse o regolabili), destinato a comporsi con le curve di funzionamento dei relais a tempo per ottenere la desiderata gradualità di questi; può inoltre condurre ad una particolare cura nella uniformità delle curve di trasformazione ai regimi di sovraccarico o di corto circuito, e ciò nel caso specialmente di protezioni differenziali, allo scopo importantissimo di evitare un intempestivo funzionamento delle protezioni stesse.

SOMMARIO

1.-2. — I trasformatori di tensione e di corrente possono facilmente costituire un punto debole negli impianti elettrici.

3. — I primi hanno solo a temere le sovratensioni, i secondi anche le sovracorrenti; i guasti in questi ultimi possono inoltre dar luogo ad inconvenienti maggiori.

4. — Sono tuttavia utili per le misure e spesso indispensabili per il comando dei relais di scatto per interruttori.

5. — È opportuno limitarne il numero, curarne quanto è possibile la sicurezza.

6. — Utile quindi aumentarne la potenza, tenendo tuttavia conto delle altre esigenze.

7. — Utili talune disposizioni di misura con compensazione, tendenti ad evitare l'impiego di trasformatori sulle altissime tensioni.

8. — Utilissimo l'impiego di resistenze ohmiche di protezione in shunt sui trasformatori di corrente, in serie ai trasformatori di tensione.

9. — Utile in questi ultimi il carico secondario.

10. — Per limitare in questi l'entità dei corti circuiti, utili pure taluni raggruppamenti che dispongono più trasformatori in serie.

11. — Necessario per entrambi i tipi tenere elevati coefficienti di sicurezza, particolarmente per i trasformatori di corrente e in dipendenza dell'importanza dell'impianto.

12. — Riesce quindi opportuna la adozione di serie diverse, a seconda della destinazione.

13. — Per ridurre i terminali, punto particolarmente debole, sono talora possibili ed utili alcune particolari disposizioni di accoppiamento dei trasformatori di corrente tra loro o con altri apparecchi.

14.-15. — Nei trasformatori di corrente sono da considerarsi (in rapporto alla sicurezza) l'isolamento, la capacità termica e la robustezza meccanica.

16. — Taluni tipi sono atti in modo speciale a soddisfare a tali esigenze, particolarmente l'ultima.

17. — Anche le proprietà elettromagnetiche, oltrechè per le misure, sono da considerarsi in modo speciale ai regimi anormali in rapporto al funzionamento dei relais di scatto.

:: SUNTI E SOMMARI ::

CONDUTTURE.

G. W. LAPP — Un metodo di prova a sovratensione per gli isolatori. (J. A. I. E. E., luglio 1922, pag. 491).

La proprietà più importante che si richiede in un isolatore è una rigidità dielettrica permanentemente alta. Oltre a questo occorre considerare la tensione di scarica superficiale, lo spessore delle campane e il cosiddetto « rapporto di impulso » (rapporto fra la tensione di scarica a frequenza normale e ad altissima frequenza). Se anche questi tre elementi sono soddisfacenti, l'isolatore in questione sarà tanto più pregevole.

Il rapporto fra la tensione di perforazione e il prodotto della tensione di scarica superficiale per il « rapporto di impulso » può essere assunto come indice di sicurezza di servizio di un dato isolatore. Questo indice di sicurezza può essere migliorato mediante una più elevata tensione di perforazione o una più bassa tensione di scarica distruttiva. La tensione di perforazione è a sua volta funzione dello spessore delle campane e della rigidità dielettrica per unità di spessore; questi due elementi non sono, come a prima vista parrebbe, indipendenti fra loro, perchè praticamente lo spessore ha influenza sulla cottura e quindi sulla riuscita del materiale. Se l'aumento di spessore non è accompagnato da un miglioramento della qualità della porcellana, il vantaggio sperato è illusorio o, al più, puramente temporaneo.

Quanto maggiori sono gli spessori, tanto più necessario si rende saggiare la compattezza degli isolatori.

Passando brevemente in rivista i metodi di prova usati, l'A. mette in evidenza l'insufficienza della solita prova a tensione di scarica superficiale. La tensione che produce la perforazione arriva, generalmente, tutt'al più al doppio della tensione di scarica superficiale. Molti isolatori che resistono alla prova di scarica superficiale, subirebbero la perforazione, in causa di interni difetti, se soggetti a una tensione alquanto superiore, o applicata per un periodo pro-

lungato. Per innalzare la tensione di prova si è pensato di eseguire l'esperienza cogli isolatori immersi nell'olio, ma il metodo non è pratico perchè dispendioso. Inoltre per la presenza di tale ambiente a piccola costante dielettrica ed alta rigidità, l'applicazione dell'intera tensione è limitata alle zone in intimo contatto cogli estremi dei conduttori; questa localizzazione può produrre il danneggiamento di isolatori anche sanissimi.

Le prove ad alta frequenza (100 000 a 200 000 periodi al secondo) possono essere utili per rivelare difetti localizzati che non si potrebbero scoprire talvolta colla prova a frequenza normale, ma non serve per rivelare un eventuale difetto di cottura o di manipolazione che affetti delle larghe zone dell'isolatore.

Anche il metodo qualche volta impiegato di provare gli isolatori mettendo in serie con essi uno spinterometro in modo da sovrapporre un'onda di tensione d'alta frequenza a quella normale che viene applicata, non è giudicato soddisfacente dall'A. perchè permette di aumentare solo di poche unità per cento la tensione di prova in confronto a quella del metodo solito della scarica superficiale.

L'A. ritiene che durante l'esercizio le sovratensioni eventuali a cui l'isolatore può venire sottoposto, possono essere non minori delle tensioni di prova massime raggiungibili coi metodi suddetti, perciò tali metodi non possono darci nessun margine di sicurezza.

Per raggiungere tale scopo l'A. propone un nuovo metodo di prova, che chiama prova a sovratensione.

Per eseguire tale metodo l'isolatore viene disposto, come è indicato nelle figure 1 e 2, in una bacinella contenente uno strato

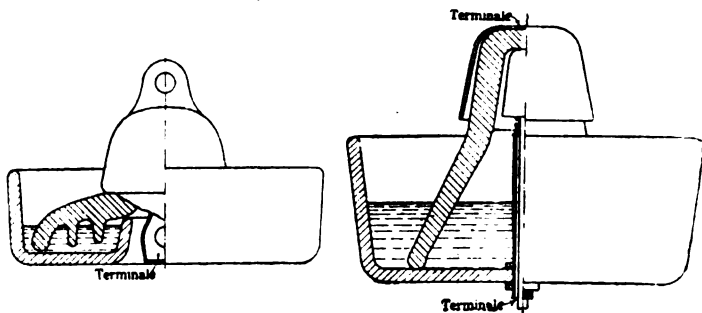


Fig. 1.

Fig. 2.

d'olio sufficiente per impedire la formazione della scarica superficiale sull'isolatore pur lasciando la testa e l'interno dell'isolatore stesso esposti all'aria. La bacinella ha un foro centrale per lasciar passare uno degli estremi dei conduttori mentre l'altro viene fissato alla testa. In virtù della presenza dell'aria intorno alla parte vitale dell'isolatore, si forma un'effetto corona (fig. 3) che distribuisce la tensione

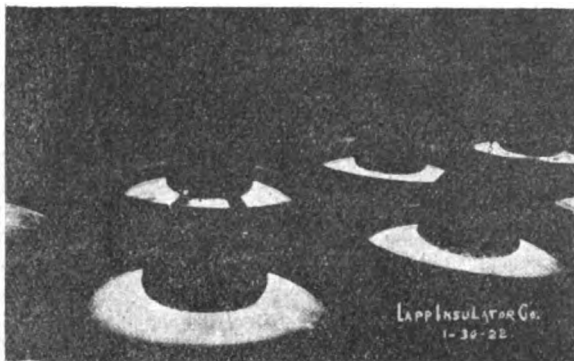


Fig. 3.

senza concentrazioni localizzate evitando così i riscaldamento eccessivi; si verifica infatti che dopo la prova l'isolatore non è molto caldo. L'area esposta all'effetto corona può essere fatta variare a volontà, variando il livello dell'olio nella vaschetta.

Non verificandosi la scarica superficiale, si può mantenere costante la tensione di esperienza prolungandola finché si vuole; basta inserire un voltmetro sul primario del trasformatore, inoltre si può mantenere l'onda della tensione praticamente sinusoidale.

L'A. mette in evidenza un vantaggio delle prove a frequenza normale. Nel caso delle altissime frequenze, secondo l'A. si verifica che durante il semiperiodo la sollecitazione dielettrica non arriva a penetrare abbastanza profondamente per interessare uniformemente tutto lo spessore, anche in considerazione dei fenomeni di isteresi nel dielettrico.

Ne viene che gli strati superficiali sono eccessivamente sollecitati e si alterano con relativa facilità; e così può verificarsi la perforazione dell'isolatore in seguito a un progressivo fenomeno di alterazione. Questo tipo di alterazione che richiede molte migliaia di periodi successivi per verificarsi, non è verosimile abbia rispondenza nei fenomeni di linea.

È importante però garantirsi che la prova eseguita col metodo

indicato a tensioni elevatissime non alteri gli isolatori che sopportano la prova.

L'A. assicura che da molte verifiche compiute eseguendo la perforazione sott'olio di isolatori previamente sottoposti alla prova suindicata, è risultato che la tensione di perforazione è generalmente superiore a quella di prima; in nessun caso risultò inferiore. Inoltre nelle prove a sovratensione, il maggior numero di perforazioni avviene nei primi minuti mentre si fa sempre più scarso il numero degli isolatori che si guastano se la prova viene prolungata dopo che abbiano resistito i primi minuti; se la prova producesse un'alterazione del materiale, le rotture dovrebbero invece farsi sempre più frequenti col prolungarsi della prova.

L'A. mette poi in evidenza come la verifica delle buone proprietà dielettriche assicuri praticamente anche della costanza delle sue proprietà elettriche e meccaniche, cosicché si può ritenere che un isolatore con buone proprietà elettriche, purché sia opportunamente studiato per quanto riguarda le dilatazioni termiche, non darà noie in servizio.

R. S. N.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

N. V. KORSHENESKY e M. WIEN — **Disaccoppiamenti di sistemi elettrici.** (Jahrb. drahtl. Tel., maggio-giugno 1922, Vol. 19, N. 5-6, pag. 356).

Col diffondersi sempre maggiore dell'uso delle correnti alternate nella tecnica, nelle comunicazioni e nella ricerca scientifica, e specialmente coll'elevarsi delle frequenze adoperate, si moltiplicano le possibilità di moleste influenze reciproche fra circuiti e apparecchi diversi. I tentativi e gli artifici per attenuare queste influenze sono talvolta impraticabili, tal'altra infruttuosi; perciò gli AA., tenendo soprattutto di mira le esigenze della ricezione r. t., hanno studiato le possibilità che si offrono per disaccoppiare due circuiti elettrici, o parte di essi, mediante un sistema di compensazione, cioè creando artificialmente una nuova influenza che sia eguale e contraria a quella perturbatrice.

Un primo modo di compensazione è quello che gli AA. chiamano *per derivazione di corrente* e può essere rappresentato schematicamente dalla fig. 1 in cui il circuito 1, 5, 3, 10 si intende accoppiato

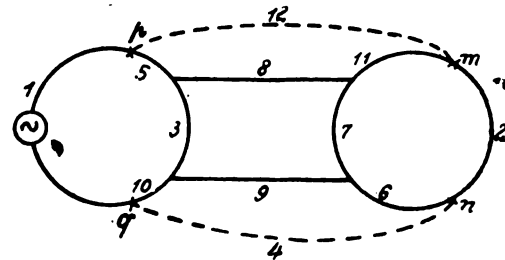


Fig. 1.

attraverso le diramazioni 8, 9 ed anche induttivamente col circuito 7, 11, 2, 6 e le diramazioni 4, 12 sono destinate a *disaccoppiare* il tratto 2, rispetto al generatore 1, ossia a rendere nulla la f. e. m. risultante che agisce lungo il tratto 2 per effetto del funzionamento del generatore 1. La teoria di questo caso e di alcune delle numerose varietà che esso può presentare è svolta dagli AA. con i ben noti procedimenti del così detto metodo simbolico, nell'ipotesi che le tensioni e le correnti siano grandezze armoniche semplici (o, come altri dicono, semplicemente sinusoidali).

Di maggiore interesse pratico è forse il secondo modo di compensazione, che gli AA. chiamano *del circuito ausiliario*, rappresentato

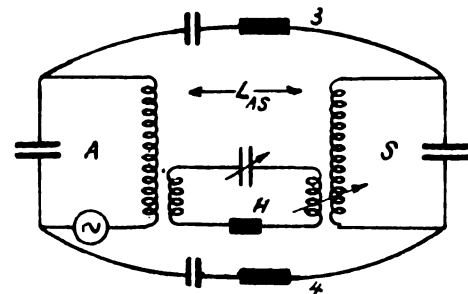


Fig. 2.

in generale dallo schema della fig. 2, in cui si suppone che i circuiti A ed S siano accoppiati variamente tra loro e che con l'aggiunta del circuito ausiliario H, dotato di capacità, resistenza, autoinduzione e induzioni mutue regolabili, si voglia annullare l'azione del generatore su uno dei tratti del circuito S. Anche qui la teoria si può svolgere facilmente nella stessa guisa e con le stesse ipotesi adottate per il caso precedente.

Per la ricezione radiotelegrafica la compensazione si può ren-

dere assai utile (e, secondo concetti analoghi, è stata in determinati casi già precedentemente utilizzata. *N. d. R.*), quando la lunghezza d'onda che si vuol ricevere e quella perturbatrice sono assai poco diverse, o quando l'onda perturbatrice è molto più intensa di quella utile. Questo secondo caso è da tenersi presente anche se le lunghezze d'onda sono sensibilmente diverse e si tratta di onde conti-

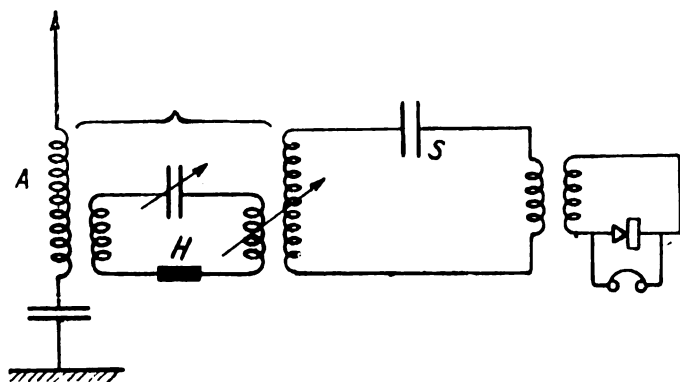


Fig. 3.

nue ricevute all'eterodina, perchè possono nascere interferenze udibili fra le armoniche o la fondamentale dell'onda perturbatrice e la fondamentale o le armoniche dell'eterodina. Si possono a tal fine usare per la ricezione due aerei distinti, ovvero eseguire la compensazione interponendo il circuito ausiliario in uno dei modi indicati dalle fig. 3 e 4 (la seconda delle quali si può anche interpretare come uno dei così detti schemi ad opposizione *N. d. R.*).

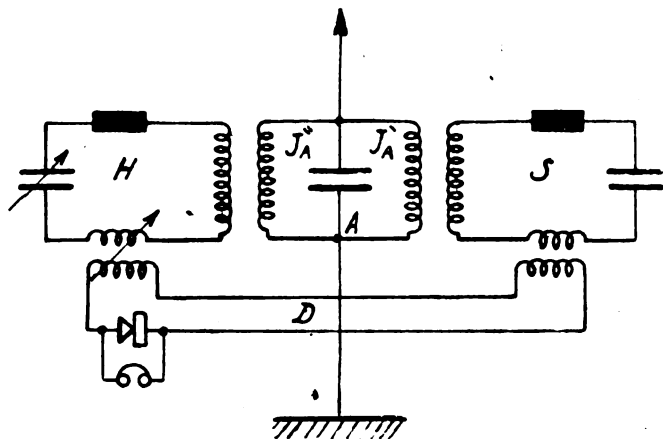


Fig. 4.

Gli AA. riferiscono di aver fatto alcune soddisfacenti esperienze di ricezione con un apparecchio secondo lo schema della fig. 4 e discutono l'indebolimento che subisce il segnale utile per effetto dell'esclusione di un segnale perturbatore, quando questo ha una lunghezza d'onda assai poco diversa da quello. Naturalmente è possibile la compensazione anche di un'onda perturbatrice di egual lunghezza di quella utile, purchè esse influenzino diversamente le varie parti del circuito (p. es., l'una prevalentemente l'antenna, l'altra prevalentemente l'induttanza di sintonia), ovvero purchè esse giungano da direzioni diverse e si usino dispositivi di ricezione direttiva.

:: :: CRONACA :: ::

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, CONCORSI, ECC.

Con disposizione in data 26 Marzo 1923 il Ministro delle Finanze ha stabilito che le domande di ammissione al concorso per titoli e per esame, a 20 posti di *allievo chimico nei Laboratori chimici delle Dogane ed Imposte Indirette*, indetto col R. Decreto 11 Marzo 1923, dovranno essere presentate al Laboratorio Chimico Centrale delle Dogane in Roma, Via della Luce 34, non più tardi del 31 Maggio 1923, accompagnate da una cartolina vaglia di L. 20, intestata al Cassiere del Ministero delle Finanze e dalla fotografia legalizzata.

A corredo delle domande dovranno essere posti i seguenti documenti, bollati e legalizzati:

- a) atto di nascita dal quale risulti che l'aspirante ha compiuto i 18 anni e non oltrepassi i 32;
- b) certificato di cittadinanza italiana;
- c) certificato generale del casellario giudiziario;
- d) certificato di buona condotta;
- e) certificato medico dal quale risulti che l'aspirante è di sana e robusta costituzione fisica;

f) documento dal quale risulti che l'aspirante ha ottemperato alla legge sul reclutamento;

g) diploma originale di laurea in chimica, o in chimica-farmacia, o in scienze naturali, oppure laurea o diploma d'ingegnere chimico o ingegnere industriale.

*

Congresso internazionale delle Federazioni dei Lavoratori intellettuali. — Parigi 5-7 aprile 1923. — In seguito a gentile invito di M. Boucherot, Delegato generale della Confederazione Lavoratori Intellettuali, la Presidenza dell'A. E. I. ha delegato il nostro Socio corrispondente di Parigi, Ing. E. Nicolini, a rappresentarla al Congresso internazionale che ha avuto luogo nei giorni 5, 6 e 7 aprile.

Il socio Nicolini invia alla Presidenza una relazione del Congresso che qui si riassume:

Scopo del Congresso tenuto per iniziativa della Confederation des Travailleurs Intellectuels Française (C. T. I.) che conta 150.000 membri, è di fondere una *Confederation Internationale des Travailleurs Intellectuels* (C. I. T. I.).

Al Congresso, presieduto da Henry de Joudenel, erano rappresentate 23 Federazioni e Associazioni. Vi è stata discussa ed è rimasta incerta la ammissione di Associazioni, come la nostra, che non abbiano carattere spiccatamente di interesse professionale. E per es., la Soc. des Ingénieurs civils de France e la Soc. Française des Electriciens non aderirono per non creare discordie nel loro seno.

D'Italia, oltre l'A. E. I., erano rappresentate solo l'Associazione Stampa; la Federazione Impiegati e Commessi Aziende Private e l'Associazione Magistrale Italiana.

Il risultato del Congresso fu la deliberazione all'unanimità di fondare la *Confederation Internationale des Travailleurs Intellectuels* (C. I. T. I.), e di nominare una Commissione esecutiva di cui devono far parte:

Due delegati per ogni nazione che abbia già una Federazione nazionale di lavoratori intellettuali; un osservatore per le nazioni sprovviste di tale federazione: la quale Commissione deve: 1) Curare e vagliare le ulteriori adesioni delle Federazioni nazionali; 2) Redigere progetto di Statuto del C. I. T. I. da sottoporre prima a ogni Comitato nazionale e poi alla seconda riunione del Congresso fissata fin d'ora nel dicembre 1923.

La nomina dei delegati per tale Commissione non riuscì completa, non ritenendosi molti degli intervenuti autorizzati a tal nomina.

Furono accennati i temi da trattare nel prossimo Congresso, e cioè: 1) Aumento della durata della priorità artistica e letteraria e creazione della priorità scientifica; 2) Riconoscimento proprietà intellettuale in tutti i paesi e creazione di un codice internazionale della proprietà intellettuale; 3) Riconoscimento dei Titoli professionali; 4) Scambio lavoratori intellettuali.

Grande cordialità nel Congresso e fede nella futura riuscita.

**

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

L'Ing. Prof. Elvio Soleri, Presidente della Sezione di Torino, ha tenuto la sera del 5 aprile, nel Salone della Camera di Commercio in Torino, una conferenza sul tema: *La telefonia a grande distanza ed il cavo telefonico Torino-Genova-Milano*.

Erano presenti, oltre ai Soci dell'Associazione, numerose autorità e tecnici ed i Soci della locale Sezione dell'Associazione Ingegneri Italiani.

L'Ing. Soleri, dopo aver riassunto la storia degli studi e delle invenzioni che nel campo della matematica e della fisica hanno man mano fatto progredire la telefonia interurbana, espone la situazione in cui trovasi attualmente questa tecnica, che permette di stabilire comunicazioni telefoniche fino alla distanza di 6000 chilometri.

Il conferenziere rende noto quale sia il grande sviluppo della telefonia interurbana negli Stati Uniti d'America, dove questo servizio è di uso comune e rapido come la telefonia urbana, per modo che ogni cittadino degli Stati Uniti può comunicare con circa 13 milioni di apparecchi telefonici distribuiti in 70.000 città e villaggi. Quivi gli impianti di telefonia interurbana sono così diffusi ed eserciti industrialmente che si fa persino propaganda affinché si faccia uso di questo mezzo di comunicazione in luogo degli altri: ferrovie, telegrafo e poste.

Dopo aver accennato agli impianti telefonici interurbani in Europa, viene tracciato un quadro dello stato di questo esercizio in Italia e viene indicato come fino dal 1913 il ministro Calissano avesse fatto approvare il progetto di una rete telefonica nazionale sotterranea capace di larghissimo traffico. La guerra, facendo soprassedere a questo lavoro, ne limitò grandemente l'estensione per l'aumento dei prezzi, per modo che attualmente è in costruzione la sola parte relativa ai collegamenti fra Torino, Milano e Genova con tre cavi facenti capo ad Alessandria, di dove le linee telefoniche aeree proseguono verso Roma e Napoli in attesa di esser sostituite dai cavi.

Il conferenziere interessa il pubblico colla descrizione della fabbricazione di questo cavo ed alle relative opere di posa, e conclude coll'augurio che lo Stato, cedute le Centrali telefoniche urbane, rivolga la sua attenzione ed i suoi mezzi a comunicazioni telefoniche interurbane sicure ed economiche.

Numerose ed interessanti proiezioni hanno illustrato la conferenza che è stata vivamente applaudita.

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Società An. Imprese Elettriche Conti — Milano — Capitale L. 100.000.000.

La relazione del Consiglio ricorda l'entrata in funzione della nuova Centrale del Valdo, e la formazione della riserva termica a Monza, a mezzo della costituita Unione fra gli Utenti della Società Conti. Il bilancio chiude con un utile netto di L. 7.247.518 sul quale viene distribuito un dividendo del 9 %.

Società Emiliana di Esercizi Elettrici — Parma — Capitale L. 28.000.000.

Il bilancio chiude al 31 dicembre registrando un utile netto di L. 1.734.251 che consente di distribuire un dividendo di L. 3 per ogni azione vecchia e di L. 0,50 per ogni azione nuova.

Società Brioschi per Imprese Elettriche — Milano — Capitale L. 25.000.000.

Gli introiti nel 1922 hanno superato di L. 3.000.000 quelli del precedente esercizio. Il bilancio chiude con un utile netto di lire 2.367.706 e si riparte un dividendo del 10 %.

Società Varesina per Imprese Elettriche — Varese — Capitale L. 12.325.000.

Il bilancio registra un utile di L. 895.250 il quale unitamente all'avanzo utile del 1921 permette di distribuire un dividendo del 5,25 % agli azionisti.

Società Idroelettrica Comacina — Como — Capitale L. 8 milioni.

E' stato approvato il bilancio che presenta un utile netto di L. 876.644; viene distribuito il dividendo in ragione del 10 %.

Società An. Gas ed Elettricità di Erba Incino — Erba — Capitale L. 2.000.000.

L'esercizio terminato al 31 dicembre realizza un utile di lire 90.256 sul quale si distribuisce un dividendo di L. 20 per azione.

Società Distributrice Energia Elettrica Ing. Banfi — Arcore — Capitale L. 1.800.000.

Ha chiuso il bilancio al 31 dicembre 1922 con un utile netto di L. 1.107.847.

Società Elettrica Alto Cremonese — Milano — Capitale Lire 1.600.000.

L'utile del bilancio chiuso al 31 dicembre ammonta a L. 226.293 sul quale si distribuisce un dividendo di L. 12 per azione.

Imprese Elettriche e Telefoniche Ing. Bormida — Milano — Capitale L. 1.600.000.

L'esercizio terminato al 31 dicembre presenta L. 216.517 di utile netto; viene distribuito un dividendo del 7 %.

Società An. di Elettricità del Ticino — Milano — Capitale Lire 700.000.

Il bilancio di questa Società di distribuzione dell'energia elettrica prodotta dalle Imprese Conti, presenta un utile di L. 311.906 sul quale si distribuisce agli azionisti un dividendo pari al 20 %.

Società di Elettricità «A. Volta» — Pavia — Cap. L. 700.000.

Questa società ha avuto nel bilancio, chiuso al 31 dicembre, un utile di L. 297.583 che consente di distribuire un dividendo di L. 10 per azione.

Società Elettrica Saronnese — Saronno — Capitale L. 500.000.

Ha chiuso al 31 dicembre con un utile netto di L. 175.059, il quale unitamente a L. 100.000 prelevate dal vecchio fondo di riserva permette di assegnare un dividendo di L. 25 per azione.

Società An. Impresa Elettrica Negrini — Milano — Capitale L. 100.000.

Il bilancio approvato presenta un utile netto di L. 13.490; viene assegnato alle azioni un dividendo del 10 %.

Società Italiana per l'utilizzazione delle forze idrauliche del Veneto — Venezia — Capitale L. 49.000.000.

Le sfavorevoli condizioni di magra perdurate anche durante l'ultimo esercizio, obbligarono al pieno funzionamento delle Centrali termiche di riserva, ciò che ha portato naturalmente un notevole aggravio nelle spese di esercizio. Si registra tuttavia un utile di lire 4.637.581 che permette di distribuire agli azionisti un dividendo dell'8 %.

Società Elettrica della Venezia Giulia — Trieste — Capitale L. 20.000.000.

Il bilancio dell'esercizio 1922 presenta un utile di L. 823.941 che permette di assegnare un dividendo del 4,5 %.

Società Elettrica del Veneto Centrale — Padova — Capitale L. 10.000.000.

A causa della persistente condizione di magra che ha grandemente diminuito i redditi, il bilancio 1922 segna soltanto un utile di L. 14.334.

Società Elettrica del Porto Industriale di Venezia — Venezia — Capitale L. 6.000.000.

La insistente siccità ha costretto a forti aggravii, cosicchè gli utili si sono limitati a L. 16.982.

Società Idroelettrica Val Brenta — Bassano — Cap. L. 2.500.000. Chiude il bilancio al 31 dicembre segnando un utile netto di L. 133.174.

Officine Elettriche Genovesi — Genova — Cap. L. 20.000.000.

Anche questa società si è risentita della scarsità delle acque che costrinse a forte produzione di energia termica; ciò la indusse a assicurarsi maggiori disponibilità idroelettriche. La relazione del Consiglio precisa l'avanzato stadio dei lavori dell'Impianto di Molare che si conta entri parzialmente in funzione entro l'anno.

Sull'utile netto di L. 1.576.115 si distribuisce agli azionisti il dividendo dell'8 %.

Società Idroelettrica Ligure — Spezia — Capitale L. 6.400.000.

Distribuisce agli azionisti un dividendo dell'8 %.

Società Idroelettrica Ligure Meridionale — Genova — Capitale L. 550.000.

Il bilancio del 1922 realizza un utile netto di L. 104.131.

Forze Idrauliche dell'Appennino Centrale — Pistoia — Capitale L. 4.000.000.

Il bilancio di chiude al 31 dicembre con un utile di L. 285.590, e agli azionisti vengono distribuite L. 9 per azione.

Società Ligure-Toscana di Elettricità — Livorno.

Il bilancio approvato consente di distribuire un dividendo di L. 15,30 per ogni azione.

Società Anglo-Romana per l'illuminazione di Roma — Roma — Capitale L. 75.000.000.

Il bilancio presenta un avanzo attivo di L. 4.569.764; agli azionisti viene distribuito un dividendo dell'8 %.

Società Volsinia di Elettricità — Roma — Cap. L. 600.000.

Sul bilancio approvato, vengono assegnate agli azionisti L. 40 per ogni azione.

Società Italiana per la fabbricazione dell'alluminio — Roma — Capitale L. 3.500.000.

In causa delle sfavorevoli condizioni del mercato l'esercizio 1922 segna un passivo di L. 1.118.969.

Società Elettrica del Mezzogiorno d'Italia — Cava dei Tirreni — Capitale L. 1.500.000.

Ha chiuso il bilancio al 31 dicembre con un utile netto di L. 208.250, che permette di ripartire un dividendo del 7,5 %.

Unione Tarantina Elettrogas Cacace e C. — Taranto — Capitale L. 2.000.000.

Le difficoltà incontrate nell'esercizio tecnico dell'Azienda indussero alla costruzione di una nuova grande centrale termica. Il bilancio del 1922 registra un utile netto di L. 103.614 che consente di ripartire un dividendo del 4,5 %.

Società Elettrica Brindisina — Brindisi — Capitale L. 2.000.000.

Il bilancio chiuso al 31 dicembre porta un utile netto di lire 187.717; agli azionisti viene ripartito un dividendo in ragione dell'8 per cento.

Società Ferrarese per trazione, forza e luce — Ferrara — Capitale L. 1.800.000.

Ha chiuso il bilancio a pareggio; il bilancio contempla però una quota per deperimento che il Consiglio ritiene insufficiente.

Officine Elettriche dell'Isonzo — Trieste — Cap. L. 3.000.000.

L'assemblea tenuta il 31 marzo u. s., ha approvato il bilancio che chiude con un utile di L. 2011 interamente riportate a nuovo.

AUMENTI DI CAPITALE.

Società Lucana Imprese Idroelettriche — Napoli.

Porta il capitale da L. 3.500.000 a L. 10.500.000 mediante emissione di 70.000 azioni da L. 100, di cui la metà è stata assunta dalla Unione Esercizi Elettrici di Milano.

Società Varesina per Imprese Elettriche — Varese.

L'assemblea degli azionisti ha approvato di portare il valore nominale delle azioni da L. 80 a 100, aumentando il capitale sociale da L. 12.325.000 a L. 14.500.000. Inoltre il Consiglio è autorizzato a elevare il capitale fino a L. 20.000.000 entro il 1926.

Società per le Forze Idrauliche dell'Alto Brembo — Branzi (Bergamo).

Venne deliberato di aumentare il capitale da L. 10.000.000 a L. 20.000.000 emettendo altre 20.000 azioni da L. 500.

Imprese Elettriche e Telefoniche Ing. T. Bormida — Milano.

Il capitale viene portato da L. 1.600.000 a L. 3.200.000.

COSTITUZIONI DI SOCIETÀ.

Società Idraulica e Idroelettrica Maggiorasca.

Si è costituita con sede in Santo Stefano d'Areta con un capitale di L. 350.000.

* *

Nemmeno nel mese di aprile, l'auspicata chiarificazione della situazione politica generale, si verificò. Per tutto il mese continuò quello stato di tensione e di preoccupazione incombente che pur troppo sembra divenire la condizione normale della vita politica europea.

La lotta franco-tedesca non diminuì di intensità, nè alcuna delle due parti ebbe a dar segni di debolezza. La pressione francese si è andata facendo sempre più pesante, costretta dalla imprescindibile necessità delle cose a continuare su questa via sulla quale non può ormai retrocedere. La resistenza germanica si irrigidisce sempre più e gli incidenti si moltiplicano e si aggravano. Gli episodi di violenza che segnalavamo nelle precedenti note, sono andati assumendo proporzioni maggiori, culminando nei tragici fatti di Essen dove si ebbero a deplorare una dozzina di morti e molte decine di feriti. Pur troppo non si può che prevedere il facile ripetersi di simili incidenti fra le truppe d'occupazione eccitate dal facile successo e da un giustificato rancore, e la popolazione tedesca insofferente del dominio straniero.

Tuttavia, poichè volontà umana non vale contro la ferrea logica delle cose, l'impossibilità di trovare coi metodi attuali una soluzione dell'insopportabile stato di cose, ha indotto i due Governi a perseverare negli sforzi per raggiungere una via di uscita coll'aiuto della politica. Sono quindi continuati per tutto il mese gli assaggi ed i colloqui più o meno ufficiosi. Particolare interesse e dispute vivaci hanno sollevato l'attività dell'ex ministro francese Loucheur e i suoi colloqui di Londra. Così pure le parole di Lord Curzon sono state più tardi interpretate come un invito alla Germania di avanzare chiare proposte per le riparazioni, sulle quali si potesse trovare adatto campo di intraprendere una discussione. Appare infatti evidente che spetta alla Germania, la quale non può dimenticare di avere perduta la guerra, di fare il primo passo. E sembra che anche il Governo tedesco se ne sia convinto, sotto la pressione dell'opinione pubblica internazionale; e a tale decisione non è probabilmente estranea l'inquietante attività assunta negli ultimi tempi dagli elementi comunisti, che diede luogo in alcune città della Germania a conflitti sanguinosi. Certo è che le voci secondo le quali la Germania presenterebbe un nuovo piano concreto di riparazioni si sono fatte sempre più insistenti e non sono state smentite.

Non è lecito tuttavia nutrire in proposito grandi illusioni quando si pensi all'importanza che la Francia annette non solo all'attuale possesso dei pegni territoriali, ma al suo desiderio di addivenire al distacco, sotto una forma od un'altra, dei territori Renani dalla compagine dell'Impero.

È chiaro che la Germania non potrebbe consentire in nessun modo ad una tale politica, ed infatti essa ha apertamente dichiarato che considera come condizione preliminare imprescindibile per ogni trattativa, lo sgombrò dei territori occupati. Come possano conciliarsi così diversi voleri è tanto meno facile vedere in quanto la Francia non vuole accettare alcuna forma di intervento di altre potenze.

Si è intanto radunata a Losanna nuovamente la Conferenza per la pace orientale, la quale deve discutere le controposte turche, il che è quanto dire ricominciare da capo tutte le discussioni. Con la oramai tradizionale prolificità di simili organismi, la Conferenza ha dato vita ad un congruo numero di Commissioni e sotto-Commissioni alle quali vengono regolarmente rinviati tutti gli argomenti che la Conferenza affronta e, naturalmente, non risolve. La situazione è però un poco cambiata rispetto alla precedente riunione, sia per l'assenza dei Russi, sia per il nuovo atteggiamento della Francia. Questa ha subito gravi disinganni dalla sua politica turca, la quale non ha impedito alla Turchia di dare le più larghe e proficue concessioni ai finanzieri americani, e di mantenere un contegno poco rassicurante nei riguardi della Siria. Pare dunque che la Francia voglia abbandonare la sua parte di protettrice dei Turchi, assunta in passato; non vi ha dubbio che ciò contribuirebbe notevolmente a rinsaldare il fronte alleato nei riguardi delle questioni orientali.

Una Conferenza che non riprende ancora i suoi lavori, è invece quella italo-jugoslava di Abbazia. Interrotta per le elezioni politiche jugoslave essa non ha potuto ancora riprendere i suoi lavori in causa della agitata situazione politica interna di quello Stato in seguito alla grande importanza assuntavi dall'elemento croato e dal moto separatista. La ripresa della Conferenza, desiderata da entrambi i Governi, è stata annunciata più volte, ma non ha potuto ancora effettuarsi.

Fra gli Stati successori dell'Impero Austro-Ungarico, le relazioni si mantengono sempre di una cordialità molto relativa ed accennano anzi ad inasprirsi, con molteplici incidenti di frontiera fra l'Ungheria e di Stati confinanti. In Bulgaria si accentua il movimento rivoluzionario, che ha portato a scontri sanguinosi ed a vere piccole battaglie durate più giorni; il ferreo Governo di Stambuliski riesce per ora a dominare la situazione la quale, tuttavia, non è priva di aspetti inquietanti. Anche in Rumenia non regna grande tranquillità e il malcontento è largamente diffuso.

Dalla Russia le notizie sono sempre molto incerte, ma si notano innegabili sintomi di profondi dissidi interni in seno al partito dominante, e la successione di Lenin che sembra oramai definitivamente condannato, si annuncia gravida di lotte e di contrasti.

*

In questa intricata situazione internazionale, l'attività italiana non cessa di esplicarsi. Molto si è parlato dei colloqui che l'on. Mussolini ebbe a Milano, prima col ministro degli Esteri del Belgio,

poi con quello Polacco e finalmente col Cancelliere della Repubblica Austriaca. Al ritrovo dell'on. Mussolini con Jaspar non si è voluto dare un carattere ufficiale, ma ciò ha sostanzialmente poca importanza; il ministro Belga si è dichiarato «soddisfattissimo» dell'esito del ritrovo nel quale è facile indovinare di che cosa si possa avere discusso.

I colloqui col Ministro polacco, oltre ch'è riguardare le concessioni italiane per i carboni ed i petroli, sono generalmente interpretati con un'indice del rinnovato interessamento italiano nell'Europa orientale, e specialmente nei riguardi della Piccola Intesa presso la quale l'Italia starebbe cercando di riguadagnare quella influenza che l'incapacità dei precedenti Governi le ha fatto perdere.

Il Cancelliere austriaco, dopo avere conferito coll'on. Mussolini, fu anche ricevuto dal Re e dal Pontefice; egli ebbe a manifestare le più ampie soddisfazioni per i rapporti di buon vicinato che si sono stabiliti fra la sua patria e la nostra, e per le assicurazioni ricevute del grande interessamento che l'Italia prende alla sollecita risoluzione dei problemi che travagliano la nuova Repubblica. La visita del Cancelliere ha contribuito ad affrettare i lavori della Commissione mista incaricata di redigere il nuovo trattato di commercio italo-austriaco, tantochè si ritiene che la firma del trattato stesso avverrà fra pochissimi giorni.

Nell'occasione della ripresa della Conferenza di Losanna è stato pubblicato un Libro Verde del Governo italiano, che contiene i verbali delle sedute e i lavori delle Commissioni della prima Conferenza; esso serve opportunamente a mettere in rilievo la importante parte sostenuta dai nostri rappresentanti.

Notevole fu pure il contributo portato dai Delegati italiani nella Assemblée della Società delle Nazioni tenuta a Ginevra. Fu ampiamente discussa la questione del disarmo, ma non si poté addvenire a conclusioni concrete. Circa i problemi relativi alla ricostruzione dell'Austria, vennero accettate le proposte dell'on. Salandra dirette ad invitare i Governi garanti a mettersi in grado di consentire anticipazioni dirette; venne anche approvato il piano del prestito a lunga scadenza.

È venuto a Roma Constantinescu, Ministro di Agricoltura Rumeno, il quale ebbe numerosi colloqui con personalità politiche italiane. Lo scopo della sua venuta fu quello di trattare direttamente col nostro Governo molte questioni d'indole commerciale ed economica che sono ancora sul tappeto e che è desiderabile possano venire sollecitamente risolte, per il migliore sviluppo delle relazioni commerciali e finanziarie fra i due paesi. Il mercato rumeno può essere di grandissima importanza per l'Italia e deve essere salutato con piacere il rinnovato interessamento del nostro mondo finanziario verso quella regione dove godiamo simpatie tradizionali e profonde.

Anche il Presidente del Consiglio dei Ministri Ungherese, conte Bethlen, accompagnato dal Ministro delle Finanze, è atteso a Roma per la trattazione di questioni notevoli ed in particolare per ciò che riguarda la partecipazione del Governo Italiano al credito internazionale di venti milioni di sterline che, a quanto pare, sarebbe stato promesso dalle grandi Potenze all'Ungheria.

L'attività, non sempre palese ma certo notevole, che il Governo italiano va spiegando specialmente nella vicina Europa orientale, è seguita all'estero con una attenzione non scevra di una certa preoccupazione per la insospettata rivalutazione che il nostro paese va assumendo. Lord Curzon in un suo notevole discorso ha apertamente esposto ciò che sarebbe, secondo la sua interpretazione, l'intendimento dell'Italia: essa cercherebbe cioè lo sviluppo della propria influenza ed autorità non tanto in seno alla grande Intesa, dove essa si trova contro a rivali troppo seri, quanto appoggiandosi alla Piccola Intesa nella quale tenderebbe a acquistare una influenza preponderante. Senza entrare nel merito dell'ipotesi di Lord Curzon, ci limitiamo a notare che essa risponde alle intenzioni ed alle vedute di molti dei nostri uomini politici nell'immediato dopo guerra.

Nelle colonie è proseguita energicamente l'opera di epurazione. In Cirenaica, a Sud di Bengasi le nostre truppe hanno proceduto ad una serie di operazioni di pulizia che portarono all'occupazione ed allo sgombrò di un certo numero di campi armati dipendenti dal Senusso e costituiti in opposizione alle disposizioni del concordato che il Governo locale aveva stipulato col rappresentante del Senusso. Particolarmente importante fu lo scontro per l'occupazione di Agedabia, sede del Senusso stesso; i ribelli ebbero perdite notevoli e furono completamente dispersi. In seguito a queste operazioni ed alla constatata mancanza ai patti stipulati, vennero denunciati tutti gli accordi che erano stati in passato conclusi col Senusso. Si pone così fine ad un equivoco fondamentale dal quale era derivato alla nostra colonia uno stato di cose insopportabile. La Senussia potrà rimanere in colonia soltanto come una confraternita religiosa espiando la sua azione esclusivamente nel campo spirituale.

*

Il mese di aprile è stato ricco di avvenimenti e di sorprese nella politica interna nel nostro Paese.

La venuta del Re a Milano per la Fiera Campionaria, ha dato luogo ad entusiastiche manifestazioni patriottiche che sono state una nuova conferma del radicato sentimento di devozione del popolo italiano verso la sua costituzione, e del rinnovato fervore pa-

triotico che pervade la Nazione. Altre solenni manifestazioni avvennero in parecchie altre città con una concordia di entusiasmo e di voleri che fa bene auspicare.

Il Governo ha abolito la festa del lavoro del 1° Maggio, degenerata ormai in una sorta di simbolo rivoluzionario e ricordo di tristi giornate, sostituendola col Natale di Roma proclamato Festa Nazionale. Questo provvedimento che urtava con una delle più radicate consuetudini nella grande famiglia dei lavoratori, fu accolto con perfetta calma e non diede luogo ad alcun incidente. Si ha così un altro passo verso quel ritorno alle fonti ideali del nostro popolo che appare essere un preciso programma dell'attuale Governo. L'assenza di ogni opposizione e di ogni contrasto sono un indice non dubbio dello stato di severa disciplina in cui il nostro paese si è messo e che, molto per convinzione e un po' per convenienza, è ormai da tutti accettato.

Ma l'evento politico più importante fu certamente l'uscita dei Ministri popolari dal Gabinetto presieduto dall'on. Mussolini. Dopo il Congresso del Partito Popolare, dove si era votato la collaborazione col Governo attuale ma con riserve intese a salvare le ragioni ideali fondamentali del partito, l'on. Mussolini ebbe un colloquio coi Ministri popolari. Sembrava che le dichiarazioni di lealismo di questi, confortate dal voto del Gruppo dei Deputati del partito, avessero convinto il capo del Governo. Causò perciò una certa sorpresa l'accoglimento da parte di esso delle dimissioni che i Ministri e Sottosegretari popolari gli avevano presentato. Se questa mossa avesse avuto per effetto di togliere al Governo l'appoggio del Gruppo Popolare, si poteva temere il sorgere di uno stato di irrequietezza e di contrasto che avrebbe potuto in molti modi riuscire profondamente nocivo al paese. Fortunatamente il leale contegno del Partito e le rassicuranti dichiarazioni dell'on. Mussolini dissiparono la tempesta che pareva addensarsi. Appare sempre più evidente che l'on. Mussolini cerca di sottrarsi all'influenza del partito popolare, pur giovandosi della diffusa coscienza religiosa del nostro popolo alla quale egli cerca di arrivare per più diretta via stringendo relazioni più o meno ufficiosamente cordiali col Vaticano. Non estraneo a questa manovra è certamente anche il sorgere del nuovo Partito Cattolico Nazionale, il promotore del quale, on. Tovini, ha avuto lunghi e frequenti colloqui col Presidente del Consiglio.

Le dimissioni dei Ministri Popolari ha dato occasione di procedere ad una ulteriore riduzione dei Dicasteri; si è infatti abolito il Ministero del lavoro e il suo Sottosegretariato mentre è ancora indecisa la sorte di qualche altro Segretario.

Gli avvenimenti politici non hanno intralciato l'azione legislativa.

La crisi dei prezzi di vendita al dettaglio che manifestano una inguaribile tendenza al rialzo ha richiamato l'attenzione del Governo. Erano stati da prima enunciati provvedimenti diretti da parte dell'on. De Stefani, ma essi non furono promulgati. Il Consiglio dei Ministri ha invece deciso di convocare a Roma i rappresentanti delle principali Camere di Commercio, dei maggiori Comuni e dei più importanti Istituti cooperativi per studiare il problema del costo della vita e il modo di meglio organizzare la vendita al minuto. Venne intanto abolito il divieto di entrata del riso dall'estero, che era in vigore dal 919, vennero ridotte le tasse di entrata. Fu abolita la tassa d'entrata sullo zucchero.

Molto importanti sono i provvedimenti presi a favore delle finanze Comunali, quasi tutte più o meno dissestate. A queste Amministrazioni gravate in modo eccessivo dalle spese per il personale è fatto obbligo entro due mesi di ridurre il personale stesso in rispondenza alle condizioni finanziarie attuali ed alle esigenze dei servizi; inoltre dovranno essere riformate le norme per il trattamento di riposo riducendolo nei limiti stabiliti per gli impiegati governativi. Viene così messo riparo ad uno stato di eccessivo gravame del quale le Amministrazioni comunali erano state caricate nel periodo bolscevizzante del dopo guerra.

Si è fatto un grande parlare circa la riforma elettorale, per lo studio della quale era stata nominata una apposita Commissione. La riforma ha dato luogo a polemiche aspre anche nello stesso campo fascista. La Commissione si è pronunciata nettamente contro la proporzionale e contro il ritorno al sistema del Collegio uninominale. Sembra certo che si addiverà ad un sistema maggioritario sul tipo di quello in uso in altri paesi. Non pare tuttavia che il Governo voglia affrontare subito la questione che non sarà portata alla prossima sessione della Camera.

Il Ministro di Agricoltura ha rivolto la sua attenzione alle disposizioni in materia di credito agrario che tanta importanza possono avere per l'auspicato maggiore sviluppo della nostra agricoltura. L'on. De Capitani opportunamente deferì ad un piccolo numero di personalità specialmente competenti lo studio delle proposte che possano servire alla migliore applicazione delle disposizioni vigenti.

Il Ministro dell'Istruzione on. Gentile presentò l'atteso progetto di riforma della scuola media. Il progetto modifica radicalmente l'attuale ordinamento di tali scuole, ed ottenne l'approvazione del Consiglio dei Ministri.

Cominciano le prime difficoltà ed i primi conflitti di interessi per la cessione graduale delle aziende statali all'industria privata. Il Ministro dei Lavori Pubblici aveva ceduto ad una impresa privata un gruppo di ferrovie secondarie del Cremonese. Tale cessione provocò

così forti malcontenti, che il Presidente del Consiglio dovette sospendere il contratto stipulato, al quale non sarà più dato corso. Intorno alle ferrovie che indubbiamente costituiscono il punto più grave e delicato del nostro bilancio, fervono le polemiche. In modo speciale viene criticata come inefficace l'opera dell'Alto Commissario, on. Torre, dal quale forse troppo si attendeva ma che effettivamente non dà l'impressione di agire con quella celerità ed energia che la gravissima situazione dell'Azienda richiederebbero. La polemica ha assunto, per opera dell'on. Torre, un aspetto personale che non può certamente giovare allo stabilirsi di cordiali rapporti fra l'Alto Commissario e la Direzione delle Ferrovie.

Fortunatamente abbiamo riguardo alle Ferrovie anche qualche notizia confortante. La Germania fa evidentemente ogni sforzo per non alienarsi completamente le simpatie italiane e cerca che la crisi della Ruhr non abbia ad influire troppo gravemente sulla fornitura del carbone dovuto all'Italia in conto riparazioni. Nel mese di marzo le forniture eseguite rappresentarono oltre l'80 % della quota stabilita; non si può però sperare che a tanto si giunga anche nei mesi seguenti. Tuttavia viene ufficialmente assicurato che il Governo ha provveduto ad importanti acquisti sul mercato inglese fin dal febbraio scorso quando i prezzi erano ancora assai più bassi degli attuali, cosicché sono assicurate completamente le scorte per parecchi mesi. Anche più confortante è la constatazione di un notevole risparmio nel consumo del carbone dovuto ad una migliore utilizzazione di esso. Mentre infatti nel primo trimestre del 1922 si consumarono oltre 916.000 tonnellate di carbone, nei primi tre mesi di quest'anno il consumo si ridusse a 756.000 tonnellate con una economia effettiva di 160.000 tonnellate che rappresentano oltre 35 milioni di lire.

Per i primi giorni di maggio è annunciato un importante discorso del Ministro delle Finanze. Il discorso, il testo del quale fu più volte oggetto di esame da parte del Consiglio dei Ministri, sarà pronunciato a Milano dall'on. De Stefani in presenza del Presidente del Consiglio e consisterà in un'ampia esposizione illustrativa dell'opera finanziaria del Governo e della situazione generale del Bilancio dello Stato.

Ha tenuto a Roma la sua prima riunione il Comitato Direttivo di propaganda per la fondazione dell'Istituto Internazionale dei Finanziamenti esteri in Italia. Il Comitato raccoglie i più bei nomi della Finanza e dell'Industria italiana ed ha iniziato i suoi lavori elaborando un programma in cui sono enumerate le iniziative in cui il capitale estero può trovare in Italia migliore investimento; vi si comprendono: le bonifiche, le imprese agricole, la sistemazione di alcuni porti, il finanziamento del commercio europeo ed americano di transito fra occidente ed oriente, l'istituzione di industrie nuove, lo sviluppo edilizio, e finalmente in uno dei primissimi posti, il finanziamento di impianti idroelettrici, l'elettroagricoltura e l'elettrificazione delle ferrovie.

Continua l'interessamento verso le nostre Colonie per tanto tempo trascurate. In occasione della Fiera Campionaria di Milano, fu tenuta una «settimana coloniale» in cui vennero esaminati i principali problemi inerenti alle diverse colonie e si fece opera di utile propaganda e persuasione. È ritornata in Italia la missione scientifico-agricola presieduta dal Comm. Civelli che visitò gran parte della zona costiera della Tripolitania. La Commissione ha riportato una concorde impressione favorevole sulle possibilità di sviluppo della colonia qualora il capitale italiano intervenga opportunamente a sostenere al loro principio le iniziative. È stata fondata a Milano una Camera di Commercio italo-messicana allo scopo di rendere più frequenti ed estesi i rapporti commerciali con quella terra così ricca di materie prime.

Si hanno le statistiche sul movimento emigratorio nei primi tre mesi dell'anno in corso. In tale trimestre venne controllato l'espatrio di 91.672 emigranti, dei quali 33.025 per l'oltre oceano. L'Italia tiene ancora il primato fra le nazioni Europee per il numero di emigranti. Nel triennio 1920-1922 l'Italia annoverò 883.681 emigranti distanziando di gran lunga gli altri paesi tutti d'Europa.

*

Nella situazione finanziaria mondiale, si deve in modo particolare rilevare la nuova caduta del marco. La manovra della Banca dell'Impero per sostenere artificialmente il marco, non ha incontrato il favore della grossa industria che vedeva in ciò un ostacolo alla esportazione ed ha perciò manovrato in modo da provocare una nuova discesa della valuta. Il Governo ha annunciato che continuerà nella sua azione per opporsi a tale svalutazione del marco, ma non si può sperare molto dai suoi provvedimenti quando si pensi che la circolazione cartacea, in continuo vertiginoso aumento ha già raggiunto parecchie migliaia di miliardi di marchi. E da chiedersi se veramente la Germania non voglia seguire l'esempio della Russia giungendo a privare di ogni valore la sua moneta fino ad arrivare al fallimento. In Francia già se ne parla come di una manovra riconosciuta ed alla quale si pensa di far fronte.

L'Austria che pure sembrava caduta nel più irreparabile sfinimento economico accenna invece ad una sosta, sperato preludio di una ripresa più o meno lontana. I prestiti internazionali già ottenuti o promessi hanno permesso di stabilizzare la corona su quell'estremo limite di valore che era riuscita a conservare. La crisi industriale sembra abbia superato il suo punto culminante. Il nu-

mero dei disoccupati sussidiati è notevolmente diminuito dal principio dell'anno in poi e, importante a notarsi, tale diminuzione si nota anche entro la stessa città di Vienna; tuttocì sebbene il Governo abbia provveduto al licenziamento di un numero ingentissimo di funzionari.

Se l'Austria si è fermata, l'Ungheria ricomincia a precipitare. La situazione finanziaria è gravissima; il Governo deciso a non aumentare la circolazione cartacea, già arrivata a 76 miliardi, ha sospeso ogni emissione, e gli affari stagnano, e i fallimenti si susseguono continuamente. L'unica speranza è riposta nell'ottenimento di crediti all'estero.

Nulla è più caratteristico in questa nostra travagliata epoca, dell'enorme squilibrio finanziario fra i diversi paesi. Di fronte alle situazioni che abbiamo esposto, sta la floridezza del bilancio inglese il quale nell'anno 1922-23 chiude con un avanzo pari a oltre due miliardi e mezzo di lire. Questa invidiabile situazione è dovuta all'energica politica delle imposte ma soprattutto alla fortissima riduzione delle spese ordinarie che in due anni sono diminuite di oltre sei miliardi di lire oro!

Fra questi estremi di piena decadenza e di grande floridezza, si mantiene il nostro paese egualmente da essi lontano, ma perseverante nella sua tenace e faticosa lotta di risollevarlo. La situazione va gradatamente migliorando. La bilancia commerciale continua a risollevarsi; nel mese di gennaio le importazioni hanno raggiunto i 1056 milioni, con una diminuzione di 259 milioni in confronto al gennaio 1922, mentre le esportazioni salivano a 788 milioni in confronto ai 620 milioni dell'anno scorso. Si ha dunque nel mese di gennaio un miglioramento complessivo di 428 milioni; è importante osservare che la contrazione nelle importazioni è prevalentemente dovuta ai generi alimentari e non alle materie prime per le industrie le quali segnano anzi generalmente un aumento. Le cifre relative al confronto 1923-1922 sono particolarmente notevoli quando si tenga presente che già nell'anno 1922, secondo le ultime cifre, si era avuto un miglioramento complessivo di oltre due miliardi e mezzo, riducendosi d'eccedenza delle importazioni a sei miliardi e quattrocento milioni in confronto ai nove miliardi del 1921 (esportazioni da L. 8.273.006.000 a L. 9.297.116.589 — importazioni da L. 17.226.621.940 a L. 15.726.750.954).

Sintomo non trascurabile così dalla migliorata situazione economica generale, come del rinnovato senso del risparmio in seno alla popolazione del nostro paese, è dato anche dalla situazione delle Casse di Risparmio postali, le quali nel 1922 ricevettero depositi per quasi 3 miliardi e mezzo, cosicché l'entità dei depositi al 31 dicembre 1922 ammontava a oltre otto miliardi e settecento milioni.

L'emissione dei buoni del Tesoro novennali ha incontrato largo favore tantoché il miliardo venne ben presto completamente coperto.

Circa il gettito delle entrate, nel bilancio statale, si hanno fino ad ora soltanto i dati relativi ai primi nove mesi del 1922; le imposte dirette ordinarie segnano un costante graduale incremento, mentre sono in contrazione le imposte dirette in relazione al graduale esaurirsi del gettito dell'imposta straordinaria di guerra. Complessivamente per i nove primi mesi dell'anno si ha un aumento di 46 milioni rispetto al corrispondente periodo del 1921. Le entrate totali sono state nei nove mesi: di L. 9.267.665.183, mentre le previsioni erano di L. 10.986.310.000 per l'intero esercizio. Se le buone disposizioni dei primi mesi continuassero, si dovrebbero toccare a fine d'anno i 12 miliardi.

Questo è un sintomo veramente confortante, tanto più se si pensa che su di esso non hanno ancora influenza le nuove disposizioni Ministeriali. Ad onta della gravissima pressione tributaria le imposte si mantengono dunque beneficamente attive.

*

Nei mercati dei cambi, poco vi ha da osservare, fuori dalla caduta del marco, di cui abbiamo parlato. Nelle altre valute non si sono avute variazioni notevoli, sebbene il mercato abbia dato segni di nervosismo in rispondenza alle vicende della situazione politica. Nel complesso la nostra lira si è mantenuta bene, risentendo del generale ottimismo e della rinnovata fiducia nel nostro paese.

Il contegno delle Borse nel mese è stato quasi costantemente buono, con numerosi affari, e con forte resistenza anche di fronte a qualche tentativo di realizzazioni. I grandi Istituti finanziari, hanno come il solito pubblicato le loro relazioni, rispecchiando in esse l'andamento generale della economia del Paese. L'indirizzo generale è nettamente ottimistico, e si fa gran conto di quel complesso di sintomi di risveglio e di progresso che nel Paese vanno facendosi sempre più frequenti.

La Rendita si è mantenuta fra 81.50 e 81.75, dopo avere raggiunto anche 82.25. Il Consolidato si è pure comportato brillantemente, oggetto di larghe trattazioni, quotandosi a 89.10, valore fin ad ora mai toccato, e chiudendo in fine mese a 88.70.

In ottimo contegno i fondi Bancari, ed in particolare modo la Banca d'Italia che guadagna nel mese oltre 100 punti chiudendo intorno a 1575; più incerte le Commerciali che tuttavia registrano benefici notevoli chiudendo intorno a 945. Il Credito dopo qualche accenno di debolezza, si è gradatamente ripreso.

Molto movimentato si è mantenuto il comparto dei trasporti, il quale risente del nervosismo prodotto dalle dicerie relative alla cessione delle ferrovie alla industria privata; tutto il comparto risente nel suo insieme un avvantaggiamento sensibile.

I valori tessili, che avevano aperto il mese continuando il magnifico slancio del mese precedente, hanno poi risentito qualche stanchezza, anche per effetto di vere pressioni esercitate per qualcuno di essi. Il comparto fu assai movimentato, e nel complesso chiude a quotazioni un poco inferiori a quelle dell'inizio del mese.

Più calmo il gruppo dei titoli metallurgici e minerari. Fanno eccezione le Ansaldo oscillanti fra 6 e 12 per stabilizzarsi infine sul 9. Quasi ferme le Ilva, in piccolo regresso le Terni, l'Elba e qualche altro. Migliorano invece le Montecatini, le Fiat e le Bianchi.

Nei sacchariferi migliorano le Gulinelli e le Raffinerie, mentre perdono terreno l'Industria Zuccheri, e qualche altra.

Poche variazioni si hanno a segnalare nel comparto dei valori di esportazione.

In buon contegno le Pirelli per quanto non chiudano ai massimi raggiunti.

I titoli elettrici rimasti quasi invariati nel corso del mese manifestano una viva ripresa alla fine, come si può vedere dallo specchio riassuntivo che facciamo seguire secondo il solito.

Ing. RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei Titoli Elettrici nell'aprile 1923.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	300	482	475,50	495
Conti	250	313	292	307
Vizzola	500	836	825	884
Bresciana	100	95	93	94
Adamello	200	237	236	237
Unione Es. Elett.	50	77,50	77	78,50
Elett. Alta Italia	250	301	283	285
Idr. Piem. S. I. P.	125	141	139,50	138,50
Off. Elet. Genovesi	250	345	345	352
Adriatica	100	124,50	126	128,50
Negri	200	114,50	112	113
Ligure Toscana	200	238	234	235



**Associazione
Elettrotecnica Italiana**

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXVII RIUNIONE SOCIALE

MILANO - 1°-8 Ottobre 1922

VERBALI

Celebrazione del XXV° dell'A. E. I.

**Seduta straordinaria del 1° ottobre 1922
tenuta nella Sala d'oro della Società del Giardino.**

Il giorno 1° ottobre 1922 alle ore 15 ha luogo la Celebrazione del 25° anniversario della fondazione dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, la quale si svolge nell'ambiente fastoso della Sala d'oro che la Società del Giardino ha voluto gentilmente concedere all'A. E. I. per la fausta ricorrenza.

Alle ore 15 l'ampio, sontuoso e storico salone è gremito di invitati, Autorità e Congressisti, e la solenne seduta è aperta dal Presidente ing. comm. Del Buono, alla presenza delle Autorità e dei delegati dei Ministeri, degli Istituti e delle Associazioni consorelle nazionali ed estere. Al banco della Presidenza sono, oltre al Presidente Generale Del Buono, i Vice Presidenti Generali ing. Semenza, prof. Ferraris e ing. Rebora ed il Segretario Generale ing. Comboni.

Il Presidente Generale apre la seduta invitando il Segretario Generale a dare comunicazione delle adesioni pervenute.

Il Segretario Generale legge l'elenco di tutte le adesioni, coll'accenno alle principali lettere e telegrammi ricevuti, come segue:

Adesioni e Rappresentanze di enti nazionali ed esteri alla celebrazione del 25° dell'A. E. I.

NAZIONALI:

- S. A. R. Aimone di Savoia, Duca di Spoleto.
- S. E. l'on. Fulci, Ministro delle Poste e Telegrafi, intervenuto personalmente per il Governo.
- S. E. l'on. Rossi, Ministro dell'Industria e Commercio, rappresentato dal senatore Salmojraghi.
- S. E. l'on. Anile, Ministro dell'Istruzione Pubblica, rappresentato dal prof. Berzolari Rettor Magnifico dell'Università di Pavia.
- S. E. l'on. Riccio, Ministro dei Lavori Pubblici, rappresentato dal prof. comm. Lombardi, Presidente del Consiglio Superiore delle acque.

S. E. il senatore Lusignoli, Prefetto di Milano, Ministro di Stato.
 Il Commissario Regio del Comune di Milano barone Carbonelli.
 Deputazione Provinciale, rappresentata dall'ing. Gentili.
 Camera di Commercio di Milano, rappresentata dal senatore Salmoiraghi.
 Ferrovie dello Stato, Direzione Generale e Compartimentale, rappresentate dal comm. Vigna.
 Telefoni dello Stato, rappresentati dal direttore comp. comm. Sacco.
 Telegrafi dello Stato, rappresentati dal comm. Utili.
 R. Accademia dei Lincei, rappresentata dal comm. prof. Grassi.
 R. Politecnico di Torino, rappr. dallo stesso prof. comm. Grassi.
 R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, rappr. dal comm. prof. Arnò.
 R. Politecnico di Milano, rappr. dallo stesso comm. prof. Arnò.
 Osservatorio Astronomico di Brera, rappr. dal comm. prof. Bianchi.
 Senatore Guglielmo Marconi, con calorosa lettera di adesione.
 Associazione Pro Montibus, rappresentata dall'ing. comm. Novarese.
 Associazione esercenti imprese elettriche, rappr. dal Presidente comm. Allievi e dal Direttore ing. comm. Civita.
 Associazione Nazionale Ingegneri Italiani, rappr. dal Presidente ing. comm. Mauro.

Società aderenti:

Soc. Pirelli e C. col Presidente on. senatore Pirelli.
 Soc. Edison, con lettera del Consigliere delegato comm. Motta.
 Soc. Lombarda, col Consigliere delegato ing. Darvino Salmoiraghi.
 Azienda Elettrica Municipale di Milano, col comm. ing. Piazzoli.
 Soc. Italiana Accumulatori Tudor, col Consigliere delegato ing. Rossi.
 Soc. Forze idrauliche di Trezzo, coll'on. senatore Crespi.
 Soc. Imprese Elettriche Conti, col Consigliere delegato senatore Conti.
 Soc. Tecnomasio Italiano Brown Boveri, col Direttore ing. Vannotti.
 Soc. Elettrica del Ticino, col Direttore ing. Sacerdote.
 Soc. Soc. Ferrovie Nord Milano, col Direttore ing. Fantolini.
 Soc. Varesina, col Presidente ing. comm. Luzzatto.
 Soc. Richard Ginori, col Direttore ing. Castelnuovo Tedesco.
 Soc. Nazionale Sviluppo Imprese Elettriche, col Direttore ing. Barberis.
 Soc. Officine Meccaniche Stigler, col Consigliere delegato ing. Stigler.

ESTERI:

INGHILTERRA: Institution of Electrical Engineers, Londra, con lettera di delega all'ing. G. Semenza.
 FRANCIA: Union des Syndicats d'Electricité, con lettera e telegramma del Presidente ing. Legouvé. — Société Française des Electriciens, con telegramma.
 BELGIO: Société Belge des Electriciens, rappresentata dall'ing. Brando — Association ingénieurs Montefiore, con lettera del Direttore ing. De Bast.
 OLANDA: Istituto Reale degli Ingegneri Danesi e Sezione Elettrotecnica dell'Istituto rappresentate dall'ing. Jonker Scoop.
 GERMANIA: Associazione Elettrotecnici Tedeschi, rappresentata dall'ing. Giamminola.
 CECOSLOVACCHIA: Associazione Elettrotecnica Cecoslovacca, con lettera.
 SVEZIA: Società Svedese Elettrotecnica, Stoccolma, con lettera. — Società Svedese di Tecnologia, Stoccolma, con lettera.
 DANIMARCA: Società degli ingegneri Danesi con lettera.
 SVIZZERA: Association Suisse des Electriciens Basilea, rappresentata dagli ingegneri Nizzola e Signorini. — Union des Centrales Suisses d'Electricité, Zurigo, rappresentata dall'ing. Bauer. — Ferrovie Federali Svizzere, rappresentate dal Direttore Generale ing. Schrafth.
 SPAGNA: Associazione Ingegneri di Barcellona, con delega di rappresentante all'ing. Emanueli.
 UNGERIA: Associazione Elettrotecnica Ungherese, Budapest, rappresentata dall'ing. Bela Valatin.
 AMERICA STATI UNITI: National Electric Light Association, con delega all'ing. G. G. Ponti. — American Institut of Electrical Engineers, con lettera e telegrammi dell'ing. Lieb.
 ARGENTINA: Associazione Elettrotecnica Argentina con lettera e telegramma.
 URUGUAY: Comité de Electrotecnica del Uruguay con lettere e telegramma.
 GIAPPONE: Società Giapponese Ingegneri Elettrotecnici con lettera. (Japanese Electrotechnical Committee).

Il Presidente Generale pronuncia il discorso commemorativo di cui ecco il testo:

Eccellenze, Gentili Signore, Egregi Colleghi!

Questa nostra riunione — la XXVII^a — assurge ad un'importanza e ad una solennità speciale, perchè rievoca e commemora il XXV^o anniversario della fondazione e della prima riunione annuale che seguì la istituzione del nostro sodalizio, il quale con essa iniziava nel modo più promettente la sua vita tecnica e scientifica.

Fondata dal Maestro Galileo Ferraris, da quell'epoca ad oggi la nostra Associazione ha compiuto passi giganteschi, e nel breve volgere di anni ha raggiunto un'importanza ed uno sviluppo tali da farla annoverare fra i più forti, autorevoli e ascoltati sodalizi del nostro paese.

Questo brillante risultato non deve generare in noi, alieni come siamo da ogni millanteria, nessun senso di orgoglio, ma deve darci una legittima soddisfazione per avere raggiunto, attraverso tutte le difficoltà dei primi passi, sempre i più difficili, il presente sviluppo e deve dar luogo ad un sentimento di grande fiducia nella crescente prosperità e nell'avvenire della nostra Istituzione.

Per celebrare quella data memoranda, Presidenza e Consiglio vollero che fosse indetta qui a Milano questa solenne assemblea.

Fu voluta come luogo della riunione la industriale Metropoli lombarda, non perchè sede della Sezione più numerosa e fra le più benemerite, non perchè è il centro della massima attività italiana nel campo elettrico, ma per ricordare quella prima riunione, che fu tenuta qui a Milano e nella quale appunto la nostra Associazione ebbe la sua origine e la sua prima affermazione.

Al nostro appello hanno risposto con premura affettuosa i Soci qui convenuti in numero di oltre 700, cifra mai raggiunta nei nostri Congressi; hanno ad esso aderito il Governo, le Autorità, ed i Sodalizi tecnici a noi affini, nazionali ed esteri, ed è per me onore graditissimo di rivolgere il nostro più vivo e caldo ringraziamento a Loro.

Il nostro caldo saluto alla illustre Città che ci ospita, e i nostri ringraziamenti alla Sezione di Milano, che con tanta signorile larghezza e con tanto premuroso affetto ha voluto accogliere i colleghi di tutta la Penisola in modo così cordiale e degno.

Colleghi!

Io voglio ricordare, per additarli alla vostra imperitura riconoscenza, i nomi di quei Colleghi che ebbero l'idea della costituzione della nostra Associazione, che la elaborarono e la portarono a termine. Tale idea nacque agli elettrotecnici italiani partecipanti in buon numero nell'Agosto del 1896 al Congresso Internazionale di Elettricità di Ginevra, dove erano convenuti i Sodalizi tecnici d'Europa. Allora solo l'Italia non era rappresentata da un'Associazione propria. Gli Italiani sentirono tale mancanza e vollero che da quel giorno anche noi avessimo un'Associazione nostra. Si strinsero attorno a Galileo Ferraris e sotto il di Lui auspicio fu affidato ad una Commissione da Lui presieduta, — costituita da Arnò, Ceretti, Mengarini, Panzarasa e Pinna — il compito di studiare uno schema di Statuto da portare in discussione nel Congresso degli Ingegneri Italiani che doveva aver luogo a Genova nel Settembre di quell'anno.

Le tendenze che in questa discussione provocarono il dibattito furono due; una per un'Associazione unica con sede stabile; l'altra tendente a costituire un'Associazione formata di parecchie Sezioni entro certi limiti autonomi ed aventi sede nei principali centri d'Italia.

Le discussioni che ne seguirono nella riunione di Genova il 20 Settembre 1896 portarono all'accoglimento della seconda tendenza, sostenuta principalmente dal Panzarasa, e fu incaricata la stessa Commissione di elaborare lo Statuto definitivo da sottoporre all'approvazione dei colleghi nell'assemblea del 27 Dicembre successivo. Approvato lo Statuto, l'Associazione Elettrotecnica Italiana era così fondata. Si procedette all'elezione delle cariche sociali per il primo triennio 1897-1899 e risultarono eletti per acclamazione: Galileo Ferraris a Presidente Generale, Giuseppe Colombo e Guglielmo Mengarini a Vice Presidenti. La sede centrale rimaneva così a Torino, residenza del primo Presidente Galileo Ferraris, la cui morte immatura fu da tutti appresa con grande costernazione. Successe al compianto Maestro Giuseppe Colombo (fino al 1899) e sotto la sua guida si costituirono le Sezioni di Torino, Milano, Genova, Roma, Napoli e Palermo, e con la prima riunione a Milano nell'Ottobre 1897, si iniziò la vita tecnica e scientifica del sodalizio. Dopo la Presidenza del Colombo si ebbero quelle di Guido Grassi (1900-1902), di Moisé Ascoli (1903-1905), di Emanuele Jona (1906-1908), di Luigi Lombardi (1909-1911), di Ferdinando Lori (1912-1914), di Guido Semenza (1915-1917), di Lorenzo Ferraris (1918-1920) e dovei lungamente parlare della loro opera così attiva e feconda, opera che ha portato il nostro sodalizio alle condizioni dell'attuale importanza e floridezza.

Io non posso dettagliatamente parlare dell'opera di ciascuno di loro per non fare un'esposizione lunga e pur gloriosa di date e di cifre, che troverete con cura e dettagli registrate nel numero unico da noi pubblicato.

Per merito di questi Colleghi l'Associazione prese sempre maggiore importanza ed autorità. Ogni Presidenza segnò un passo importante e caratteristico nella continua ascesa del nostro sodalizio. Si deve al Grassi se si iniziarono i rapporti ufficiali col Governo, e se fu riconosciuta la priorità del Meucci nell'invenzione del telefono, ad Ascoli la biblioteca e le Norme degli Impianti. A Jona la stabilità della sede centrale, al Lombardi l'erezione in Ente morale, la costituzione del Comitato Elettrotecnico e la celebrazione di Pacinotti, a Lori la pubblicazione della memoria Pacinotti, e la fondazione del Giornale, a Semenza le Statistiche, le pubblicazioni a pro dell'industria nazionale e le Norme del Macchinario, al Ferraris infine la fondazione della Sezione di Trento e Trieste e l'ingresso del Presidente Generale nelle Commissioni Centrali (dopo guerra) e nel Consiglio superiore delle acque.

Col crescere dell'importanza aumentava rapidamente il numero dei Soci e delle Sezioni, e si faceva sempre più rapido il ritmo della vita dell'Associazione.

Al nostro sodalizio hanno aderito come Soci individuali tutte le personalità più eminenti della scienza, della tecnica, dell'industria, e fra i collettivi i Ministeri, le Amministrazioni pubbliche, e le più stimatissime organizzazioni civili, scientifiche, ed industriali del paese.

La gara nobile dell'opera fattiva delle 14 Sezioni andò sempre più accelerando e non una sola di esse ha mai fatto conoscere il dubbio di non comprendere ed apprezzare le alte finalità dell'Associazione nel seguire l'azione degli organi centrali; se non tutte per vari motivi hanno spiegato la massima attività, per tutte si ha il dovere di manifestare un senso di commossa gratitudine per la continua, affettuosa assistenza alle direttive centrali, per la fervida intensa opera prestata e per le iniziative importantissime e nobilissime assunte e perseguite con pieno successo.

I Soci che nel 1897 erano meno di 400 divennero 800 nel 1900, 1200 nel 1910, 1600 nel 1915 e 3000 nel 1920.

I Soci adesso sono 4130 divisi fra le 14 Sezioni che compongono l'Associazione; molti per chi pensa quanto è costato collegare tante individualità iniziandole a farsi aderenti convinti e sostenitori della nostra idea e del nostro programma, molti se si pensa come il loro numero abbia facilità di potersi allargare e moltiplicare se ognuno di essi diventasse centro di diffusione del programma comune; ma pochi sono ancora se si vuole anticipare col pensiero quel risultato che si deve raggiungere e che certamente sarà conseguito.

L'A.E.I., che riunisce nel suo seno i cultori delle discipline più diverse, fuse ed integrò fra di loro la scienza e la pratica, tenendo sempre in alto onore la prima, convinta che il sapere deve essere il faro luminoso che guida ogni azione nel campo della vita fattiva, a questo amichevole continuo contatto deve ascrivere i fecondi risultati ottenuti.

L'A.E.I. che stringe in un vincolo fraterno i cultori delle discipline elettrotecniche, di quelle discipline che sono in più diretto contatto con la vita, poichè in ogni manifestazione è principale l'opera dell'elettrotecnica che produce e distribuisce l'energia animatrice delle industrie, che trasmette il pensiero, che dà le rapide comunicazioni, si è sempre immedesimata delle sorti del paese ed ispirata sempre al concetto che la migliore affermazione per il sodalizio dovesse scaturire dall'opera compiuta in nome di essa, ha sempre diretti i suoi sforzi a partecipare nel modo più fattivo alla vita scientifica, tecnica e fattiva del nostro paese. La nostra Associazione infatti intervenne nelle principali questioni che interessavano la scienza, la tecnica e l'industria. Autorevolmente ascoltata, prese parte alla discussione dei progetti di legge attinenti alle nostre discipline, intraprese a mezzo di Commissioni, studi tecnici di rilevante importanza, fra cui quello dell'elettrificazione delle ferrovie, della produzione e distribuzione di energia e per stabilire il continuo contatto fra la tecnica e la scienza diede le sue amorevoli cure allo studio dell'educazione tecnica ed alla scuola nella quale si formano le future generazioni dei tecnici.

Appena formata l'Associazione sentì il bisogno di avere un bollettino che permettesse ai colleghi di dar luce ai propri lavori e di tenersi al corrente delle produzioni scientifiche e tecniche nazionali ed estere. Fin dal 1898 al suo nascere l'Associazione pubblicò gli Atti i quali nel 1911 divennero una pubblicazione mensile e nel 1914, auspice il L'ori si trasformarono nell'attuale giornale «L'Elettrotecnica» che ha raggiunto una diffusione ed una notorietà tale da non essere seconda ai più autorevoli periodici nazionali ed esteri, e che tanto ha contribuito a dare importanza e notorietà alla nostra Associazione.

Atti ed Elettrotecnica sono a testimoniare il grande contributo che i nostri valenti colleghi hanno prestato nel movimento tecnico e scientifico del nostro paese, e senza scendere ad enumerazioni, si può dire che non esiste argomento che non sia stato ampiamente e con grande originalità e competenza trattato da qualcuno dei nostri Soci.

Non io qui ho il gradito compito, che spetta invece al collega L'ori, di parlare del progresso compiuto dall'Elettrotecnica nei 25 anni della vita sociale, ma essa è stata certamente considerevole, e molto si è fatto per l'opera dei nostri Soci.

Manifestazioni di grandissima importanza sono state le riunioni annuali, le pubblicazioni tecniche, le Norme e le Statistiche. Ognuna delle 26 passate riunioni annuali costituì una pagina bella ed eloquente dell'attività della nostra Associazione, ogni riunione mise in luce nuove energie, strinse nuovi vincoli fra i colleghi e rese più intima la vita del nostro sodalizio.

Le riunioni annuali contribuirono a svolgere opera di propaganda nei maggiori centri d'Italia, a far conoscere ai Soci sparsi in tutta la penisola i nuovi impianti e lo sviluppo delle industrie elettriche. Dovrei ricordare le riunioni di Roma, di Torino, di Milano, la gita in Sicilia, ma è superfluo, poichè tutti voi le avete presenti e di esse avete nel cuore indelebile e gradito ricordo. Talune di queste riunioni assunsero importanza speciale, quella del 1899 a Como, che segnò l'adunata del primo Congresso Nazionale degli Elettrotecnici Italiani; quella del 1909 a Brescia in cui fu comunicata all'assemblea dalla Presidenza la notizia della costituzione dell'A.E.I. in Ente morale; quella del 1911 a Torino che assunse il carattere di riunione internazionale per l'intervento di oltre 200 tecnici stranieri, e finalmente la XXIII^a e XXIV^a riunione del 1919, convocate a Trento e

Trieste appena redente e che per tanti anni avevano formato il voto degli Italiani.

Le Norme pubblicate sotto gli auspici dell'A.E.I. hanno segnato una tappa gloriosa della nostra attività ed hanno dato al nostro paese, che prima seguiva le Norme estere, Norme italiane. Le nostre Norme degli Impianti, e Macchinari, furono approvate dagli Enti pubblici e privati e dal Governo che le dichiarò ufficiali; esse sono bene apprezzate anche all'estero e con soddisfazione le vediamo citate oltre oceano.

Le statistiche degli impianti e delle centrali hanno fornito ai Colleghi un prezioso ausilio nei loro studi e ricerche.

Manifestazione della più alta importanza è stata la creazione del Comitato Elettrotecnico Italiano per opera del quale sono state compilate le Norme del macchinario e degli isolatori e il Vocabolario nonché studi collettivi di grande valore.

Il Comitato Elettrotecnico Italiano fa parte della Confederazione Elettrotecnica Internazionale, dove ha provato che la tecnica Italiana a confronto con quella estera non rimane seconda. Ricordo infine la formazione della biblioteca centrale, che è presso la Sezione di Roma, e che rappresenta la più completa raccolta di periodici tecnici che abbia il nostro paese.

Recenti iniziative in via d'attuazione sono l'istituzione del Comitato Idrotecnico e la pubblicazione degli Impianti italiani.

Mi sono così sforzato di dare un breve cenno dell'attività della nostra Associazione all'interno del nostro paese.

L'A.E.I. consolidatasi all'interno, considera ora di capitale importanza allacciare rapporti con l'estero onde far conoscere maggiormente ed apprezzare il nostro sodalizio e la nostra tecnica anche fuori dei confini della patria. Non si sono potuti stabilire con continuità quei rapporti che essa desiderava sia per la difficoltà della organizzazione, sia per i mezzi necessari per attuarli; ma possiamo già constatare che i Soci corrispondenti stabiliti da poco meno di un anno in alcuni principali centri dell'estero hanno reso al nostro sodalizio i più importanti servizi, tenendoci per loro mezzo in contatto più diretto con le associazioni consorelle di oltre alpi. È stata sempre cura di non trascurare occasione per far sentire il nome d'Italia all'Estero; furono compiute gite all'Estero e in tutti i consessi ove fossero convenuti i tecnici di altri paesi intervennero i nostri autorevoli Soci. In questa opera proficua è stato di prezioso ausilio il Comitato Elettrotecnico Italiano che cominciò per primo ad allacciare rapporti fra i nostri tecnici e quelli dei vari paesi.

Eccellenze, Gentili Signore, Egredi Colleghi!

Ho così brevemente tratteggiato e ricordato alla vostra attenzione come il nostro sodalizio è nato e lo sviluppo mirabile che ha acquistato nei suoi 25 anni di vita.

Di questo risultato, come già dissi, dobbiamo altamente compiacerci e trarre buoni auspici per l'avvenire. E dobbiamo chiederci quale è stata la ragione, quale lo stimolo che hanno fatto sì che la nostra Associazione abbia assunto questo prodigioso sviluppo e questa importanza.

Io credo di poter affermare che esso si debba al carattere della disciplina da noi trattata che così intimo rapporto ha con la vita della Nazione, all'obiettività delle nostre affermazioni non dedicate a fini particolari, ma solo al bene del nostro paese, alla forma federativa del sodalizio divisa in sezioni, che ha permesso il formarsi nelle principali regioni della penisola di centri propulsori della vita della nostra Associazione, centri che, autonomi nello svolgimento della vita propria, davano a ciascuna Sezione il modo di formarsi e svilupparsi secondo gli intendimenti, i bisogni e le necessità locali. Il vincolo che le univa tutte alla presidenza centrale faceva sì che si aveva unità di indirizzo e di direzione e permetteva il coordinamento in un fascio unico delle attività delle intere regioni.

Non v'è dubbio che il merito principale però si deve a voi, egregi colleghi, al vostro interessamento, all'opera che tutti avete così assiduamente data a pro del vostro sodalizio. La glorificazione di esso è pertanto la glorificazione dell'opera vostra, è il coronamento dello sforzo che tutti avete dato per il raggiungimento dello scopo che qui ci unisce.

Permettete o colleghi che io mandi le espressioni del nostro animo grato a tutti i colleghi che presiedettero al nostro sodalizio, curandone il magnifico sviluppo ed il mesto ricordo a quelli di loro, Jona, Colombo ed Ascoli, che tanto fecero per noi in epoche in cui tutto era da fare e che non sono più fra noi a gioire di questo nostro compiacimento, ed un commosso saluto alla memoria di Galileo Ferraris che abbiamo onorato questa primavera a Torino, a Galileo Ferraris il quale è stato il centro di attrazione intorno al quale hanno gravitato tutte le energie nostre nella formazione del nostro sodalizio.

Ed ora Signori, nel chiudere il mio dire, debbo dare uno sguardo all'avvenire, al nostro compito, alla nostra funzione nel paese e formulare un voto.

Alla elettrotecnica l'Italia deve il suo progresso tecnico industriale e dovrà il suo rinnovamento economico: la produzione e distribuzione dell'energia, la trazione, le applicazioni elettrotecniche ed elettrochimiche, la radiotelegrafia, la telefonia e la telegrafia sono altrettanti rami della nostra bella scienza che si intrecciano con tutte le manifestazioni tecniche ed industriali del nostro paese.

Noi abbiamo la soddisfazione di potere constatare che verso di

esse si rivolgono fidenti gli occhi di tutti gli italiani, anche non tecnici. Il nostro paese, che ha avuto finora tanti benefici dall'elettrotecnica ancora ne attende e ne avrà se gli elettrotecnici potranno dare attuazione alle infinite applicazioni tra cui principalmente quelle all'agricoltura nelle sue varie forme ed a tutte quelle che permetteranno di sostituire le energie naturali al carbone rendendo meno gravoso l'onere derivante dalla sua mancanza.

Ogni tappa dello sviluppo dell'elettrotecnica è segnata da un nome italiano: Volta, Pacinotti, Meucci, Ferraris, Marconi, per ricordare i più fulgidi maestri; in ogni campo dello scibile il nome d'Italia è stato tenuto alto con onore; l'Italia si è ben meritata così il posto che ora occupa nel campo dell'elettrotecnica e delle sue applicazioni.

L'Italia attende ora dalla crescente forza produttiva del lavoro la sua rinascita economica. Le classi colte devono essere conscie della loro missione di far convergere tutti gli sforzi in un'azione pratica di miglioramento generale.

A voi colleghi, cultori di questa meravigliosa scienza spetta questo compito: alla nostra Associazione, che tutti ci riunisce in un fascio di potente e fattiva operosità, toccherà il compito grave e nobilissimo di far sempre più progredire la Patria nostra.

Seguono quindi gli oratori seguenti:

S. E. il Ministro on. Fulci: Il Ministro delle Poste e Telegrafi con alata parola porge all'A. E. I. il saluto ed il plauso del Governo. Sa che le sedute che seguiranno avranno grande importanza anche per il Ministero, al quale egli è preposto. Dagli scienziati e tecnici qui convenuti sa che è da attendersi la soluzione dei problemi che interessano oltre alle grandi industrie, anche i grandi servizi pubblici. Assicura che, anche per questo, il Governo seguirà con viva attenzione a mezzo dei suoi tecnici le discussioni dell'eminente consesso, le quali debbono segnare la via al legislatore. Il Ministro dopo un accenno alle più elette figure della scienza elettrotecnica italiana, afferma che l'antico primato sarà conservato all'Italia anche in questo campo dello scibile, e chiude il suo discorso con un caldo saluto all'industria Milano.

Il senatore Salmoraghi in rappresentanza ed a nome del Ministro Teofilo Rossi dell'Industria e Commercio, riafferma il volere del Governo di seguire col massimo interesse i lavori del Congresso dell'A. E. I. Quale Presidente della Camera di Commercio di Milano, afferma che le Camere di Commercio saranno sempre pronte ad appoggiare i voti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana che si dimostra così attiva e seria cultrice della Elettrotecnica in ogni suo ramo.

Il prof. Lombardi, Presidente del Consiglio superiore delle acque e delegato di S. E. l'on. Riccio, Ministro dei Lavori pubblici, conferma l'interesse col quale il Governo seguirà i lavori del Congresso che augura fecondo per la scienza e l'industria italiana.

Il barone Carbonelli, Commissario regio per la città di Milano, porta con calda parola il saluto e gli augurii della città di Milano alle autorità ed ai congressisti qui convenuti per la celebrazione del 25° anno di vita della loro fiorente Associazione ed augura un esito splendido ai lavori che scienziati e tecnici si accingono a compiere pel continuo progresso della scienza e della tecnica.

Il prof. Grassi, delegato a rappresentare la Reale Accademia dei Lincei ed il Politecnico di Torino, porge i voti augurali per la prosperità e per la continua ascesa dell'Associazione elettrotecnica italiana.

Il prof. Arnò, delegato dell'Istituto Lombardo di scienze e lettere, e rappresentante del Politecnico di Milano, esalta in occasione del 25° della A. E. I. le meravigliose applicazioni elettrotecniche, già divinate da Pacinotti, da Volta, da Galileo Ferraris e Giuseppe Colombo, ed arricchite superbamente dal genio di Marconi.

Il comm. ing. Allievi, Presidente dell'Associazione Esercenti imprese elettriche reca il saluto del suo sodalizio, i cui membri hanno modo di apprezzare e trarre profitto degli studi e dei lavori dell'A.E.I. per portare ai loro impianti tutti i perfezionamenti ed i progressi che sono vanto dell'elettrotecnica italiana.

L'on. ing. Mauro, Presidente Generale della Associazione Nazionale degli ingegneri italiani porge un caloroso saluto ai colleghi elettrotecnici a nome dell'Associazione consorella da lui presieduta, che lavora parallelamente e col medesimo entusiasmo pel progresso della tecnica italiana ovunque potentemente affermatasi.

L'ing. Nizzola, rappresentante dell'Associazione Svizzera degli ingegneri elettricisti, parla anche a nome di tutti i delegati delle Associazioni consorelle estere che sono rappresentate numerose al Congresso, porgendo un vivo saluto e fervidi augurii per la prosperità del Sodalizio così fiorente. Rileva inoltre l'influenza che ha avuto l'A. E. I. nella preparazione della legislazione italiana, la quale è una delle migliori per favorire le applicazioni di carattere tecnico, e fa notare che i governi succedutisi in Italia si sono sempre mostrati animati dal più vivo interessamento per i progressi della scienza e della tecnica.

In fine l'ing. **Semenza,** Presidente della Sezione di Milano dell'A.E.I. ringrazia a nome dei colleghi milanesi quelli delle altre Sezioni che accogliendo l'invito convennero così numerosi alla riunione. Manda un ringraziamento anche alla Presidenza della Società del Giardino per l'accordata gentile ospitalità, e chiude augurandosi che i lavori del Congresso portino al risultato che tutti si augurano.

Segue quindi l'oratore ufficiale prof. **Ferdinando Lori,** il quale intrattiene l'attento uditorio col discorso inaugurale sul tema: «L'Elettrotecnica in Italia nell'ultimo venticinquennio». Il testo della conferenza, salutata alla fine da vivi applausi, è pubblicato in questo numero, a pag. 297.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

Ciclo di conversazioni sulla continuità e regolarità di esercizio degli impianti elettrici.

Verbale della 4ª Seduta - 16 marzo 1923.

Semenza: annuncia che alcuni colleghi hanno inviato delle lettere relative alle discussioni passate. Ciò è ben accetto; questi scritti verranno riassunti assieme ai resoconti delle sedute. Invita l'ing. Perotto a comunicare una sua nota su di un nuovo tipo di isolatore a sospensione.

Perotto: Legge la nota (che sarà pubblicata nel giornale) e la illustra con alcune proiezioni.

Rebora: Dietro invito di Semenza accenna ai pericoli di infortunio derivati dagli scaricafulmini. Il punto pericoloso comune a tutti i sistemi è dato dalle prese di terra.

Un fenomeno importante si manifesta generalmente nel circuito che va a terra, dove si verificano facilmente rotture nei conduttori, anche se molto grossi, in diversi punti; senza che si conosca esattamente la spiegazione di questo fatto.

Parla di una cabina di distribuzione con tre fili di linea sui quali erano inseriti tre scaricatori messi a terra attraverso a resistenze. La presa di terra era fatta davanti alla cabina, su terreno accessibile al pubblico; quando lo scaricafulmini funzionava diventava pericoloso l'accesso al terreno sovrastante la presa di terra per le forti differenze di potenziale che vi si producevano. Come regola generale le prese di terra devono essere fatte in punti non accessibili alle persone. Tipico è il caso di Olginate, dove il disastro è stato provocato dalla presenza di scaricafulmini, sia sull'alta che sulla bassa tensione, colle terre ravvicinate e praticamente isolate dal resto della terra in modo che i due circuiti venivano a trovarsi in buona comunicazione diretta tra di loro.

In un altro caso la messa a terra era fatta con le tre linee distinte facenti capo a placche separate. Una delle linee passava vicino alla struttura metallica di un fabbricato. Durante il funzionamento dello scaricatore due linee si interruppero secondo il noto fenomeno, mentre quella che faceva contatto coll'edificio rimase inatta, lanciando 10 000 volt nella struttura dell'edificio stesso.

Altra volta, in una cabina da palo, in cui il trasformatore era portato da una struttura in legno con traverse in ferro, queste ultime messe a terra assieme al neutro della bassa tensione, con placca separata da quella dello scaricafulmini della linea alla tensione di 10 000 volt, lo scaricafulmini si è fuso, e ha fatto contatto con la massa metallica dei sostegni, dando luogo a rotture delle linee di terra (alta e bassa), così che, attraverso il neutro, i 10 000 volt andarono direttamente sulla linea a bassa tensione.

Semenza: Chiede se queste strane rotture del filo di terra avvengono al momento della scarica.

Rebora: Ritiene di sì, e dice di aver verificato in molti casi questo fenomeno di fusione in diversi punti dello stesso conduttore. Un fenomeno analogo avviene anche nella bruciatura delle macchine, e talvolta anche nei parafulmini di protezione degli edifici. Non conosce una spiegazione esauriente del fatto.

Dietro richiesta dell'ing. **Manfredi** informa che i conduttori che così si sono comportati erano tutti di diametro superiore ai 5 mm.

Semenza: Osserva che la discussione assai interessante di queste sere ha toccato molti argomenti importanti, e che su molti punti si sono notati pareri diversi.

Alcuni problemi importantissimi messi in luce la prima sera non sono stati ancora discussi a fondo; ad esempio la marcia in parallelo di parecchie centrali, in relazione alla eliminazione delle parti guaste di una rete, senza disturbare il servizio. Ciò è molto importante dato che spesso degli impianti vecchi devono marciare in parallelo con impianti modernissimi. La necessità di marciare in parallelo proviene dall'intento economico di utilizzare bene l'energia; ma se questo marcia in parallelo dà luogo a troppi inconvenienti, interviene un nuovo fattore economico che può consigliare di far funzionare gli impianti separatamente fra di loro pur lasciando sempre la possibilità di stabilire punti di contatto in punti variabili a seconda del bisogno.

Anche il problema di eliminare gli elementi guasti si collega con quello della marcia in parallelo, dipendendo in gran parte dal funzionamento dei relais. Nei nostri impianti sono installati molti relais di svariati tipi, e soprattutto con caratteristiche molto diverse, come quella della curva che lega l'intensità di corrente col tempo di apertura. Inoltre questi apparecchi sono di solito alla mercé dei capi officina, che hanno facilmente tendenza di regolarli in modo che i disturbi vadano più facilmente su altri impianti che sul proprio. Così accade che sopravvenendo un guasto, scattano spesso gli interruttori che non dovrebbero funzionare. Circa la possibilità di evitare questo stato di cose ritiene interessante qualche notizia raccolta in una sua visita negli S. U. d'America. Scorrendo una nota dei ritardi subiti dai treni elettrici sulla linea Chicago-Milwaukee alimentata da 12 sottostazioni di conversione, che prendono l'energia dalla rete di distribuzione della Società Montana, non ha trovato indicazioni di ritardi dovuti alla sospensione della corrente primaria. Chiesto il perchè di questo, gli venne risposto che queste interruzioni erano talmente rare

che i ritardi conseguenti venivano messi tra quelli dovuti a incidenti vari che sommano, salvo errore, all'8% della totalità. La rete della Montana è molto vasta, ed è alimentata da molte centrali in parallelo. Chiesto come mai un sistema così vasto avesse così pochi incidenti, gli fu fatto notare che ciò dipendeva dall'esistenza di un apposito ufficio centrale, al quale è affidata la regolazione di tutti i relais del sistema. I capi officina devono ubbidire alle istruzioni diramate da questo ufficio. Nella rete sono installati molti tipi di relais; ma tutti quelli di una stessa categoria hanno caratteristiche uguali. Il risultato ottenuto è ottimo, perchè avvenendo un guasto su una linea questa esce di servizio senza danno del resto. Invita a discutere la possibilità di adottare qualche cosa di simile da noi.

Locatelli: Dice che il problema è interessantissimo e di vitale importanza; ma che però è difficile discuterlo senza una speciale preparazione. Negli impianti americani di cui si parla, le diverse officine generatrici sono tutte della stessa società, ed esse funzionano, almeno a sua impressione, sotto il massimo carico; risulta quindi facile dare le istruzioni necessarie, e le disposizioni date sono attuabili per un notevole periodo di funzionamento. Nei nostri impianti, invece, le condizioni di funzionamento mutano con grandissima rapidità per le diverse officine durante le ore della stessa giornata; risulta quindi molto difficile dare indicazioni precise. La rete della Edison ha due impianti che marciano continuamente a pieno carico, e la loro variazione di produzione dipende solo dalle variazioni di portata dei corsi d'acqua; le altre officine funzionano solo per alcune ore, fornendo energia quando questa occorre. Ne risulta che nella rete di distribuzione l'energia circolante ha direzione ed entità diverse a seconda delle ore. Occorrerebbe quindi tre o quattro volte ogni giorno modificare le disposizioni per la regolazione dei relais. Dice d'aver tentato qualche esperimento in base al sistema americano, ma di non aver ottenuto risultati soddisfacenti a causa delle molte difficoltà. A volte nella marcia in parallelo si hanno scatti nelle varie parti senza che appaia una ragione determinante; di qui la difficoltà di dare istruzioni precise. Gli inconvenienti, se non si possono eliminare, si possono però attenuare con un maggior affiatamento dei vari enti che forniscono energia. Benchè vi sia cordialità tra i vari capi, pure è difficile in una discussione stabilire norme precise per l'esercizio, perchè ognuno tende a regolarsi in base al proprio impianto. Non si tratta affatto di mal volere, ma di condizioni specifiche dei singoli impianti, ed è quindi assai importante conoscere queste condizioni. Vi è una specie di pudore a rendere noti i propri difetti; ma se si potrà eliminare questo, si arriverà certamente a migliorare il servizio.

Semenza: Riferisce che la Società Montana ha quattro stazioni generatrici a vapore, perchè i suoi impianti sono a regime molto variabile; si hanno quindi certamente variazioni, se non giornaliere come da noi, almeno mensili nel modo di circolare dell'energia nelle reti. Certo che il fatto che questo vasto impianto appartiene ad una sola società e quindi ad una sola direzione, è assai favorevole al buon funzionamento. Sarebbe certo un risultato di grande valore se le presenti riunioni servissero a rendere più unite le nostre Società. Del resto anche da noi l'energia cambia direzione giornalmente solo in una piccola parte dell'impianto; infatti in tutte le estreme propaggini delle linee, e nelle linee che vanno ai centri principali, la direzione dell'energia non varia mai. Il problema potrebbe quindi essere risolto almeno in questa parte. Le reti della Montana sono a 100 000 volt e a 50 000 volt le une legate colle altre.

Manfredi: Ritiene che, data la complessità dei grandi paralleli, i paralleli permanenti molto vasti si devono di massima evitare e farsi solo in periodi transitori, quando è necessario passare all'uno o all'altro impianto determinate zone di Utenze. Nei grandi paralleli si trovano unite vecchie Centrali formate da unità a basse cadute di tensioni (e con eccitazione separata) con Centrali moderne, formate da grandi unità a forti cadute di tensioni (e con eccitazione coassiale). Si è già visto come in queste ultime occorre la regolazione automatica. Chiede come si comportano nella marcia in parallelo colle Centrali vecchio tipo. In una delle scorse riunioni il prof. Barbagelata accennò all'impianto di Boffetto, il quale, quando marcia in parallelo colla rete della Edison, deve tarare molto alto il suo sistema di regolazione automatica. Domanda se in queste condizioni la regolazione automatica è almeno in grado di evitare le sopraelevazioni di tensione da vuoto a pieno carico allo scatto degli automatici, o in altre occorrenze di esercizio, oppure se nel caso di marcia in parallelo le macchine restino abbandonate a se stesse. Se i costruttori sono obbligati a fare macchine a fortissima caduta di tensione, rendendo necessaria la regolazione automatica, e se, d'altra parte, questa deve sopprimersi colla marcia in parallelo, chiede quali criterii si debbono seguire negli impianti nuovi che devono marciare in parallelo con vecchi impianti.

Barbagelata: Dice che a Boffetto, quando la centrale marcia in parallelo, il regolatore automatico è escluso come regolatore, ma serve solo a preservare dalle sovratensioni. Le macchine a forte reazione concorrono, in caso di corto circuito lontano, molto meno di quelle a bassa caduta di tensione, e restano così automaticamente protette.

Manfredi: Chiede se questo sistema non porti disturbi alle altre centrali.

Barbagelata: Conferma che in caso di corto circuito il carico tende a portarsi sulle macchine a bassa reazione d'armatura.

Semenza: Chiede se non convenga aggiungere alle macchine che hanno una bassa caduta di tensione delle reattanze in serie in modo da migliorare la marcia in parallelo delle centrali vecchie colle nuove. Attende dall'ing. Campos una comunicazione su quest'argomento.

Locatelli: Dice che il fatto di far marciare in parallelo le macchine di diversa caratteristica dà danni minori di quello che si possa credere. Nella rete della Edison vi sono macchine di ogni tipo, da quelle a bassissima caduta di tensione a quelle moderne con caduta assai forte. Ad onta di ciò anche le vecchie macchine dell'officina Bertini difficilmente sono colpite da gravi incidenti per il fatto che interviene la lunghezza delle linee tra le varie centrali per smorzare i colpi violenti. Ad esempio la centrale del Boffetto è unita per mezzo di una lunghissima linea di trasmissione alla rete della Edison, e per di più quest'unione si effettua nelle ultime propaggini di detta rete, cosicchè l'uscita di parallelo della modernissima centrale del Boffetto dà danni molto meno forti dell'uscita di parallelo di altre centrali meno moderne, ma più strettamente legate.

Semenza: Chiede se qualche collega abbia mai tentato di disciplinare il funzionamento dei relais.

Carcano: Dice che gli impianti della sua Società sono andati ingrandendo rapidamente senza, per ora, raggiungere un assetto definitivo. La soluzione del problema si può raggiungere completamente per le ramificazioni della rete; ma risulta difficilissimo o, per lo meno, assai costoso, là dove si hanno scambi di energia, e dove si uniscono varie linee in parallelo. Ad esempio in una cabina dove giungono quattro linee in parallelo a 70 000 volt riesce molto difficile e costoso il fare un impianto completo di relais differenziali. Passando ai relais di disseccazione ha avuto buoni risultati dai tipi che inseriscono una resistenza nel campo dell'eccitatrice sia essa coassiale o separata. Diventa però assai importante lo stabilire se debba scattare prima l'interruttore di massima, o quello di disseccazione. Questo non è ancora stato risolto, e prega di discutere l'argomento.

Semenza: Fa notare che si è già parlato di questo, ma forse in modo non esauriente. Dato che è possibile regolare l'eccitazione dell'alternatore, si è dalla maggioranza ritenuto non solo inutile, ma dannoso mettere interruttori automatici sull'alternatore. Sa però che taluno è di parere diverso; invita quindi questi colleghi a esprimere la loro opinione.

Manfredi: Osserva che in una seduta precedente si è dimostrato il pericolo presentato dagli automatici di macchina e che a pieni voti si è concluso per la loro abolizione.

La sentenza è forse troppo assoluta, perchè se è vero che l'apertura degli automatici sulle sbarre di macchina è fonte di grandi inconvenienti, ciò dipende dalla insufficienza del tipo di interruttore che si adopera in rapporto alla potenza delle macchine, alla maggiore potenza che può venire dalle sbarre ed alla intensità della corrente di corto circuito. Se l'automatico fosse di tipo adatto, in alcuni casi non converrebbe abolirlo. Siccome poi si tende ad abolire l'automatico di macchina per fare scattare quello di linea, se si tiene conto delle ripercussioni che gli scatti hanno sull'impianto idraulico, ci si può chiedere se è più pericolosa una successione di scatti su diverse macchine, o lo scatto generale di tutta la Centrale.

Si è detto infine che l'automatismo dell'interruttore di macchina si può sopprimere colla disseccazione automatica, ma è dubbio che questa serva bene quando parecchie Centrali di tipo diverso marciano in parallelo.

Modigliani: Si associa al parere del collega Manfredi, ed anch'egli afferma che i guasti sulla bassa tensione si producono perchè gli interruttori sono troppo piccoli, anche in confronto agli interruttori ad alta che comandano la stessa potenza. In generale i paralleli si fanno sugli interruttori di macchina, ed in questo caso, se il parallelo è sbagliato, è giusto che scatti l'interruttore di macchina, perchè così risulta più rapida la ripresa del servizio, eliminando tutte le manovre che sarebbero necessarie se fosse scattato l'interruttore sull'alta tensione. Anch'egli preferisce molti scatti di piccole potenze, piuttosto che un unico scatto su grande potenza.

Semenza: Afferma la necessità di precisare bene lo schema di cui si parla, definendo se si tratta di impianti con o senza sbarre sulla bassa tensione.

Modigliani: Dice che anche nel caso in cui non vi siano le sbarre vi è sempre equilibrio tra gli interruttori ad alta e quelli a bassa tensione.

Semenza: Fa notare che in questo caso l'interruttore sulla bassa è inutile.

Locatelli: Essendo stato il primo a iniziare la campagna contro gli automatici di macchina, ci tiene a precisare che nelle centrali a cui si riferiva, le macchine fanno capo a sbarre omnibus, e le linee partono da queste. In questo caso gli automatici di macchina danno molte noie. In qualcuna delle centrali di cui parla vi è il trasformatore elevatore; ma questo è legato direttamente con l'alternatore, in modo da formare un gruppo unico senza interposizione di interruttore. Conclude che nei casi in cui si possono eliminare gli automatici conviene farlo senza esitazione.

Rebora: Osserva che nella discussione bisogna tener presente se l'automatico può difendere la macchina dalle sovratensioni e dalle sovracorrenti. Egli ritiene che questi fenomeni sono già avvenuti quando l'automatico scatta, perchè, anche se rapidissimo, occorre almeno un secondo per l'apertura. L'automatico quindi per queste considerazioni risulta inutile. Crede che tutti ammettano ormai che se una macchina brucia non è colpa dell'automatico. Non serve quindi metterla sulla bassa dato che sono inutili, e che, anche se di potenza sufficiente, possono sempre dar luogo ad inconvenienti. Gli inconvenienti più gravi si hanno quasi sempre sui circuiti di bassa. Così nella cabina di Sesto la sala a 13 000 volt porta molte tracce di archi e di

fiammate, mentre nessuna traccia esiste nella sala ad alta tensione (60 000 volt). Ritiene in genere inutili gli interruttori di macchina, tranne il caso di certe modeste centrali unite a grandi reti dove p. es. la grande centrale è inserita sulle sbarre omnibus come una delle piccole unità. In tal caso l'automatico serve a proteggere le piccole macchine.

Semenza: Chiarisce quale sembrerebbe debba essere il sistema di protezione razionale di una centrale con le sbarre omnibus sia sulla bassa che sull'alta tensione. 1) Interruttori automatici tra alternatore e sbarre; 2) Sistemi differenziali insensibili ai sovraccarichi per i trasformatori; 3) Interruttori automatici sulle linee in partenza.

Rebora: A proposito degli automatici fa notare che quando un apparecchio riesce di troppo disturbo il capo officina tende a metterlo in condizioni da non poter agire. Nello stabilire gli apparecchi da impiegarsi, è di somma importanza il tener conto della pratica reale di esercizio.

Barbagelata: Rispondendo all'ing. Carcano riafferma la sua convinzione che sia meglio eliminare gli automatici a massima nelle centrali, adottando invece la diseccitazione automatica. Contro i guasti esterni la centrale deve, infatti, secondo lui aspettare, abbassando la propria tensione, che il guasto sia cessato, deve invece essere in grado di difendersi dai guasti interni. A ciò servono specialment i relais differenziali. L'obbiezione dell'ing. Carcano che i relais a ritorno di energia richiedono sempre costosi riduttori di tensione sull'alta tensione, non è sempre fondata, avendosi dei sistemi differenziali basati esclusivamente sui riduttori di corrente. Per le linee il sistema può riuscire alquanto complesso. Tali sistemi non sono finora usati in Italia. Crede che sulla rete della Negri sia stato fatto qualche cosa di simile, non ha però dati precisi.

Modigliani: Dice che la disposizione in questione diventa assai complicata quando il numero delle linee è appena un po' notevole.

Semenza: Rileva come purtroppo sia fondato il dubbio che gli impianti italiani sono in questo campo assai in ritardo.

Venendo ai relais amperometrici nota come in taluni di essi il tempo di scatto è funzione dell'intensità della corrente; in altri che sono ritenuti più perfetti, questo tempo è indipendente dall'intensità. E del parere che anche i primi possano servire bene se ben regolati.

Vannotti: Annuncia che in una prossima seduta porterà uno studio, illustrato da oscillogrammi, sull'apertura degli interruttori, fatto nelle officine della Brown Boveri su macchine di grande potenza al fine di poter studiare convenientemente il dimensionamento degli interruttori. E d'accordo con Rebora nel ritenere che l'interruttore non protegga dal primo sovraccarico istantaneo.

Barbagelata: Ricorda che i comuni relais wattmetrici non vanno bene, perchè risentono il fattore di potenza, e la caduta della tensione conseguente ad un corto circuito, in modo che, in caso di corto circuito vicino, non scattano. Per ovviare a questo inconveniente si aggiunge talvolta ad essi una coppia amperometrica che in caso di difetto di tensione fa funzionare il relais come relais a massima, naturalmente senza tener conto della direzione della corrente.

Campos: Si associa alle osservazioni di Barbagelata e nota che oggi si tende all'adozione di relais differenziali, a preferenza di quelli wattmetrici.

Müller: Osserva che la protezione data dall'automatico si esplica in modo un po' brutale specie nel caso di potenze elevate, e sovente le interruzioni provocano danni notevoli. Per migliorare le condizioni dell'interruzione si tende, in un primo tempo, a diminuire la corrente diseccitando automaticamente la macchina; ma bisogna tener conto che il regolatore della turbina agisce in senso opposto tendendo ad aumentare la potenza erogata. Per impedire questo, egli accenna alla possibilità di accoppiare turbina ed alternatore con un giunto elettromagnetico che si disinnesti quando avviene un guasto in modo da interrompere la energia trasmessa all'alternatore. Il giunto consuma una assai piccola frazione dell'energia che trasmette. La sua applicazione si è dimostrata assai pratica in un'officina della Fiat dove venne inserito tra motore e laminatoio. In questo caso si trattava di trasmettere una potenza di 6000 HP a 100 giri ed il giunto venne applicato allo scopo di poter cambiare il profilo sul laminatoio senza dover arrestare il volante. Ciò ha portato una notevolissima economia di tempo.

Semenza: Dice che il sistema proposto equivale a togliere di colpo la forza motrice dell'alternatore, e quindi gli sembra dubbio che sia vantaggioso.

Vannotti: Ritiene che, volendo raggiungere tale risultato, convenga agire sul regolatore della turbina.

Benedetto: Accenna al dubbio che, adottando il sistema del giunto elettromagnetico, vi siano delle difficoltà per l'avviamento della centrale quando manchi la tensione.

Barbagelata: Aggiunge in proposito, che un'osservazione analoga a quella dell'ing. Müller si può fare per i regolatori automatici di tensione che servono essi pure ad aumentare l'eccitazione in caso di corto circuito. Si rimedia all'inconveniente facendo in modo che l'azione del regolatore automatico di corrente sia prevalente, cosicchè, in caso di corto circuito, si abbia diseccitazione nonostante la contraria tendenza del regolatore di tensione.

Semenza: Rileva come la discussione stia allontanandosi dal problema concreto posto in esame della regolazione delle reti di distribuzione, e spera che un'altra sera tale problema verrà ripreso e discusso a fondo data la sua grande importanza. Annuncia che nella prossima riunione farà precedere alla discussione l'assemblea generale dei soci.

* *

SEZIONE DI BOLOGNA

Verbale della seduta del 15 aprile 1923

Seduta antimeridiana

La seduta è aperta alle ore 10. Presiede l'ing. Righi, Presidente, il quale dà la parola all'ing. F. Carnevali. Questi legge la sua relazione sul tema: «Tre anni di esercizio della Anonima per Elettroagricoltura (A. P. E.)», riscuotendone molti applausi.

L'ing. Righi ringrazia il relatore per la sua interessante comunicazione, la quale ha anche questo di notevole, che contiene molti di quei dati, tecnici ed economici, che non si è abituati a riscontrare nelle esposizioni del genere. La A. P. E. si è resa veramente benemerita, ed è da augurarsi che possano essere felicemente superate le difficoltà nelle quali ora si trova.

Ing. Civita. — L'ing. Carnevali ha fatto molto bene a mettere, diciamo così, a nudo le condizioni della A. P. E. perchè ha segnalato tutti i punti più importanti e anche tutte le difficoltà che si devono vincere in quest'opera di vero apostolato, a cui i tecnici italiani devono accingersi per il bene del Paese. Ora io dico che l'ing. Carnevali è un vero apostolo e l'A. P. E. è una Società che merita tutto l'incoraggiamento possibile perchè ha affrontato queste difficoltà e ha indicato la via da seguire.

Diceva l'ing. Carnevali: «io spero che l'A. P. E. riuscirà». Io dico che deve riuscire; sarebbe un vero delitto di far naufragare un esperimento così interessante.

L'ing. Carnevali ha accennato alla parte esercizio e ha parlato di difficoltà finanziarie. La parte esercizio è nettamente vantaggiosa dal momento che qui si ha la fortunata combinazione di poter sfruttare apparecchiature che costano una cifra abbastanza rilevante durante sei o sette mesi all'anno, per 150 a 200 ettari all'anno, ciò che produce una notevole somma di utili, mentre in altri siti in Italia si arriva appena a 70 o 80 ettari. E tutto l'insieme delle cifre d'esercizio che ha dato, dimostra come anche pagando la energia il doppio che nelle altre regioni, si fa un bilancio attivo.

Quindi l'A. P. E. avendo vinto le difficoltà nei primi tre anni, si dovrebbe ritenere prospera. Invece sembra che incontri delle difficoltà, che dipendono da immobilizzazione di forti capitali. Per poter penetrare nei campi, bisogna costruire molte linee che nei primi tempi restano inattive perchè non tutti subito chiedono di farsi arare i loro terreni, ma... stanno a vedere. L'A. P. E. ha circa centotrenta chilometri di linea che potrebbero servire cinque mila ettari e forse anche dieci mila. Vi è poi il fatto che il capitale sociale è insufficiente, per cui si è dovuto ricorrere al credito per raggiungere la immobilizzazione dei milioni cui ha accennato l'ing. Carnevali, ed il debito pesa perchè deve essere decurtato con rapidità. Quindi difficoltà di cassa e non di esercizio.

Questo io lo rilevo per il problema in sè stesso. L'A. P. E. è riuscita a rendere attivo l'esercizio anche dopo aver provveduto a pagare l'interesse sui debiti; e questo io voglio mettere bene in evidenza.

Auguro che la difficoltà di cassa possa risolversi. Vorrei inoltre che da questa sede partisse la convinzione che per una azienda simile non basta soltanto dedicarsi a una sola operazione, per quanto sia la più opportuna e fra le più importanti, come si è visto già da molti anni.

L'A. P. E. ha centotrenta chilometri di linea, lungo le quali vi sono forse più di 300 fattorie dove potrebbero perfettamente impiegarsi dei motori per tutte le varie operazioni; preparazione del mangime, trebbiatura, ecc. Se soltanto ognuna di queste impegnasse tre chilowatt, le linee potrebbero convogliare 100 kW, e la spesa del trasporto dell'energia per kWh sarebbe sensibilmente diminuita.

Quindi è questione unicamente di penetrare nell'anima, nel convincimento dei contadini, degli agricoltori in genere insomma, per dimostrare che cosa potrebbero avere di vantaggio ad elettrificare.

All'infuori dell'aratura, che ha avuto già molte difficoltà ad affermarsi, il contadino non sa quali possano essere questi vantaggi.

Occorre la propaganda col mezzo di una esposizione che probabilmente si farà a Milano nell'aprile dell'anno venturo per mettere in evidenza tutte le applicazioni elettromeccaniche di carattere agricolo, quelle della lavorazione dei prodotti del suolo e quelle di natura fisiologica.

Io prego tutti quelli che sono qui convenuti di rendersi conto dello sviluppo che ha già preso la elettroagricoltura vicino a Bologna e nel Veneto, per comprendere la grande importanza del problema.

Ing. Carnevali. — Avevo già rivolto al nostro Presidente l'invito per tutti i Soci della Sezione di Bologna per una visita ai nostri impianti elettroagricoli, ma avremo ancora forse otto giorni solamente di lavoro. Il nostro Presidente mi aveva fatto eccezione per la ristrettezza del tempo per organizzare una gita di questo genere. Forse la gita si potrà meglio organizzare nella estate ventura o nell'autunno. In novembre c'è da vedere la trebbiatura del riso, l'essiccatura e l'aratura in risaia. Delle arature in terreno asciutto se ne fanno con tutti mezzi, ma effettivamente l'aratura in risaia è molto interessante da vedere. Nessun altro mezzo all'infuori dell'apparecchio di trazione funicolare potrebbe essere adatto a lavorare in risaia, specialmente nelle nostre risaie che sono completamente allagate. Il

trattore non è possibile adottarlo perchè affonderebbe appena inoltrato nel campo e sarebbe messo in condizioni di non poter lavorare. Voglio aggiungere anche una cosa, in fatto di convenzioni, con le Società distributrici della energia elettrica. L'Elettrica centrale ci ha dato una specie di esclusività per la provincia di Bologna la Società si è riservata solo la zona di Crevalcore, perchè è intenzione della Società Elettrica Centrale di fare con la bonifica di Crevalcore qualche cosa, credo, di simile a quello che abbiamo fatto noi.

Ho voluto fare presente solo che non abbiamo a Crevalcore una sezione staccata, mentre l'avremmo se non ce ne avesse posto il veto la Società Elettrica Centrale.

Ing. Moretti. — Il problema della elettrificazione è molto interessante e quando gli agricoltori vorranno pensare alla bonifica agraria bisognerà fare degli accordi con le Società elettriche per la distribuzione della energia; e si cercherà la forma che sarà più economica.

Chiede quante ore di utilizzazione ha ottenuto l'A. P. E. Ha sentito fino a tremila. Vorrebbe sapere, tenuta presente la potenza installata ed il consumo effettivo, quante ore si sono avute di vera utilizzazione. Pregherebbe l'Ing. Civita che volesse dare qualche dato di fatto su quanto ha affermato, che cioè nelle altre regioni d'Italia le Società elettriche concedono per gli usi agricoli l'energia ad un prezzo molto inferiore a quello richiesto nell'Emilia.

Ing. Righi. — Chiede all'Ing. Carnevali la ragione della preferenza data, per una parte delle sue linee ai conduttori in ferro, dal momento che tali linee gli sono costate poco meno di quelle in rame, e presentano l'inconveniente di peggiorare il fattore di potenza. Chiede anche se nei suoi contratti di fornitura dell'energia è prevista una tariffa crescente al diminuire del fattore di potenza, e in che misura.

Ing. Carnevali. — Le principali linee sono tutte in filo di rame, le altre che può essere necessario di spostare da una zona all'altra, sono tutte in ferro.

Prof. Sartori. — L'Ing. Righi ha accennato a questo argomento delle linee in ferro. La stessa A. P. E. si sarà accorta che non conviene adoperare del ferro mentre avrebbe potuto adoperare delle linee in bronzo le quali fra le altre cose permettono di effettuare la palificazione con distanze da sessanta a settanta metri.

A proposito della osservazione fatta dal nostro Presidente sul fattore di potenza minimo, vorrei pregare l'Ing. Carnevali di non fare troppo assegnamento sulle dichiarazioni della Società Elettrica centrale, su quelle della Padana nel senso che sia come un dato sul quale non occorre riferire. Mi permetto semplicemente di metterli sull'attenti, potendo, oggi o domani, toccare loro qualche sgradevole sorpresa.

Un'altra osservazione di carattere tecnico: il collega Civita ha accennato alla possibilità di una intensificazione nella utilizzazione delle linee già costruite. Egli prevede di vedere tutte le piccole fattorie munite di illuminazione, ecc., ciò che si può fare con installazioni di trasformatori che verrebbero così a disseminarsi per le campagne. Questa intensificazione della distribuzione della energia a mezzo di questi piccoli trasformatori avrebbe per risultato di abbassare la utilizzazione, non soltanto perchè i trasformatori richiedono una corrente a vuoto che abbassa il fattore di potenza medio, ma per la tendenza che c'è nei costruttori di elevare sempre più la induzione nel ferro (ricorrendo per il raffreddamento a particolari accorgimenti); per battere la concorrenza che lavora ormai sopra l'ettogrammo di peso, si avrà anche un cattivo rendimento. Posso citare il caso di un trasformatore che ho visto in questi giorni. La induzione nel ferro arriva a ventimila gauss. Trattati di valori che hanno conseguenze disastrose per chi ha un numero grandissimo di trasformatori in servizio.

Prof. Magrini. — Vorrei qualche chiarimento riguardo all'impiego della mano d'opera, che è la grande questione per i proprietari. Dove vi è eccedenza di mano d'opera, come si può impiegarla in relazione con la applicazione della elettricità nei lavori agricoli? La questione, secondo me, dovrebbe impennarsi così: vedere, amerei prima, la elettricità nelle campagne per tutte le lavorazioni industriali dei prodotti agricoli; poi per lavori agricoli propriamente detti, specialmente per l'aratura elettrica di cui vedo l'introduzione con grande difficoltà.

Giustamente l'Ing. Civita citava le applicazioni della industria elettrica in Svezia, in Francia, tutti paesi in cui la mano d'opera è deficiente. L'Ing. Civita diceva: bisogna distinguere l'Italia in due parti: quella in cui l'agricoltura è ancora indietro e quella in cui è più progredita ed evoluta. Io sono ferrarese, dove l'agricoltura ha un certo grado di evoluzione, ma dove è grande la quantità di mano d'opera. La domanda che mi pongo si è come applicare la elettrificazione in queste speciali condizioni. L'elettrificazione dei lavori agricoli secondo me troverà sempre gli agricoltori misoneisti e con qualche attenuante; mentre vedrei meglio, per lo sviluppo agricolo, l'elettricità nelle campagne per industrializzare i prodotti agricoli mediante fabbriche di conserve, caseifici, ecc. Vorrei che nella discussione venisse considerato questo mio punto di vista.

Ing. Carnevali. — Per l'aratura la mano d'opera necessaria è molto limitata anche se si tratta di arare con qualunque altro mezzo. Il trattore richiede la mano d'opera presso a poco che richiede un apparecchio di aratura elettrica; gli altri mezzi richiedono pure poca mano d'opera. Per altri lavori agricoli, come falciatura di foraggio e mietitura di grano, occorre abbondante mano d'opera, ma questo non facciamo. Noi insomma non sostituiamo che il mezzo meccanico, l'animale, con un motore elettrico. Il personale che si impiegava ieri

prima delle applicazioni elettroagricole, è impiegato anche oggi; quindi non credo ci sia nemmeno una ragione sociale perchè si possa vedere di mal occhio la elettrificazione delle campagne. Noi abbiamo iniziato i nostri lavori in Altedo, Malalbergo, Bentivoglio, che era la zona eminentemente rossa, e non abbiamo trovato mai nessuna opposizione da parte delle Cooperative di lavoratori, anzi dirò che fra i nostri primi azionisti abbiamo avuto le Cooperative rosse di quei luoghi.

Prof. Magrini. — Io mi sono specialmente fermato sulla questione della aratura elettrica. Aro ancora col bestiame; se l'elettricità passasse sulla mia tenuta me ne servirei per qualche piccola industria, ma non per l'aratura, riconoscendo la necessità del bestiame nelle condizioni attuali dell'agricoltura.

Ing. Carnevali. — Oh. Lei se ne servirebbe! A Ferrara, nel Copparese, si è costituita da qualche mese una Società la quale ha gli stessi scopi della nostra e delle intenzioni molto serie. Se il Prof. Magrini ha i suoi fondi nella zona di lavoro di questa nuova Società, farà bene a giovare anche per l'aratura, e gli tornerà molto conveniente di sostituire al bestiame da lavoro del bestiame da latte e da allevamento.

Prof. Magrini. — Soltanto le grandi aziende agricole, credo, potranno servirsene per l'aratura.

Essendo, l'ora tarda, il Presidente sospende la seduta alle ore 12.30.

Seduta pomeridiana

Ing. Righi. — Dichiaro aperta la seduta alle ore 15; riapre la discussione sulle parole pronunciate nella seduta antimeridiana dal Prof. Magrini, il quale ha detto che un serio ostacolo per l'elettrificazione agricola è rappresentato dal bestiame da lavoro e dall'abbondanza di mano d'opera.

Ing. Romagnoli. — Sulla questione del bestiame parecchi agricoltori coi quali ho avuto occasione di parlare dell'argomento, si sono mostrati di parere diverso da quello del Prof. Magrini. Essi ritengono che se colla introduzione dell'aratura meccanica si verrà a liberare il bestiame dal compito di lavorare i campi, si potrà sostituire ai buoi da lavoro il bestiame da riproduzione e da latte, con grande aumento di reddito. Io credo quindi che questa trasformazione si possa fare senza incontrare nessuna difficoltà.

Ing. Tornani. — Il fatto che quasi tutte le aziende di una certa importanza hanno trattori, dimostra che non si esclude l'impiego dei mezzi meccanici per l'aratura, pur mantenendo in piena efficienza le stalle e traendo ottimi redditi dagli animali.

Ing. Righi. — Voglio aggiungere che in fondo si fa indirettamente propaganda per la elettrificazione dell'agricoltura, cercando di estendere intanto l'introduzione dei trattori meccanici, perchè questi fanno apprezzare i vantaggi della trazione meccanica e quindi fanno desiderare i maggiori vantaggi della trazione elettrica.

Ing. Civita. — Il Prof. Magrini accennava stamane alla mano d'opera e all'impiego del bestiame. Egli ricordava che in Francia e in altri paesi si deve ricorrere alla elettrificazione delle campagne per la insufficienza di mano d'opera. Difatti lo scopo dei francesi è nettamente quello. Noi in Italia abbiamo esuberanza di mano d'opera in moltissime regioni, quindi sembrerebbe quasi una cosa contraria alla logica il voler mettere delle macchine dove abbondano gli uomini. Io vorrei un po' richiamarmi alle industrie. Tutti ricordiamo certamente di aver letto le grandi lotte che si sono verificate specialmente in Inghilterra un secolo e mezzo fa, quando si vollero introdurre le macchine nell'industria tessile, perchè si riteneva che queste avrebbero diminuito il lavoro agli operai. La pratica invece ha dimostrato come la macchina ha avuto per risultato di impiegare un maggior numero perchè ha sviluppato le industrie ed ha rese migliori le condizioni dell'operaio in quanto che lo ha tolto dallo stato di bestia da lavoro. Quindi oggi, partire dal preconcetto che l'introduzione delle macchine in campagna possa danneggiare, mi pare sia fuori di posto. Per l'Italia il problema è duplice: nelle aziende bene organizzate, l'introduzione della macchina ha lo scopo di aumentare il rendimento e migliorare le condizioni di lavoro e di vita dell'operaio, non più — ripeto — bestia da lavoro, ma conduttore di macchine e messo così in condizioni di rendere di più. Per quella parte d'Italia dove c'è deficienza di mano d'opera, dove abbiamo rarefazione di personale nelle campagne, l'introduzione della macchina permette di creare quelle condizioni migliori per cui si può portare della gente in quei luoghi. Noi ci preoccupiamo della Somalia, del Benadir, della Libia; mandiamo gente in America del Sud e del Nord ad arricchire degli altri ed abbiamo due milioni di etari nell'Italia del Sud da mettere in efficienza, abbiamo un problema di più equa ripartizione di mano d'opera. Le condizioni di vita non si creano che con l'energia meccanica. Se non cominciamo a bonificare le terre, a tirar su l'acqua per darla alle persone, non potremo rendere accessibili quelle terre. Il problema della elettrificazione è quindi problema sociale di grandissima importanza. Non deve spaventare al nord e deve essere intensificata al sud dove possiamo mettere a posto gran quantità di gente. Noi siamo cresciuti di undici milioni in cinquanta anni, ed abbiamo delle terre che danno oggi quello che davano cinquanta anni fa. Noi abbiamo creato delle industrie, ma queste industrie non sono sufficienti. E in una parola un problema di colonizzazione. È problema sociale, come quello di venti anni fa quando abbiamo creato le industrie. In venti anni l'operaio ha cambiato assai, mentre prima mo-

riva di pellagra, oggi egli sta sostanzialmente bene. E più macchine ci sono, meglio sarà. Ed è anche un problema di apostolato sociale. Certo per le Società elettriche la diffusione dell'energia elettrica nelle campagne costituisce l'applicazione meno redditizia, ma il problema non deve spaventare. In quanto al caso particolare enunciato dal Prof. Magrini colle parole « finché avrò dei buoi lavorerò con quelli » posso rispondere che il Prof. Magrini i buoi li potrà utilizzare in altre cose; ma quando può riuscire a spezzare quel ciclo che lega il bestiame alla campagna, quando lo potrà spezzare introducendo altri elementi, vedrà che farà quello che vuole del bestiame e ne caverà maggior reddito. Il Prof. Magrini farà dell'allevamento del bestiame una industria a parte. Io non dico che debba buttarlo via, ma che converrà maggiormente lavorare la terra con altri mezzi.

Ing. Mariani. — Io pregherei il nostro Presidente a che, approfittando della presenza di tanti competenti in questioni agricole e di tanti tecnici delle industrie interessanti l'agricoltura, volesse assumere informazioni sulla situazione degli studi riguardanti il problema dei terreni incolti o poco coltivabili. Si leggono da anni le più svariate affermazioni in proposito; c'è chi dice che molte terre sono incolte perchè non si possono coltivare perchè mancano le condizioni propizie, perchè manca la possibilità economica di metterle in valore e così via. A me sembra che il problema vada esaminato sotto i suoi vari aspetti e che si possano « grosso modo » distinguere i terreni attualmente incolti in tre grandi categorie: quelli coltivabili quando vi si organizza il lavoro razionalmente e con larga dotazione di mezzi tecnici; quelli coltivabili soltanto previa esecuzione di lavori di bonifica, di adduzione di acque, di sistemazione stradale, ecc., economicamente possibili; quelli non coltivabili perchè non suscettibili di coltivazione o perchè tali da richiedere lavori preliminari di mole e costo troppo rilevanti.

Vorrei sapere se questo lavoro di accertamento, di suddivisione è stato fatto; se i tecnici, gli agricoltori, i finanzieri, gli economisti hanno in collaborazione studiato realisticamente la questione; se si sono trovati d'accordo nel definire i termini del problema si da poterne iniziare la soluzione; se in conclusione, dopo decenni di discussioni più o meno accademiche, sono state gettate le basi per una sia pur modesta attuazione pratica. Il problema della coltivazione delle terre incolte ha per il nostro Paese enorme importanza per una doppia ragione; e perchè per completare il nostro fabbisogno di genere alimentare dobbiamo importarne dall'estero in notevolissima quantità e perchè dovremmo esportare un gran numero di braccia da lavoro per far fronte alla disoccupazione. Onde sarebbe sommamente desiderabile che l'attuale Governo nazionale, colla forza di cui dispone, potesse iniziare su larga scala la coltivazione delle nostre terre incolte, come ha iniziato quella delle terre libiche con l'invio di una prima centuria di pionieri.

Ing. Civita. — Lo scopo di queste riunioni è questo appunto, di poter risolvere quello che l'Ing. Mariani desidera. Intanto sulla questione del rendimento delle terre in Italia posso ricordare che da trenta o quaranta anni gli economisti hanno delle idee molto differenti. Molti dicono: allo stato attuale le terre non possono dare di più: anche l'Einaudi, il Valenti, sono di questo parere. Invece si deve partire da un altro punto di vista: che cosa bisogna fare per trasformare le condizioni attuali e rendere possibile quella intensificazione che non c'è.

Tutto quello che l'Ing. Mariani domanda esiste: ci sono delle biblioteche intere sull'argomento. In questi ultimi tempi si è animata una grande discussione se è possibile aumentare la produzione granaria in Italia. I pareri sono molti. C'è chi dice: la coltura granaria è povera quindi siccome per trasformare le terre occorre spendere molti denari, quando avremo spesi questi denari pagheremo appena le spese con gli utili. Dal lato puramente economico i proprietari non hanno nessun incentivo.

Ecco perchè i proprietari tengono le loro terre a pascolo avendone maggior reddito. Bisognerebbe quindi vedere e dimostrare che vale la pena di togliere questo terreno al pascolo e di darlo alla coltura perchè per noi importare grano dall'estero significa esportare oro, il che costa molto alla economia nazionale. Oggi il proprietario ad esempio ricava un frutto del 5 per cento sul suo terreno, ed ha più convenienza di non modificare nulla perchè non corre nessun rischio. Il problema diventa quindi sociale ed interessante, ma per l'economia nazionale, per la mano d'opera, ecc., occorrerebbe trasformare le terre che danno scarso reddito a colture molto più ricche, quali sono quelle delle primizie od altre cose che sui mercati esteri hanno maggiore successo. Perchè noi diciamo: bisogna coltivare maggior grano, ma se mettessimo per esempio pomidori o cavoli, per noi sarebbe lo stesso, perchè con tale prodotto ci sarebbe più facile comprare oro. In quanto poi al fatto che ci siano terre che oggi siano suscettibili di altre coltivazioni, basta vedere le statistiche. Noi cominciamo ad avere delle grandi estensioni di terreni incolti, per esempio in Toscana e nella Maremma, quasi esclusivamente adibiti per allevamento di cavalli e per la caccia. C'è solo eccezione nelle nalludi Pontine che rendono qualche cosa, ma non ancora in modo che l'economia nazionale se ne risenta. Accanto a queste tenute altri proprietari più evoluti hanno tirato fuori dei veri eden. Della Basilicata non ne parliamo neanche, perchè bisognerebbe prima di tutto rimboschire, data la qualità del terreno.

Ma chi ostacola il rimboschimento è il pastore e la capra. Nessuno quindi ci si mette; lo Stato meno che meno, i Comuni creano sempre ostacoli. Non vi sono quindi impedimenti naturali, ma sono

quelli umani che bisognerebbe combattere e vincere. La Puglia ha più di due terzi della superficie adibita a pascolo, che frutta quattro o cinquecento lire all'anno per ettaro. Tuttavia come ho detto vi sono dei proprietari che hanno lavorato il loro terreno e hanno creato delle vere oasi, ricavandone infinitamente di più. Vi sono centinaia di migliaia di ettari che messi a grano potrebbero dare da otto a dodici quintali pre ettaro. Nella Puglia su dieci raccolti, sei ne mancano per deficienza d'acqua. La media della produzione granaria della Puglia è di quattro o cinque quintali per ettaro: una differenza enorme distanza questa percentuale da quella che si raggiunge nelle altre parti d'Italia. Negli anni buoni la Puglia arriva a dodici quintali per ettaro. Anche una parte della Calabria è meravigliosa, non così il resto perchè è stato disboscato ed è caduto nell'abbandono e quindi abbiamo delle intere zone dove nessuno si sogna di andare. E sono migliaia di ettari. Così in Sicilia, Sardegna, dove la quinta parte appena è coltivata. Ci sono in complesso circa due milioni di ettari che rendono infinitamente meno di quello che rendono nelle altre parti d'Italia.

Ing. Puglioli. — Molte cose che io avevo intenzione di trattare le ha dette l'Ing. Civita. Io mi riferirò solamente alla Provincia di Bologna specialmente per una frase dell'Ing. Carnevali che sembra voler accusare di misonismo gli agricoltori di Bologna. Per quanto poi riguarda il problema della mano d'opera in rapporto coll'introduzione delle macchine, sono anch'io d'accordo coi concetti espressi dall'Ing. Civita. Per ciò che riflette il problema zootecnico questo è realmente un problema grave, che non può essere compreso subito, specialmente dall'agricoltore il quale, di sua natura è lento ad afferrare. Egli è egoista, in sé stesso, ma è di un generoso e guardingo egoismo: egli vuol vedere, vuole toccar con mano prima di fare qualche cosa. Se non ha la persuasione che gli renda, una innovazione, non la fa. Nella provincia di Bologna, dove la coltura è spezzettata, non abbiamo il grande latifondo nel quale l'applicazione della trazione elettrica può essere molto bene applicata. Io credo che la A. P. E. abbia da attribuire le grandi difficoltà incontrate nel suo sviluppo alla circostanza che nel Bolognese le colture delle terre, soprattutto se asciutte, è spezzettata dalla colonia. Ancorchè un proprietario abbia il dominio di una vasta tenuta, l'impresario ha pur tuttavia in essa la necessità di combattere in ogni singolo caso, se non direttamente, indirettamente almeno, con il colono il quale è geloso della sua tradizione più che non sia trattenuto dal naturale egoismo. E ciò che, anche nei proprietari può sembrare egoismo, è difficoltà di cambiare il complesso ordinamento dell'azienda agraria.

Ing. Righi. — Effettivamente si incontrerebbero difficoltà maggiori se si volesse introdurre per prima l'elettroagricoltura dove c'è l'appoderamento dei poderi, dove ci sono campi divisi da filari di alberi, dove insomma la proprietà è molto suddivisa e la coltura è già molto intensiva. Ma lasciando pur da parte questo caso particolare, credo tuttavia che anche dove c'è il latifondo si incontrano a volte quelle difficoltà che ha indicato l'Ing. Carnevali, difficoltà costituite assai spesso dalla mancanza di buona volontà del proprietario di quel latifondo di applicare il nuovo metodo elettroagricolo. Posso citare il caso di una zona di oltre tremila ettari, perfettamente pianeggiante, senza un albero, appartenente ad uno stesso proprietario, attualmente bonificata con elettropompe. Questa azienda ha a sua disposizione mille kW che paga 12 e 24 centesimi per kWh rispettivamente notturno e diurno, possiede dieci chilometri di linea a 10 kV per l'alimentazione dei motori delle pompe e, malgrado questo complesso di circostanze favorevolissime per una larga applicazione dell'energia elettrica nelle operazioni agrarie, finora ha rinunciato ad usufruirne; e così paga ogni anno più di quel che corrisponde all'effettivo consumo, poichè non raggiunge il minimo contrattualmente garantito.

Ing. Puglioli. — In provincia di Bologna, nella compilazione della statistica agraria, io trovai che il 15-20 per cento in ogni fondo è terra perduta. Voi andate in campagna e vedete per esempio intorno alle case una estensione eccessiva di prato. Il nuovo catasto ha colpito queste superfici colle massime tariffe sperando forse che esse vengano finalmente messe a miglior coltura. Ma pare che i contadini siano restii a farlo creando così ai proprietari delle difficoltà che non debbono essere confuse col misonismo dei proprietari stessi.

Ing. Righi. — Non c'è da meravigliarsi che il contadino sia così fatto, perchè vive sempre attaccato alla sua terra, e sa per esperienza che gli utili che può realizzare dipendono in gran parte da cause superiori alla sua volontà, dalle condizioni climatiche particolarmente. Il piccolo contadino io lo comprendo, ma che il latifondista possa avversare la introduzione del nuovo sistema, questo è spiegabile soltanto se è un concetto di immediato utilitarismo che lo guida, per cui si preoccupi soltanto del reddito relativo al capitale impegnato e non di aumentarlo in valore assoluto, pur a costo di immobilizzare del denaro in nuovi impianti che però gli permetterebbero in un prossimo avvenire di aumentare gli utili dell'azienda.

Ing. Civita. — A suo tempo vi sono state difficoltà enormi a persuadere gli industriali a smettere le macchine a vapore e a prendere i motori elettrici. Quindi non dobbiamo meravigliarci se gli agricoltori resistono. Oggi dobbiamo far noi quest'opera di apostolato, di penetrazione, che abbiamo fatto venti, venticinque anni fa verso le industrie. Siamo riusciti a trasformare l'industria, dobbiamo avere anche il merito di penetrare nelle campagne. E un po', ripeto, opera di apostoli, ma che non sarà sterile. Riusciremo anche nell'agricoltura. Non per niente siamo italiani.

Ing. Barattini. — Aggiungerei una notizia di carattere locale, in risposta all'Ing. Mariani ed in aggiunta a quelle già date dall'Ing. Civita. C'è la Calabria che ha quella ricchezza ignorata e non sfruttata dell'altipiano della Sila. Sono certo oltre mille chilometri quadrati ad altitudine superiore a mille metri, dove sarebbe possibile fare una speculazione degli ultimi prodotti, fuori stagione. Basti dire questo per comprendere che ricchezza può costituire quel terreno che è tutto bosco e prato, tranne qualche piccola frazione che è coltivata. Là non c'è neanche la difficoltà dell'acqua, perchè essa non manca. Quindi è solo questione di organizzare, di creare una coscienza nuova.

Prof. Magrini. — Sono contento che la discussione si sia resa più vasta e più ampia. L'Ing. Civita parla specialmente della Calabria e della Puglia dove realmente siamo nelle condizioni migliori per l'applicazione dell'energia elettrica per l'aratura e per gli altri usi agricoli. Ma la questione è diversa nella nostra località dove l'agricoltura è più elevata. Per una questione sociale si tende a sminuzzare il terreno. Le grandi tenute dei proprietari si cerca di spezzettare con conseguente appoderamento, alberi e viti per darle poi a mezzadria o in affitto. Se si parla dei grandi latifondi, io comprendo che può andar bene l'aratura elettrica, ma per il piccolo proprietario, affittuario o mezzadro, l'aratura elettrica non va. Il piccolo proprietario non può abbandonare o dare senz'altro diverso uso al bestiame del suo fondo, e allora bisogna risolvere la questione per la elettrificazione sotto altro aspetto: prima l'industria elettrica dei prodotti agricoli con conseguente assorbimento di mano d'opera ed altra destinazione del bestiame; verrà poi l'elettrificazione dei lavori agricoli.

Ing. Tornani. — Essendosi parlato di misonismo degli agricoltori crede sia giusto sottolineare le condizioni onerose che le Società distributrici dell'energia elettrica fanno agli utenti a scarsa utilizzazione, e chiede come mai si verifichino differenze così forti nel prezzo dell'energia da regione a regione. Il problema della elettrificazione delle campagne è anche problema di ottenere l'energia a basso prezzo senza obbligo di garantire utilizzazioni elevate. Se ciò si potesse facilmente ottenere nelle campagne e nelle bonifiche, queste oserebbero farsi un impianto per proprio conto. Spetta dunque alle Società distributrici di cercare altre erogazioni, compensatrici delle richieste agricole presso utenti che dell'energia si giovassero per altro uso pure salutare.

Ing. Moretti. — Ricorda le condizioni delle grandi bonifiche dell'Emilia. La Renana costerà trecento milioni, la Parmigiana Moglia, 220, quella di Crevalcore 120 milioni di lire. Il 30% grava sui proprietari, il che vuol dire spendere in media 1500 lire per ettaro di bonifica idraulica. A tale spesa devesi aggiungere quella di lire cinque mila a lire 6000 per ettaro per la bonifica agraria. I proprietari che, come qui da noi, anticipano i capitali, salvo riaverne gli utili fra molti anni, sono veramente degli eroi. Essi hanno dato prova di grande iniziativa e oggi si preoccupano anche di migliorare con la elettrificazione la campagna. Il maggiore ostacolo deriva dalla scarsa utilizzazione perchè io credo che le ore di utilizzazione richieste dalle Società elettriche non si potranno mai ottenere. In quanto alla irrigazione, sarà molto difficile da noi, perchè non abbiamo acque nel sottosuolo e siamo lontani dai grandi fiumi. Gli impianti idrovori danno una utilizzazione di 500 ore in media, l'aratura 500 ore; per gli altri usi agricoli si otterranno altre 100 ore. Si potrà quindi avere una utilizzazione complessiva di mille ore. E allora viene fatto di porci la domanda: come si può risolvere il problema? Perchè il pagare l'energia a prezzo altissimo vuol dire non poterla usare. La Francia ha presentato ora al Parlamento una legge per la quale vengono concessi mutui di favore per la costruzione delle linee elettriche rurali. Io credo che questa dovrebbe essere la richiesta nostra nell'ordine del giorno che sarà la conclusione delle nostre adunanze, visto che non possiamo domandare sacrifici maggiori allo Stato. Dovremo insistere presso le Società distributrici di energia elettrica perchè si mettano una mano al cuore e con richieste possibili incorraggino l'elettrificazione delle campagne. Oggi hanno il campo industriale che è per loro molto più redditizio di quello agricolo; ma quando l'energia elettrica sarà in abbondanza, come speriamo nell'avvenire, troveranno un campo molto vasto da sfruttare anche nelle campagne.

Ing. Levi. — Io parlo da profano di questa materia, ma mi spinge a dire una parola, la conclusione dell'Ing. Moretti della utilizzazione così cospicua quanto a entità di energia ma di durata brevissima. Io pensavo che vi è una applicazione che potrebbe conciliarsi bene con quella dei lavori agricoli e di bonifica, la produzione di idrogeno elettrolitico col quale fare ammoniaca sintetica.

La cosa potrebbe essere possibile perchè darebbe agio agli agricoltori di utilizzare molta energia per il breve periodo che occorre e fornirebbe loro un prodotto del quale hanno bisogno.

Ing. Moretti. — La quantità dell'energia che occorre per i nostri stabilimenti è grande. Ci vogliono 12 mila kW per i nostri stabilimenti, per le sole bonifiche Renana, Parmigiana Moglia e Crevalcore.

Ing. Levi. — Con 12 mila kW si fa una fabbrica di ammoniaca sintetica di importanza considerevole. Mettiamo che i 12 mila kW siano impiegati per la agricoltura per un breve periodo di tempo. La produzione dell'ammoniaca potrebbe frattanto essere interrotta. Ad ogni modo questa industria non può valersi che di energia «di scarto» perchè non la può pagare oltre cinque o sei centesimi per kW ora.

Ing. Righi. — Non credo che nella nostra regione sia per ora,

e per molto tempo, possibile creare industrie che necessitino di avere energia a prezzo così basso. Certamente impianti apenninici non daranno mai energia cedibile all'utente al prezzo di 5 centesimi per kWh; e l'energia degli impianti alpini sarà sempre gravata dal costo delle lunghe linee di trasmissione.

Ing. Civita. — Io ho voluto considerare il problema nelle linee generali; qui invece siamo in un caso molto particolare. Qui il problema viene agitato senza perdere di vista quello tecnico. In quanto al fatto delle deficienze di energia, dipende che prima della guerra le Società elettriche avevano sempre buon margine di disponibilità come scorta per il lavoro notturno. Dai calcoli fatti, cogli impianti fatti e con quelli in costruzione, noi al 1926, avremo di nuovo un dieci per cento di abbondanza di produzione sul consumo. Bologna non è un centro di smistamento di linee, ed ha anzi finito per diventare capolinea; quindi dal punto di vista elettrico, è in condizioni specialissime. Tutto questo dovrà fra breve completamente modificarsi. E allora avremo quella abbondanza di energia che consentirà alle Imprese elettriche di vedere gli utenti agricoli con occhio meno diffidente. Per il problema del diagramma le utilizzazioni agricole non sono le più appetibili, almeno nei primi momenti, mentre l'esperienza dimostra che col progresso di tempo le aziende possono raggiungere e superare le tremila ore di utilizzazione. Poi bisogna pensare a creare le aziende sub-distributrici che favoriscono il compenso al diagramma delle centrali. L'aratura impegna molta energia per pochissimi mesi dell'anno; mentre tutte le varie applicazioni ne impegnano poca per molto tempo. In America non si ammettono che 4 kW per utente, ma se ne hanno molte migliaia sulle linee. Deve passare il periodo transitorio e bisogna aver pazienza, ma poi si finirà coll'avere delle utenze molto più comode. Venticinque anni fa avevamo l'utilizzazione luce con una media di 300 o 400 ore all'anno, ora siamo alle 4500 ore. Vi sono casi di Società che arrivano a 7 mila ore, come ad esempio la Terni e l'Elettrochimica che impiegano le disponibilità nei forni elettrici.

Noi in Italia siamo arrivati dalle sette od ottocento ore di trenta anni fa, alle 3800. Durante la guerra siamo arrivati al 57% di coefficiente di utilizzazione, ed oggi siamo sul 42% poichè l'introduzione delle 8 ore di lavoro ha dato uno spostamento forte al diagramma. Sono problemi che il tempo mette a posto. Ci vorranno dieci o quindici anni, ma questo non deve spaventare. Abbiamo degli esempi passati che incoraggiano.

Infine vi è la questione economica. Il problema della utilizzazione delle linee agricole è il più grave. Le linee costano molto; vengono a costare 14 mila lire per cento ettari e questa è la media giusta. Se noi portiamo della energia per molte ore all'anno, il costo di trasporto della energia arriva fino a 3 o 4 centesimi, ma se è per poche ore arriva a una lira. Quindi il problema delle linee in principio è paragonabile a un problema di viabilità per il quale è interesse del Governo intervenire. Ecco perchè citavo l'esempio della Francia che è intervenuta. Nei primi dieci anni le linee saranno passive. La questione perciò è di avere del denaro, ad un minimo interesse, nei primissimi tempi.

Ing. Righi. — L'Ing. Civita ha accennato al secondo aspetto del problema della elettrificazione dell'agricoltura, cioè alla questione del finanziamento; di questo parleremo per ultimo.

Fermiamoci ancora sul lato tecnico del problema. L'Ing. Civita pensa che le Aziende di distribuzione debbono arrestare il loro controllo al punto di consegna dell'energia. Ora non mi sembra che così si favorisca l'elettrificazione delle campagne, perchè evidentemente il venditore dell'energia porrà non solo condizioni di prezzo per lui remunerativo, ma anche garanzie di utilizzazione, che potranno apparire troppo gravose all'utente. Io credo che la Società elettrica si deve preoccupare di avere la disponibilità di energia in relazione alla richiesta, perchè, se tanto riuscirà ad ottenere, non sarà più costretta a chiedere all'utente bonifica una garanzia, per esempio, di due mila ore, mentre non ignora che non più di 800 in media vengono utilizzate. Richiamo a questo proposito quanto nella precedente riunione ha proposto l'Ing. Romagnoli, che cioè soprattutto per avere maggior quantità di energia invernale nei momenti di maggiore bisogno per le bonifiche, vengano allacciate alla rete, centrali idrauliche anche a portata fluente, con generatrice asinorona a comando automatico. Ameremmo conoscere al riguardo l'autorevole pensiero del Prof. Sartori che vedo qui presente.

Ing. Prof. Sartori. — Non volendo ripetere delle cose che sono state ampiamente illustrate in varie occasioni in seno alla nostra sezione, ma il problema prospettato mi sembra che meriti uno studio attentissimo. Ricorda come nell'Emilia la energia elettrica sia proprio deficiente nei mesi primaverili ed invernali. E data la distanza grandissima delle grandi centrali di distribuzione per avere un chilowatt di energia nell'Emilia se ne devono far partire due delle centrali. Se nel Veneto vale 20 centesimi al kWh per le bonifiche quando è qui costa da 30 a 60 per tener conto del rendimento e della investizione di capitali. Di conseguenza la possibilità di regolare, di connettere tutte le piccole energie che possono essere negli altri impianti che sono in condizioni floride di inverno, è un problema interessante e perfettamente risolvibile dal lato tecnico. Però le Società di distribuzione non sono troppo disposte ad effettuare allacciamenti con queste piccole sorgenti di energia. Sono spiacente di non aver potuto presenziare alla discussione di domenica

scorsa, ma sono certo che sarà emersa la possibilità di soddisfare la richiesta delle grandi bonifiche emiliane e ferraresi con le portate dei fiumi del basso appennino settentrionale ed orientale, senza bisogno di richiederla dai lontani impianti alpini, nell'epoca primaverile ancora poco efficienti. Orbene: soltanto con l'ampiamiento degli impianti che derivano acqua dal Reno e da altri corsi dell'appennino orientale sarebbe indubbiamente possibile di raggiungere senza grandi spese dai 2 ai 3 mila kW di potenza per quei 30-40 giorni caratteristici per le bonifiche. Comprendo che il servizio e l'allacciamento di piccole centrali alle grandi linee di trasmissione ad alta tensione non è problema semplice, anche nei riguardi economici. Ma comunque, qualche cosa bisognerebbe fare; e converrebbe che le grandi Società si disponessero con altro animo ad esaminare la possibilità di questi modesti allacciamenti. Da altra parte l'appennino non gode troppe simpatie per quanto concerne gli impianti idroelettrici; però non sarebbe esclusa la possibilità di poter creare degli impianti ad accumulazione. Se si pensa che in certe epoche c'è esuberanza grandissima anche da parte delle grandi centrali, credo che non sia esclusa la possibilità di poter studiare qualcuno di questi impianti di accumulazione per avere 10 o 15 giorni una disponibilità di un milione di chilowatt-ore accumulati.

Ing. Righi. — Nel nostro appennino c'è la possibilità di fare impianti idroelettrici anche ad accumulazione, ed anzi l'Ing. Barattini ci presenterà quanto prima un quadro complessivo dei progetti finora studiati per l'appennino emiliano. Tuttavia sta il fatto che, pur avendosi la possibilità di fare questi impianti, non si fanno; ciò vuol dire che essi sono poco convenienti.

Ing. Barattini. — Lo studio degli impianti appenninici lo si vuole considerare soltanto dal punto di vista dell'utilità economica immediata e si dimentica di introdurre un fattore che ha un'importanza capitale prevalente: noi seguiamo a spendere milioni a costruire argini dei tronchi a valle dei nostri fiumi e torrenti e non ci preoccupiamo della sistemazione dei bacini montani per cui si sono fatte delle leggi.

Da parte delle Amministrazioni Provinciali qualche progetto, ma di parte esecutiva non si fa nulla o quasi. Ora gli impianti appenninici vanno considerati specialmente nel quadro della sistemazione dei bacini imbriferi. Io dicevo che la possibilità di fare degli impianti a serbatoio nel nostro appennino c'è. Non tutti gli impianti a serbatoio saranno convenienti; ma ce n'è qualcuno, che introdotto in una rete di distribuzione che abbia altre sorgenti di produzione d'energia, può servire assai bene a soddisfare quei cattivi utenti che sono le bonifiche. Io ho studiato in una zona di 350 kmq. una decina di serbatoi possibili, non tutti convenienti. Io stesso se dovessi dire: credo oggi alla convenienza di tutti quegli impianti, direi di no, ma qualcuno è possibile. Quando però su una linea di 400 o 500 km. dobbiamo soddisfare una richiesta di energia di 12 mila kW per pochissime ore, portiamo alla spesa di impianto un aggravio che può raggiungere una cifra assai alta, dell'ordine delle decine di milioni.

Si diffonde quindi ancora a trattare degli impianti appenninici e tratta della corrispondenza che vi è fra impianti appenninici e impianti alpini. Crede che questo argomento debba essere più profondamente studiato di quello che non si sia fatto finora. Promette di continuare gli studi di questo genere con la collaborazione del Prof. Sartori e dell'Ing. Righi, coll'aiuto dei quali si augura di poter mettere insieme un quadro complessivo di quello che è possibile fare nelle nostre Regioni e con questo studio egli ritiene di poter rendere un servizio notevole al Paese.

Ing. Righi. — Non crede che siano sempre associabili gli scopi di regolazione di un torrente mediante serbatoi, e di riserva di energia idroelettrica per le bonifiche. Ritiene anzi che spesso un serbatoio non serva a regolare il torrente appenninico su cui è costruito, a meno che il suo esercizio non venga fatto in modo da averlo vuoto all'inizio delle piene; per vuotarlo poi subito gradualmente quando cessa o diminuisce l'afflusso straordinario delle acque. Ma così facendo si avrebbe disponibilità di energia proprio quando le bonifiche non ne avrebbero bisogno, se, come è stato illustrato dall'Ing. Giandotti le effemeridi pluviometriche appenniniche e della sottostante pianura sono quasi in rapporto di proporzionalità e in sincronismo. Se ciò è vero, val meglio costruire impianti a portata fluente, perchè meno costosi, dato e non concesso che si abbia il tornaconto economico.

Ing. Barattini. — Si associa a questo concetto riferendosi alla comunicazione dell'Ing. Giandotti, perchè, in sostanza egli dice, quello che a noi occorre è di vincere l'intervallo che c'è tra precipitazione a monte e a valle e fra le corrazioni corrispondenti. Noi potremmo utilizzare benissimo queste piccole energie buttandole sulla rete già esistente, ma avremmo sempre bisogno di un bacino, di un riserva che sarà limitata alla necessità di quei sette-otto-dieci giorni. Sul Zena per es. si può fare un serbatoio di 15 milioni di m³ con una spesa minima.

Ing. Righi. — Osserva che pur ammessa la possibilità tecnica ed economica di realizzare tali serbatoi, essi sono purtroppo a quota poco elevata per cui l'immagazzinamento di energia è modesto. Se venissero tradotti i milioni di metri cubi in milioni di kWh, che è l'unità cui effettivamente conviene riferirsi, crede che le cifre relative si assottiglierebbero alquanto.

Ing. Comm. Civita. — Siamo entrati in una discussione interessantissima. La questione è puramente economica, perchè tecnicamente tutto si può fare. Il Prof. Sartori porta un'accusa alle Società elettriche le quali, dice, non vogliono saperne di queste cose. Io dico che da 3 o 4 anni tutte le Società elettriche del nord non fanno che stabilire accordi per lo scambio di energie. E tutti gli impianti dei privati sono anche utilizzati. Presentemente i piccoli impianti non convengono, nè conviene allacciarli alle grandi linee di trasmissione ad altissima tensione in causa dell'enorme costo delle cabine. Invece si fanno collegamenti fra reti singole. Anche creare dei serbatoi per utilizzarli per poche ore all'anno, sarebbe un errore.

Osservo che le bonifiche vengono a pagare pochissimo l'energia perchè la impiegano per 600 a 1000 ore all'anno, ed hanno delle variazioni fortissime. Adesso non c'è che cercare di ottenere dalle Società elettriche dei contratti migliori, sfruttare la energia nel miglior modo possibile e compensare i diagrammi in modo da farla costare meno.

In quanto ai contributi statali, ricordo che quelli per l'irrigazione sono notevoli, e così pure quelli per le bonifiche. Per l'elettroagricoltura ci sono i contributi per le linee e cabine. Tutto quello che si può domandare al Governo è di mantenere tali impegni, e principalmente di favorire Istituti che potessero fare dei finanziamenti. Le Banche private, non potrebbero dare un aiuto che per un periodo limitato di tempo. Resterebbero le Casse di Risparmio e il Consorzio di Credito per le opere pubbliche. Si potrebbe quindi formulare un voto che il problema delle linee elettriche venga affrontato come l'ha affrontato la Francia. Domandare di più sarebbe inutile.

Ing. Righi. — Si associa a quanto ha detto l'Ing. Civita. Effettivamente è la linea elettrica rurale che ha bisogno di essere sussidiata, perchè costa molto e rende poco, relativamente all'utilizzazione che può farsene. Crede che nulla occorra ulteriormente richiedere per le cabine mobili e forse anche per i macchinari elettroagricoli i quali possono ricevere una adeguata utilizzazione appunto perchè mobili.

Nessun altro chiedendo di parlare, il Presidente sospende la seduta perchè sia concordato un Ordine del Giorno che rispecchi il pensiero della Sezione di Bologna e tenga conto dei diversi voti formulati nel corso delle discussioni.

Ripresa la seduta, si approva all'unanimità il seguente

Ordine del Giorno:

La Sezione di Bologna dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, udite le relazioni dei Colleghi Civita, Cricca, Giandotti, Carnevali sul tema della energia elettrica nelle campagne, e discussi ampiamente i vari aspetti dell'importante problema,

convinta che da un razionale e diffuso impiego dell'energia elettrica nell'agricoltura, nelle irrigazioni, nelle bonifiche dipenda in gran parte la restaurazione dell'economia nazionale;

fa voti:

1° che le Associazioni tecniche e agricole rivolgano tutta la loro attenzione allo studio delle zone di cui più opportuna e urgente risulti l'elettrificazione;

2° che venga fatta, a mezzo degli Enti competenti attiva opera di istruzione e di propaganda fra gli agricoltori onde questi siano edotti dei reali vantaggi che derivano dalla sostituzione dell'energia elettrica all'energia animale e meccanica in tutte le operazioni del ciclo agrario;

3° che le Imprese Elettriche, affinchè possano fornire l'energia alle campagne a condizioni favorevoli, procurino: di introdurre nel sistema di distribuzione utenze compensatrici; di allacciare centrali idroelettriche appenniniche capaci di compensare, nel loro insieme, le quasi contemporanee richieste di energia delle bonifiche; nonché di allacciare, ove sia necessario, centrali termiche eventualmente esistenti presso gli utenti;

4° che il Governo Nazionale provveda a dare esecuzione ai Decreti Legge promulgati da tempo a favore degli impianti elettroagricoli e a favore della elettrificazione delle Bonifiche, ed emani provvedimenti intesi a facilitare il finanziamento delle linee elettriche rurali, in modo analogo a quanto dispone la legge che favorisce la costruzione di strade rurali e vicinali.

Il Presidente pronuncia parole di ringraziamento per tutti i numerosi Soci che hanno contribuito con la loro presenza e coi loro discorsi alla buona riuscita di queste riunioni. Si augura che, come si verifica un costante rapido incremento nel numero dei Soci, si abbiano anche sempre più importanti manifestazioni della attività tecnica della Sezione.

Il Prof. Sartori dice di essere sicuro interprete dei Colleghi della Sezione di Bologna, manifestando il suo compiacimento per il brillante esito di queste Riunioni e il plauso al Presidente.

La seduta è tolta alle ore 18.

* *

Personalia

L'Ing. Giacomo Büchi, ingegnere costruttore già presso la Ditta Riva, è passato in qualità di Direttore tecnico alle Officine Calzoni Parenti di Bologna.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La passata e la prossima Riunione sociale.

Dopo il verbale della solenne seduta inaugurale, pubblichiamo oggi quello delle prime due sedute di carattere tecnico della XXVII Riunione sociale tenutasi a Milano lo scorso autunno. Con esso si entra veramente nel vivo della discussione e non possiamo che riferirci in proposito a quanto scrivemmo nello scorso numero. La prima seduta e gran parte della seconda furono dedicate ai problemi idraulici con la discussione di ben dodici comunicazioni. Con la seconda seduta si inizia la discussione del secondo gruppo di memorie relative alle Centrali ed al macchinario. La lettura dei verbali riuscirà senza dubbio interessante anche perchè in essi è riportato il breve riassunto che ciascun autore fece del proprio lavoro già pubblicato sull'*Elettrotecnica*, cosicchè non è necessario, per l'intelligenza della discussione, riportarsi al testo originale dei singoli lavori.

Nutriamo speranza che più di un socio leggendo questi verbali correrà col pensiero alla nuova riunione che si terrà in autunno a Venezia, e nella quale si vuole che le discussioni si svolgano ancora più nutrite ed interessanti. Ma perchè ciò sia possibile è indispensabile un po' di buona volontà da parte dei numerosi Colleghi che contano di partecipare attivamente ai lavori della XXVIII riunione. La Presidenza generale ha molto opportunamente stabilito che il testo delle Memorie e Comunicazioni debba essere presentato entro il prossimo giugno. Il tempo dunque stringe ed i Colleghi devono persuadersi che, con tutta la buona volontà, non sarà poi possibile pubblicare, e quindi ammettere alla discussione, tutti i lavori che giungeranno in ritardo.

Sul programma della riunione possiamo dare un'altra interessante notizia. Quasi certamente una seduta della riunione si terrà a Padova, dove, nel Laboratorio di Elettrotecnica della Scuola per gli Ingegneri, avrà luogo in quei giorni una interessante mostra di tutte le numerose ed ormai svariate applicazioni delle valvole e delle correnti joniche in genere. Si tratta di un ramo ancora poco noto alla grande maggioranza dei tecnici e che è pur destinato a svilupparsi rapidamente interessando i più svariati campi dell'elettrotecnica.

Leggi antiche e teorie moderne.

Se nella pratica delle applicazioni quotidiane si può generalmente prescindere dalla natura intima dei fenomeni elettrici, nessuno più del tecnico che in tali applicazioni svolge la sua attività, sente il desiderio di riportarsi ogni tanto a contatto colla scienza e di vedere come, al lume delle nuove idee, si possano interpretare quelle leggi fondamentali che egli deve continuamente applicare. A questo desiderio risponde oggi, per la teoria del magnetismo, il riassunto più avanti pubblicato della Conferenza tenuta dal Prof. DONATI alla Sezione di Bologna, nel quale le classiche leggi di Ampère sono messe in felice relazione con le moderne teorie elettroniche.

LA REDAZIONE.

Abbonamenti per Laureandi Ingegneri

È aperto un abbonamento speciale all'*Elettrotecnica* per il corrente 1923 (annata completa) al prezzo ridotto di L. 40,— per gli studenti regolarmente iscritti all'ultimo anno della Scuola di Ingegneria del Regno.

Gli studenti che desiderano abbonarsi devono inviare cartolina vaglia all'Ufficio Centrale con una dichiarazione della Direzione o di un Professore della Scuola da cui risulti la loro qualità di Laureandi Ingegneri.

LA TEORIA DEL MAGNETISMO DI AMPÈRE SECONDO LE VISTE MODERNE □

Prof. LUIGI DONATI



:: Sunto della conferenza tenuta alla Sezione di Bologna ::
 :: :: :: :: :: :: il 4 febbraio 1923 :: :: :: :: ::

1. — Ampère, un secolo fa, aveva potuto costruire solidamente la teoria delle azioni elettrodinamiche, colla quale intese poi di spiegare anche il magnetismo: poichè la stretta analogia fra i fenomeni prodotti da solenoidi percorsi da corrente elettrica e quelli prodotti da calamite permanenti lo aveva condotto ad intuire che il magnetismo dei corpi non è che una manifestazione di correnti in condizioni speciali circolanti nelle molecole. Ma quando si trattò di precisare i caratteri di tali correnti per ottenere una piena corrispondenza, si incontrarono difficoltà e contraddizioni che non si riusciva a superare.

E per quasi un secolo rimase dubbia la questione procurando un senso di disagio nei fisici.

Si era soliti dividere lo studio dei fenomeni elettrici e magnetici in quattro parti ben definite:

- 1°) L'elettrostatica;
- 2°) La magnetostatica;
- 3°) L'elettrodinamica;
- 4°) L'elettromagnetismo.

L'elettrostatica e la magnetostatica ebbero, in base alla legge di Coulomb, una trattazione analoga, attribuendo anche al campo magnetostatico il carattere di *campo newtoniano* (pur nell'interno dei magneti, inaccessibile all'esperienza e però incontrollabile).

L'elettromagnetismo poneva in relazione l'elettrodinamica colla magnetostatica. I seguaci di Ampère, partendo dal concetto di equivalenza fra solenoide elettrodinamico e magnete permanente, sopprimevano idealmente l'ente magnetico riducendolo al suo analogo elettrodinamico e lasciando soltanto l'elettrostatica e l'elettrodinamica (che riuniva in sé la magnetostatica e l'elettromagnetismo). Ma, come fu detto, trovavano in questa semplificazione gravi difficoltà, concernenti il principio stesso dell'equivalenza tra campi magnetici dovuti a correnti e campi magnetostatici, principio specificato in forma astratta nel celebre teorema che assimila un circuito elettrico ad una lamina magnetica.

Poichè — a parte la diversità di tipo dei campi (*solenoidale* per le correnti, *newtoniano*, ossia *lamellare*, per i magneti), — vi sono differenze caratteristiche sia nel modo con cui essi risentono l'influenza della permeabilità del mezzo, sia nel comportamento energetico.

Riferendoci per es. al lavoro meccanico esplicato nel moto relativo di due sistemi in presenza, nei tre casi:

- a) che essi sieno costituiti ambedue da circuiti ordinari;
- b) che sieno costituiti ambedue da magneti permanenti;
- c) che l'uno sia di circuiti e l'altro di magneti, si trova che:
 - nel caso a) il lavoro è direttamente proporzionale alla permeabilità del mezzo, e implica un aumento dell'energia mutua;
 - nel caso b) è inversamente proporzionale alla permeabilità, e implica una diminuzione dell'energia mutua;
 - nel caso c) esso è indipendente dalla permeabilità e senza relazione coll'energia mutua (la quale per due campi, l'uno solenoidale e l'altro lamellare, è nullo per un noto teorema).

2. — Queste incongruenze, che escludono la possibilità di realizzare con le ordinarie correnti l'*equipollente* del magnete, hanno svalutata per un pezzo la geniale concezione di Ampère; e si è seguito con la magnetostatica a tipo newtoniano, cercando poi di adat-

tarla alle esigenze dei fenomeni elettromagnetici coll'associare al vettore *lamellare* H (forza magnetica) un secondo vettore *solenoidale* $H + 4\pi m$ (induzione magnetica), dove m significa l'intensità di magnetizzazione. Ne è risultata una costruzione teorica complicata in cui si sente l'artificio e lo sforzo.

D'altra parte le moderne teorie elettroniche hanno rassodata la convinzione sulla natura elettrodinamica del magnetismo inducendo a pensare che le *correnti molecolari* cui si riferisce l'ipotesi di Ampère (che ora possiamo figurarci rappresentate dalle orbite degli elettroni roteanti negli atomi intorno ad un nucleo positivo) presentino, in confronto delle correnti dei nostri circuiti ordinari, qualche differenza caratteristica per la quale vengano meno le predette incongruenze rispetto alle proprietà dei magneti. E tale concezione ha preso consistenza e, per così dire, assunto sapore di realtà colla scoperta di Kamerlingh Onnes nel 1913.

Come è noto, l'Onnes trovò che per bassissime temperature, vicine allo zero assoluto, la resistenza elettrica dei conduttori desce rapidamente fino ad annullarsi: di guisa che le correnti in essi comunque determinate, una volta iniziate, persistono per inerzia senza bisogno di una f. e. m. che le sostenga.

Per lo studio delle proprietà di siffatti circuiti, che chiameremo *inerziali*, ed il confronto coi circuiti ordinari, prendiamo le mosse dall'equazione (in unità elettromagnetiche C. G. S.)

$$(1) \quad RI + \frac{d\Phi}{dt} = F$$

valevole per qualunque circuito di resistenza R alimentato dalla forza elettromotrice impressa F e soggetto inoltre alla f. e. m. indotta ϵ :

$$\epsilon = - \frac{d\Phi}{dt}$$

determinata dalla variazione del flusso magnetico Φ abbracciato dal circuito (sia dovuto al proprio campo, sia anche ad altri campi coesistenti). Moltiplicando per $I dt$ ne risulta una relazione energetica che può porsi sotto la forma

$$(2) \quad FI dt - RI^2 dt = I d\Phi$$

dove il primo membro rappresenta l'energia fornita, durante il tempo dt , al circuito dalla F in forma di lavoro elettromotore $FI dt$, diminuita dalla parte $RI^2 dt$ convertita in calore; mentre il secondo membro ne rappresenta l'equivalente in forma di lavoro magnetomotore ⁽¹⁾.

Per circuiti privi di resistenza si dovrà porre $R = 0$; e supponendo inoltre che nel periodo di tempo che si considera sia sempre $F = 0$, si ha come proprietà caratteristica dei circuiti inerziali.

$$d\Phi = 0, \text{ ossia } \Phi = C$$

dove C è una costante *individuale* di ciascun circuito di questa specie.

Se non vi sono in presenza altri campi oltre quello proprio del circuito, nel qual caso si ha $\Phi = LI$ (L coefficiente di autoinduzione che, supposta l'omogeneità del mezzo, è direttamente proporzionale alla permeabilità μ), la costanza di Φ porta che l'intensità I varii in ragione inversa di L e quindi di μ . Nel caso più generale che ad LI si aggiunga un'altra parte ψ dovuta alla coesistenza di altri campi, la relazione prende la forma $LI + \psi = C$, e dimostra come la I sia subordinata ai valori di L e ψ e varii col variare di questi.

Indicando con P l'energia del campo proprio del circuito, sarà

$$P = \frac{1}{2} I \Phi = \frac{1}{2} L I^2$$

e la differenza $I d\Phi - dP$ fra il predetto lavoro magnetomotore e la variazione dell'energia (differenza che sarà nulla per L costante) verrà a rappresentare il lavoro meccanico collegato colle variazioni di L (lavoro delle forze ponderomotrici, esercitate dal campo sulle parti del circuito, per deformazioni di questo o per passaggio da un mezzo ad un altro di permeabilità diversa). Designando per brevità con $\bar{d}L$ il lavoro meccanico elementare e con $\bar{d}\Lambda$ il lavoro magnetomotore (dove il $\bar{d}$ con linea sovrapposta sta come indice di quantità elementare, da distinguersi dal segno differenziale), si ha così la relazione fondamentale:

$$(3) \quad \bar{d}\Lambda = dP + \bar{d}L$$

Per chiarezza giova scindere le variazioni $d\Phi$ e dP nelle due parti

⁽¹⁾ La considerazione del lavoro magnetomotore $I d\Phi$ (prodotto della forza magnetomotrice $4\pi I$, collegata alla corrente I , per lo spostamento magnetico $\frac{d\Phi}{4\pi}$), con riguardo alla sua corrispondenza col lavoro assorbito dalla forza elettromotrice indotta ($I d\Phi = -I dt$), torna utile in molti casi, e così anche nel seguito di questa discussione.

($d'\Phi$, $d''\Phi$) e ($d'P$, $d''P$) dovute rispettivamente alle variazioni di I e di L :

$$d'\Phi = L dI, \quad d''\Phi = I dL;$$

$$d'P = L I dI = I d'\Phi, \quad d''P = \frac{1}{2} I^2 dL = \frac{1}{2} I d''\Phi;$$

$$\bar{d}\Lambda = I (d'\Phi + d''\Phi) = d'P + 2 d''P = dP + d''P;$$

onde dal confronto colla (3) risulta che il lavoro meccanico $\bar{d}L$ corrisponde a $d''P$.

Le stesse considerazioni si estendono ad un sistema S di più circuiti, intendendo che P significhi l'energia del campo cumulativo, espressa da $\frac{1}{2} \sum I d\Phi$, e $\bar{d}\Lambda$ il lavoro magnetomotore cumulativo $\sum I d\Phi$, dove le somme sono estese a tutti i singoli circuiti e le Φ rappresentano i rispettivi flussi complessivi che sono funzioni lineari di tutte le I :

$$\Phi_k = L_k I_k + \sum_k M_{kk} I_k$$

(M_{kk} coefficienti d'induzione *mutua*).

Per ogni circuito si ha un'equazione come la (1) con la corrispondente relazione energetica (2); onde per via di somma si arriva ancora alla relazione (3), in cui $\bar{d}L$ significa ancora il lavoro meccanico (sviluppato nel complesso dei moti dei circuiti e delle loro parti) e corrisponde come sopra a $d''P$.

3. — Ciò posto, è facile vedere come, in grazia della proprietà caratteristica della costanza dei flussi Φ , i campi delle correnti inerziali si differenzino da quelli delle correnti ordinarie, e vengano a corrispondere appieno ai campi *magnetostatici* sia per il modo con cui risentono l'influenza del mezzo, sia per le relazioni fra il lavoro meccanico prodotto e le variazioni di energia.

Quanto al primo punto basta notare che, nel campo determinato da un sistema di circuiti, i flussi Φ abbracciati dai singoli circuiti sono funzioni lineari di tutte le I che hanno per coefficienti i coefficienti di induzione i quali (supposta l'omogeneità del mezzo) sono tutti direttamente proporzionali alla permeabilità μ . Per i circuiti ordinari (con le I mantenute costanti) lo stesso accade dei flussi Φ e quindi anche dell'energia P , come si è già detto. Se invece si tratta di circuiti inerziali, in cui la costanza delle Φ porta che le intensità I varino in ragione inversa di μ , si vede senz'altro che la dipendenza di P da μ , risulta invertita, precisamente come accade per i campi magnetostatici.

Passiamo ora a considerare il lavoro meccanico. Riferendoci alla relazione (3) valevole indipendentemente dalla natura dei circuiti, possiamo specificare i tre casi:

a) Il sistema è costituito da soli circuiti ordinari. In questo caso, supponendo le I mantenute costanti (il che porta $d'P = 0$, $d''P = dP$, $\bar{d}\Lambda = 2 dP$), sarà:

$$(3a) \quad \bar{d}L = dP$$

b) Esso è costituito da soli circuiti inerziali. Qui, per la costanza delle Φ , $\bar{d}\Lambda$ risulta nullo; e perciò si avrà, al contrario del caso precedente e in armonia con quel che accade per i campi magnetostatici:

$$(3b) \quad \bar{d}L = -dP$$

c) Il sistema risulta dalla coesistenza di due sistemi (S_1 e S_2) costituiti rispettivamente da circuiti ordinari e da circuiti inerziali. Sarà pertanto:

$$P = \frac{1}{2} \sum I_1 (\Phi_1 + \psi_2) + \frac{1}{2} \sum I_2 (\Phi_2 + \psi_1) = P_1 + P_2 + Q$$

dove Q indica l'energia relativa ($Q = \sum I_1 \psi_2 = \sum I_2 \psi_1$) e le ψ_2, ψ_1 rappresentano le parti provenienti da S_2 dei flussi complessivi ($\Phi_1 + \psi_2$) abbracciati dalle I_1 , e reciprocamente. Per la costanza dei flussi ($\Phi_2 + \psi_1$) abbracciati dalle I_2 , risulta nullo il lavoro magnetomotore relativo ad S_2 , onde $\bar{d}\Lambda$ si riduce a:

$$\sum I_1 (d\Phi_1 + d\psi_2) = \sum I_1 d\Phi_1 + \sum I_1 d\psi_2$$

scindendosi così in due parti di cui la prima (supponendo le I_1 mantenute costanti), per le ragioni indicate trattando del primo caso, si riduce a $2 dP_1$, mentre l'altra rappresenta la variazione dQ dell'energia mutua. Si ha così:

$$\bar{d}\Lambda = 2 dP_1 + dQ, \quad dP = dP_1 + dP_2 + dQ;$$

onde la (3) si traduce in

$$(3c) \quad \bar{d}L = dP_1 - dP_2,$$

relazione che comprende le due precedenti, in cui si ricade supponendo che manchi l'una o l'altra delle due parti del sistema.

Nella (3c) non comparisce più il dQ , e si può vedere come essa concordi col risultato che si avrebbe sostituendo a S_2 un sistema magnetostatico S_m (nel qual caso, secondo la comune teoria, l'energia relativa di S_1 e S_m sarebbe nulla, come fu detto). Denotando allora con P_m l'energia propria di S_m , e con ψ_m i flussi provenienti da S_m che si concatenano con singoli circuiti di S_1 , si trova per $\bar{d}L$ l'espressione:

$$\bar{d}L = dP_1 + \sum I_1 d'\psi_m - d'P_m$$

dove, se da S_m si ritorna a S_2 , al termine

$$\sum I_1 d'\psi_m \text{ subentra } \sum I_1 d'\psi_2$$

sostituibile dal suo reciproco $\sum I_2 d'\psi_1$, il quale (per la costanza dei flussi in S_2 , che porta $d'\psi_1 = -d'\Phi_2$) si traduce in $-d'P_2$ che in unione con $-d'P_2$, che subentra a $-d'P_m$, costituisce $-dP_2$ quale equivalente dell'espressione $\sum I_1 d'\psi_m - dP_m$: onde la relazione precedente si identifica con la (3c).

Se in particolare, riguardando S_1 e S_2 come sistemi rigidi, si considerano solo i moti relativi dell'uno rispetto all'altro (nel qual caso dP_1 si annulla e dP_2 si riduce a $d'P_2$), si ha:

$$\bar{d}L = -d'P_2 = -\sum I_2 d'\Phi_2;$$

dove, per quanto si è visto, le I_2 sono inversamente proporzionali alla permeabilità μ del mezzo, mentre i flussi Φ_2 sono direttamente proporzionali ad essa; e quindi il lavoro $\bar{d}L$ risulta indipendente da μ , come accade per le azioni mutue fra circuiti ordinari e calamite.

Riassumendo, si può dire che per gli effetti considerati i sistemi S_2 equivalgono ai magneti permanenti.

E però se, messa da parte la rappresentazione newtoniana, si considerano i magneti nelle loro manifestazioni effettive, si è tratti ad ammettere la piena corrispondenza coi sistemi S_2 , tenuto conto del carattere essenziale che assimila questi ai magneti permanenti, mentre li differenzia dai circuiti ordinari, e consiste nella mancanza di lavoro magnetomotore, la quale implica una condizione analoga a quella dei processi adiabatici in termodinamica.

4. — Passiamo adesso a considerare un sistema S_2 costituito, secondo il concetto di Ampère, da un gran numero di circuiti elementari disseminati in una data regione dello spazio in perfetto disordine, con tutte le orientazioni possibili, per modo che le azioni si compensino e non ne risulti alcun campo proprio sensibile; e immaginiamo che esso venga sottoposto all'azione del campo di un sistema S_1 di circuiti ordinari fissi, con le intensità I_1 graduabili a piacere. Tale azione si esplicherà in due modi diversi, cioè come azione induttiva e come azione orientatrice, determinando in S_2 due modificazioni che si ripercuoteranno in senso opposto sul campo di S_1 : in quanto che la prima, giusta la legge di Lenz, tenderà ad attenuare e la seconda a rinforzare ogni variazione del campo stesso. La prima sarà poi indipendente dalle intensità iniziali delle I_2 , mentre la seconda dipenderà da queste ed inoltre dalla mobilità dei circuiti delle stesse I_2 , la quale si suppone limitata da forze di qualsiasi specie che si sviluppino e crescano collo scartamento dalle posizioni iniziali di equilibrio e in opposizione al medesimo. Secondo che prevale l'una o l'altra delle due azioni, ne risulterà un indebolimento o un'intensificazione del campo di S_1 rispetto a quello che si avrebbe senza la presenza del sistema S_2 . Abbiamo qui in embrione un'immagine del comportamento delle sostanze diamagnetiche e paramagnetiche, la quale (supponendo grandi intensità iniziali delle I_2 e grande mobilità dei circuiti) è applicabile anche alle sostanze ferromagnetiche, e può, con ipotesi convenienti sulle condizioni di mobilità dei circuiti delle I_2 , dare pur ragione dei fenomeni di isteresi, saturazione, magnetismo rimanente, ecc.

Ispirandosi a questi concetti, il Puccianti ha recentemente in alcune notevoli memorie (*) tracciate le linee di una teoria elettrodinamica del magnetismo impostata con rigore logico su basi sperimentali. Si sa del resto che di correnti atomiche di tipo inerziale, elettroni in rivoluzione intorno ad un centro, la scienza moderna aveva già dovuto ammettere l'esistenza nell'atomo materiale per spiegare i fenomeni dell'ottica fisica e della radioattività. Ma una difficoltà si presentava: ed era che, secondo la teoria di Maxwell-Lorentz, tali correnti atomiche dovrebbero dar luogo per irraggiamento ad una emissione di energia, il che non corrisponde al carattere delle predette correnti inerziali. L'ostacolo pare ora superato con una diversa concezione dei processi che si svolgono nell'atomo, ammettendo che altre azioni, oltre quelle elettrodinamiche, intervengano negli spazi circostanti al nucleo positivo (che adesso si suppone condensato in un volume assai più piccolo di quello degli elettroni), per modo che

non sia più applicabile puramente e semplicemente la teoria di Maxwell-Lorentz.

Tale per es., è il modello atomico ideato recentemente dal Bohr ed ora generalmente accettato.

Mirabile appoggio trova questa concezione nella chimica, poichè il numero degli elettroni in rivoluzione viene a coincidere col numero d'ordine nella scala degli elementi del Mendeleyeff; e conferma trova pure nell'isotopia degli elementi, negli spettri dei raggi X e nella corrispondenza colla teoria dei quanti.

Il parlare perciò ora delle correnti di Ampère, non ha solo un valore di ricorrenza storica, celebrandosi in questi anni il centenario della prima pubblicazione delle sue classiche memorie; ma ha anche una vera importanza attuale. Perchè dopo la scoperta di Kamerlingh Onnes (che di quelle correnti ci dà in grande il *fac-simile* sperimentale) e dopo le ultime ricerche che portano ad ammetterne la reale esistenza, l'ipotesi di Ampère ha assunto tale carattere di oggettività fisica da potere legittimamente servire di base ad una teoria elettrodinamica del magnetismo (quale quella delineata dal Puccianti) atta a sostituire la vecchia trattazione non più rispondente alle odierne concezioni.

S. M.

IL CALCOLO MECCANICO DELLE CONDUTTURE (Nota sulle fondazioni) □ □ □

RENZO NORSA

(Continuazione e fine, v. N. 14)

12. — Le considerazioni che abbiamo esposte non hanno certo la pretesa di costituire una profonda, nè tanto meno una esauriente trattazione di questo abbastanza importante, e forse anche abbastanza trascurato, argomento delle fondazioni. In sostanza, abbiamo dato uno sguardo generale al problema, sopra tutto allo scopo che a noi maggiormente preme, e cioè di contribuire a mettere in chiaro le prescrizioni che a questo riguardo possono darsi sulla così detta «sicurezza» degli impianti elettrici.

Sta il fatto che i dati e le cognizioni di cui oggi disponiamo non ci permettono di procedere nel calcolo delle fondazioni così tranquillamente e speditamente come nel calcolo delle condizioni di sollecitazione dei conduttori e dei sostegni. Le incertezze principali consistono in ciò, che da un lato non sappiamo forse ancor bene valutare nella loro complessità tutte le azioni che si esercitano fra le pareti del blocco e il terreno sottostante e laterale; e dall'altro lato vi sono pure alquanto incertezze sui valori sino ai quali è permesso arrivare colle sollecitazioni del terreno, ossia sui valori delle reazioni del terreno sui quali si può fare sicuro affidamento.

Tuttavia anche in queste condizioni è però forse lecito trarre da quanto abbiamo detto qualche conclusione di sufficiente importanza pratica.

1) Sembra in primo luogo che lo stato di non assoluta certezza in cui ancor trovasi la questione consigli nella compilazione o emanazione di norme la maggiore liberalità: *in dubiis libertas*. Sembra in particolare ingiusto il proibire, come oggi fanno molte norme, di tenere in alcun conto la resistenza del terreno laterale. Al costruttore o al progettista spetterà naturalmente di provare a sè medesimo, o a chi di dovere, che il fare assegnamento su tale resistenza del terreno laterale sia, nel caso particolare, giustificato dal tipo di fondazione, dalle condizioni e dalla natura del suolo.

2) La sicurezza delle fondazioni dovrebbe essere preferibilmente superiore e non dovrebbe in nessun caso risultare inferiore a quella dei sostegni; in ciò tutti sembrano d'accordo. Fra gli accidenti che possono avvenire su una conduttura, la caduta di un sostegno in seguito a cedimento della fondazione sarà assai più grave della rottura di un conduttore e più grave anche della deformazione di un sostegno.

3) La sicurezza sarà raggiunta, per quanto riguarda le reazioni imposte al terreno, non sorpassando nei valori di tali reazioni dei limiti accettabili. La dizione secondo la quale oggi in alcune norme (come le francesi, le nostre delle F. S.) si prescrive un «fattore di sicurezza» 1 o 1.4 nel rapporto fra momento di stabilità e momento di rovesciamento, e per di più si prescrive che la pressione massima sia contenuta entro limiti opportuni, è ovviamente una involuzione di pensiero e di parole. Non sussiste, come alcuni sembrano temere (13) il pericolo che con una prescrizione siffatta la fondazione risulti costruita con una sicurezza 1 o 1.4 mentre il sostegno invece gode di una sicurezza maggiore, 2 o 2.5; e infatti il margine di sicurezza sta non nel rapporto 1 o 1.4, ma nel valore che si è assunto per la

(*) *Lincei*, dicembre 1914. — *Nuovo Cimento*, maggio-giugno 1915 e luglio-agosto-settembre 1922.

(13) G. SULZBERGER: Die Fundierung von Freileitungstragwerken und ihre Berechnung, Bulletin A. S. E. 1922, n. 10.

reazione del terreno. Ma non di meno si tratta di una infelice circonlocuzione, perchè nell'impostazione dell'equazione di equilibrio è implicita l'assegnazione di tal valore della reazione e resistenza del terreno. Sarebbe come se per i sostegni si dicesse che la sollecitazione del ferro deve essere compresa entro certi limiti, e sta bene, e poi si aggiungesse che in tali condizioni il momento resistente debba essere 1,4 volte il momento flettente.

Sembrerebbe dunque che una eventuale enunciazione di norme riguardanti le fondazioni, senza escludere la possibilità di tener conto della resistenza del terreno laterale, dovrebbe limitarsi a fissare il concetto, *dovere* la sicurezza della fondazione essere almeno eguale a quella del sostegno, nel senso che, a parità di sollecitazioni esterne, la reazione imposta al terreno si mantenga nei limiti sanzionati dalla buona pratica delle ordinarie costruzioni.

* *

Appendice

I.

Vediamo ora con qualche maggiore dettaglio le formole che ci siamo limitati ad accennare nel testo della nota e il modo in cui esse possono applicarsi ai casi della pratica.

a) *Caso della fondazione soltanto «incastata» nel terreno.*

Cominciamo a considerare il caso del palo infisso nel terreno (o del blocco incastrato nel terreno) e cioè il caso in cui l'equilibrio, per rispetto all'azione di ribaltamento dovuta alle forze esterne, sia realizzato soltanto mercè la reazione del terreno laterale.

a₁) — In tal caso, se supponiamo la fondazione rigida e se indichiamo con k la reazione del terreno per unità di superficie, con λ (che per ora supporremo costante) la deformazione corrispon-

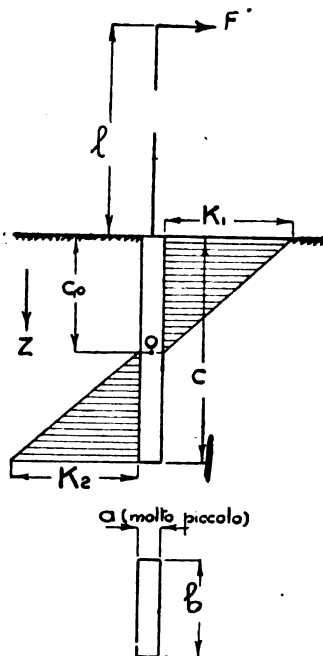


Fig. 4.

dente ad una pressione unitaria, gli spostamenti $k\lambda$ potranno ritenersi proporzionali alle distanze $(c_0 - z)$ dall'asse di rotazione ⁽¹⁴⁾ ossia, adottando le notazioni della figura 4:

$$k\lambda = C(c_0 - z).$$

Poichè per $z = 0$ e per $z = c$ si ha rispettivamente;

$$k_1\lambda = Cc_0; \quad -k_2\lambda = C(c_0 - c)$$

ne viene che

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{c - c_0}{c_0}$$

Scrivendo la condizione Σ forze = 0 si ottiene:

$$F = b k_1 \left[\frac{c_0}{2} - \frac{(c - c_0)^2}{2c_0} \right] \quad (1)$$

da cui

$$c_0 = \frac{1}{2} \frac{b k_1 c^2}{b k_1 c - F} \quad (2)$$

Scrivendo la condizione Σ momenti = 0 si ottiene:

$$F(l + c_0) = \frac{b k_1}{c_0} \left[c_0^2 c - c_0 c^2 + \frac{c^3}{3} \right] \quad (3)$$

Dividendo membro a membro la (3) per la (1) si ha, dopo qualche trasformazione

$$c_0 = c \frac{2c + 3l}{3c + 6l} \quad (4)$$

e sostituendo nella (2)

$$b k_1 c^2 - 4Fc - 6Fl = 0 \quad (5)$$

che si può anche scrivere

$$k_1 = \frac{F \left(l + \frac{2}{3} c \right)}{\frac{b c^2}{6}} \quad (6)$$

Noti F e l la (5) permette di ricavare c , se è fissato il valore di k_1 ; o viceversa la (6) permette di trovare k_1 se è fissato c . — Noto c , la (2) permette di trovare c_0 , con che è individuato il diagramma delle pressioni.

a₂) — L'ipotesi fatta dianzi di λ costante, e il conseguente diagramma lineare delle reazioni, sono però poco rispondenti a realtà, perchè alla superficie del terreno non potrà certamente svilupparsi

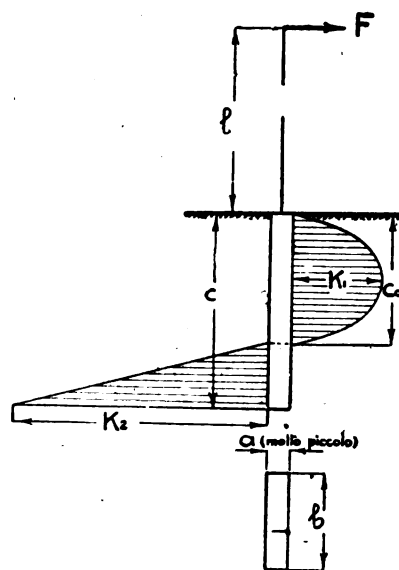


Fig. 5.

una reazione di qualche entità, come k_1 nel caso ora considerato. È invece assai più logico assumere λ inversamente proporzionale a z (fig. 5). La legge di variazione delle k non è allora più lineare, ma parabolica, ossia

$$k = D z (c_0 - z)$$

Poichè per $z = \frac{c_0}{2}$ e per $z = c$ si ha rispettivamente

$$k_1 = D \frac{c_0^2}{4} \quad -k_2 = D c (c_0 - c)$$

ne viene che

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{4c(c - c_0)}{c_0^2}$$

Scrivendo la condizione Σ forze = 0 si ottiene

$$F = \frac{b k_2}{c - c_0} \frac{1}{6} [3c_0 c - 2c^2] \quad (7)$$

da cui

$$c_0 = c \frac{2b k_2 c + 6F}{3b k_2 c + 6F} \quad (8)$$

Scrivendo la condizione Σ momenti = 0 si ottiene

$$F(l + c_0) = \frac{b k_2}{c - c_0} \left(\frac{c c_0^2}{2} - 2 \frac{c^2 c_0}{3} + \frac{c^3}{4} \right) \quad (9)$$

Dividendo membro a membro la (9) per la (7) si ha, dopo qualche trasformazione

$$c_0 = c \frac{3c + 4l}{4c + 6l} \quad (10)$$

e sostituendo nella (8)

$$b k_2 c^2 - 6Fc - 12Fl = 0 \quad (11)$$

⁽¹⁴⁾ in O , normale al piano del foglio, supposta la dimensione a assai piccola, ossia il blocco molto sottile.

che si può anche scrivere

$$k_2 = \frac{F \left(l + \frac{1}{2} c \right)}{\frac{b c^2}{12}} \quad (12)$$

Si ottiene anche facilmente

$$k_1 = \frac{F \left(l + \frac{3}{4} c \right)}{\frac{b c^2}{6}} \frac{3c + 4l}{4c + 6l} \quad (13)$$

Se fosse c trascurabile rispetto ad l (il che significa che per un determinato momento di ribaltamento del blocco, la F sarebbe relativamente piccola e quindi le due aree del diagramma delle pressioni sui due lati del blocco risulterebbero pressoché eguali) si avrebbe, posto $M = Fl$

$$c_0 = \frac{2}{3} c \quad k_2 = \frac{M}{\frac{b c^2}{12}} \quad k_1 = \frac{1}{3} k_2$$

Queste relazioni sono interessanti. Infatti, siccome nei casi della pratica sarà in generale sempre l notevolmente più grande di c , sarà con una certa approssimazione, la reazione k_1 in corrispondenza del vertice della parabola, ossia a $1/3$ circa della profondità del blocco, eguale a $1/3$ della reazione k_2 alla base del blocco.

E poiché la spinta passiva, che rappresenta il valore massimo della reazione che può essere offerta dal terreno, varia proporzionalmente alla profondità, potrà avvenire con sufficiente approssimazione che in corrispondenza a $1/3$ della profondità del blocco e alla base del blocco tale spinta passiva possa essere integralmente sfruttata.

b) Caso della fondazione semplicemente appoggiata sul terreno.

Sia il blocco come rappresentato nella fig. 6, sollecitato da una forza F risultante delle forze orizzontali esterne e agenti a una al-

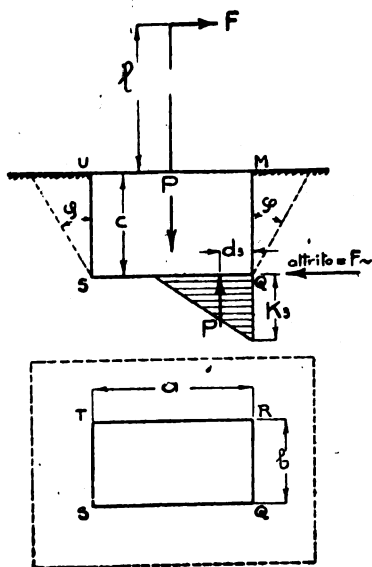


Fig. 6.

tezza l sul livello del suolo, e da una forza P risultante delle forze verticali (peso del palo, della fondazione, ecc.). Siano a , b , c , le tre dimensioni del blocco, parallelamente alla F , normalmente alla stessa in orizzontale e verticalmente, in profondità.

Alla forza F si consideri faccia equilibrio la resistenza d'attrito fra la faccia inferiore del blocco e il terreno. Alla forza P fa equilibrio la risultante delle reazioni elementari del terreno, il diagramma delle quali si ritiene lineare. Pertanto l'area di tale diagramma, moltiplicata per b , è eguale a P , onde

$$d_1 = \frac{2P}{3bk_2}$$

essendo d_1 eguale ad un terzo dell'altezza del triangolo delle pressioni ed essendo k_2 la pressione specifica massima in corrispondenza dello spigolo. Se si prendono i momenti rispetto a Q si ha

$$F(l+c) + P d_1 = P \frac{a}{2}$$

Sostituendo a d_1 il suo valore, ricavando k_2 e ponendo $F(l+c) = M$

$$k_2 = \frac{2}{3} \frac{P}{b} \frac{1}{\frac{a}{2} - \frac{M}{P}} \quad (14)$$

La condizione, perchè a sia minimo ($\frac{da}{dP} = 0$, derivata seconda negativa) risulta:

$$P = \sqrt{\frac{3}{2} k_2 b M} \quad (15)$$

La condizione perchè b sia minimo ($\frac{db}{dP} = 0$, derivata seconda negativa) risulta:

$$P = \frac{4M}{a} \quad (16)$$

Quest'ultima condizione è particolarmente importante in quanto vale anche per il minimo di k_2 (15).

Se si faranno sussistere simultaneamente le due condizioni si otterrà di rendere minime entrambe le dimensioni a e b del blocco.

Avviene però allora che la terza dimensione del blocco risulti circa eguale a

$$\frac{3k_2}{8\delta_c}$$

essendo δ_c il peso specifico del calcestruzzo; (sarebbe eguale a tale valore se il peso del palo fosse trascurabile per rispetto a quello del blocco). Se si pone $k = 20000$ kg per m^2 ; $\delta_c = 2000$ kg per m^3 , si ha $c = 3.75$ metri, dimensione praticamente inaccettabile. Anche tenendo conto del peso del palo, non ne risulterebbe però sensibilmente migliorato il valore di c .

Ne conseguirebbe dunque l'impossibilità pratica di applicare le condizioni di minimo dianzi trovate. Converrebbe allora conservare la condizione di minimo per b , dato che tale condizione corrisponde anche al minimo di k_2 , e rinunciare al minimo di a , per mantenere P e c entro limiti convenienti.

Però, ove si supponga che al peso P contribuiscano, oltre che palo e blocco, anche i quattro prismi di spinta adiacenti al blocco stesso, si riesce a contenere c entro limiti praticamente accettabili, e a dare al blocco un più conveniente volume, pur conservando tra a , b , k_2 e P le relazioni dianzi trovate.

Esempio:

Supponiamo $M = 15000$ kgm e che a , fissato anche in relazione alla larghezza del palo alla base, sia eguale a m 2.50. Si ha $P = 24000$ kg. Se k_2 si pone eguale a 20000 kg per m^2 , risulta $b = m$ 1.28. In tali condizioni 24000 kg è appunto quel peso che per $k_2 = 20000$ rende b minimo ed eguale a 1.28, e per $b = 1.28$ rende k_2 minimo ed eguale a 20000 . Ma per c risulta un valore inaccettabile e cioè come già si è visto, trascurando il peso del palo, m 3.75, e, anche computando tale peso circa m 3.40. Allora, se non si tien conto delle terre laterali al blocco, bisognerà scegliere per b un altro valore; per es., m 2.00 con che si potrà porre $c = 2.18$ e si avrà un blocco di 10.9 m^3 , i quali, se si pone il peso specifico del calcestruzzo eguale a 2200 kg per m^3 (anziché eguale a 2000 , come di solito per tener conto in qualche modo del peso del palo), danno appunto i 24000 kg di peso occorrenti.

Se invece si tien conto dei pesi dei 4 prismi di spinta con un angolo $\varphi = 30^\circ$ (colla verticale) si riesce, mantenendo $a = 2.50$ e $b = 1.28$ ad avere il peso necessario con $c = 1.64$ m soltanto e risulta in tal modo bastevole un blocco di soli 5.25 m^3 contro 10.9 che occorre se non si teneva conto del terreno laterale.

Questo esempio è un po' schematico, ma dimostra a quali esagerazioni si arrivi coi volumi di calcestruzzo se non si considera in qualche modo l'azione del terreno laterale.

Se si ha, come spesso nella pratica, $a = b$ risulta

$$P = \sqrt{\frac{3}{2} k_2 a M} = \frac{4M}{a}$$

e quindi

$$a = \sqrt[3]{\frac{32M}{3k_2}} = \frac{4M}{P} \quad (17)$$

dalle quali relazioni, dati k_2 e M , si può ricavare a e P .

Nella seguente tabella abbiamo indicato i volumi e le dimensioni dei blocchi di calcestruzzo (a sezione quadrata, $a = b$) che si ottengono per valori di M da 10000 a 50000 kgm e supposto $k_2 = 20000$ kg per m^2 . La dimensione c è stata calcolata tenendo conto dei prismi di spinta ($\varphi = 30^\circ$) e supposto il peso specifico della terra di 1600 kg e quello del calcestruzzo di 2200 kg per tener conto anche del peso del palo:

Momento kgm	Volume m^3	a m.	c m.
10 000	5.0	1.75	1.64
20 000	8.7	2.20	1.80
30 000	12.0	2.52	1.89
40 000	15.0	2.78	1.95
50 000	17.8	2.99	2.00

(15) Cfr. FROELICH, op. cit.

c) Osservazioni al metodo e alle formole del Froehlich ⁽¹⁶⁾.

Senza addentrarci in un minuto esame dell'opera del Froehlich ci siano consentite alcune brevi osservazioni. Gli studi del Froehlich per il calcolo delle fondazioni si appoggiano a una formola stabilita dal Mohr e dall'Engels ⁽¹⁷⁾ in base ad esperienze di quest'ultimo, per la profondità di infissione dei pali, formola che adottando le nostre solite notazioni possiamo scrivere:

$$c^2 > \frac{F \left(12 \frac{l}{c} + 6 \right)}{A \cdot u}$$

o anche

$$A c > \frac{F \left(l + \frac{c}{2} \right)}{\frac{b c^2}{12}}$$

con che riconosciamo subito nel secondo membro l'espressione (12) trovata per k_2 nel caso del palo semplicemente infisso nel terreno. Quanto ad A , l'Engels ne determinò sperimentalmente il valore ed arrivò a circa 1100 kg per m^3 , valore di cui diede ragione supponendo che fosse

$$A = 1600 \left(1 - \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{31.9}{2} \right) \right)$$

essendo, nel caso in questione, 1600 il peso della terra e 31.9 il suo angolo di attrito. $A c$ sarebbe cioè eguale, secondo l'Engels, alla pressione 1600 c che si avrebbe in un liquido di peso 1600 alla profondità c , diminuita della pressione attiva 1600 $c \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\gamma}{2} \right)$.

Ma sembra dubbioso che le esperienze dell'Engels siano applicabili al nostro scopo. L'Engels trovò, ad esempio, che un murale largo 20 cm, interrato per un metro di lunghezza e sollecitato da una forza applicata 1 metro sul livello del suolo, cominciava a muoversi quando tale forza raggiungeva i 12.5 kg. Forse i piccoli cedimenti che egli misurò con gran cura mediante un teodolite e attraverso una piccola finestra di vetro applicata al cassone di legno nel quale effettuò le sue esperienze, sono in pratica senz'altro leciti.

Così egli calcolò che i cedimenti iniziali si verificassero quando la pressione specifica nel terreno a circa 35 cm di profondità arrivava a soli 500 kg circa per m^2 , mentre la teoria e la pratica ci farebbero ritenere lecite delle pressioni notevolmente maggiori.

Anche l'espressione dianzi accennata per A ci lascia incerti, in quanto sembrerebbe doversi $A c$ considerare eguale alla differenza fra pressione passiva ed attiva e non tra pressione idrostatica e pressione attiva. Certo è che se la resistenza del terreno laterale fosse soltanto quella misurata dall'Engels, noi dovremmo infliggere i nostri pali di legno ben più di quanto ci consiglia la pratica.

Altra obiezione che ci sembra di poter fare al metodo seguito dal Froehlich è la seguente.

Nota giustamente l'autore non essere logico calcolare le fondazioni come semplicemente appoggiate e doversi dare la dovuta importanza alla resistenza del terreno laterale. Questa non sembra però ragione per cadere nell'estremo opposto e basarsi su una espressione come quella citata, che tiene conto soltanto della resistenza del terreno laterale. È bensì vero che il Froehlich, per armonizzare la pratica colla teoria, applica alla formola dell'Engels opportuni coefficienti correttivi, nei quali egli vuole comprendere l'azione del terreno sottostante, ma ciò non toglie che il sistema così seguito, anche se i risultati appaiono talora accettabili, non sembri però eccessivamente rigoroso.

d) Soluzione dovuta a W. L. Andree ⁽¹⁸⁾.

Una soluzione assai più completa delle precedenti è quella che è stata indicata da W. L. Andree tre anni or sono, tenendo conto delle reazioni del terreno, tanto sulle facce laterali che su quella inferiore del blocco.

Le notazioni e i diagrammi delle pressioni essendo come indicato nella figura 7. l'Andree considera soddisfatta la condizione $\Sigma f = 0$ ritenendo che fra la faccia inferiore del blocco e il terreno si sviluppi una resistenza d'attrito eguale e contraria alla F . Di conseguenza assume eguali in valore e contrarie le risultanti delle pressioni sulle due facce laterali. Il valore H di tali risultanti è, naturalmente, una delle incognite del problema. L'Andree suppone inoltre lineari i diagrammi delle pressioni sulle tre facce e ritiene che l'elasticità del terreno sia diversa in corrispondenza dei tre punti M , Q ed S e che pertanto per le tre facce si abbiano tre diversi valori di λ . Quanto alla condizione $\Sigma M = 0$, tale condizione si scrive

$$F(l+c) + P d_2 = P \frac{a}{2} + H \frac{2}{3} c \quad (18)$$

avendosi approssimativamente

$$3 d_1 + 3 d_2 = c \quad (19)$$

Sostituendo a d_3 il suo valore

$$d_3 = \frac{2P}{3bk_3}$$

e ricavando k_3 si ha

$$k_3 = \frac{2}{3} \frac{P}{b} \frac{1}{\frac{a}{2} - \frac{F}{P}(l+c) + \frac{H}{P} \frac{2}{3} c} \quad (20)$$

che è evidentemente una generalizzazione della formola (14) già vista per il caso del blocco semplicemente appoggiato.

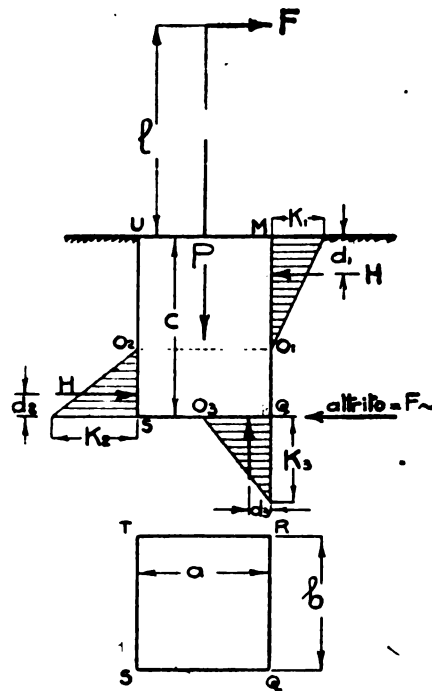


Fig. 7.

L'Andree osserva inoltre che, essendo il blocco rigido, gli spostamenti $k\lambda$ devono essere circa proporzionali alle distanze $3d$ da tre supposti rispettivi centri di rotazione O_1 , O_2 , O_3 e quindi

$$\frac{k_1 \lambda_1}{d_1} = \frac{k_2 \lambda_2}{d_2} = \frac{k_3 \lambda_3}{d_3} \quad (21) \quad (22)$$

essendo λ_1 , λ_2 , λ_3 , per le tre facce le deformazioni determinate nel terreno da una pressione unitaria.

Da queste due ultime relazioni (21) (22) eliminando d_1 , d_2 , d_3 , coll'aiuto delle

$$d_1 = \frac{2H}{3bk_1} \quad d_2 = \frac{2H}{3bk_2} \quad d_3 = \frac{2P}{3bk_3}$$

si ricavano le seguenti

$$k_1 \sqrt{\frac{\lambda_1}{H}} = k_2 \sqrt{\frac{\lambda_2}{H}} = k_3 \sqrt{\frac{\lambda_3}{P}} \quad (23) \quad (24)$$

ed eliminando k_1 , k_2 , coll'aiuto della (19) si ottiene

$$k_3 = \frac{2}{bc} \sqrt{PH} \frac{\sqrt{\lambda_1} + \sqrt{\lambda_2}}{\sqrt{\lambda_3}} \quad (25)$$

La (20) e la (25) sono due relazioni contenenti entrambe come incognite k_3 e H . Per un determinato blocco del quale si voglia verificare il comportamento, l'Andree consiglia di determinare H per tentativi; trovato H si ha subito k_3 , indi dalle (23) e (24) si hanno k_1 e k_2 . Quanto alle λ delle quali, come si vede, non entrano in gioco nella (25) i valori assoluti, ma soltanto i rapporti, l'Andree osserva che per la vicinanza delle zone del terreno ove si esercitano le pressioni k_2 e k_3 si può supporre $\lambda_2 = \lambda_3$, mentre per λ_1 , che si riferisce alla superficie del terreno, egli consiglia di prendere un valore tale che sia $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_3} = 3$. Ad ogni modo sui risultati del calcolo il valore di λ_1 non ha grande influenza.

L'Andree illustra il suo metodo collo studio di un blocco di fondazione parallelepipedo, avente $a = b = m \ 1.80$, $c = m \ 2.40$. Supponendo applicata al sostegno una forza F di 700 kg, agente ad una altezza l di m 17.60 sopra il suolo, con un momento dunque $F(l+c) = 14\ 000 \text{ kgm}$. Pone $P = 18\ 000 \text{ kg}$ e supposto $\lambda_1 = 3$, $\lambda_2 = 1$, $\lambda_3 = 1$, trova:

$$k_1 = 3600 \quad k_2 = 6300 \quad H = 4950 \quad k_3 = 11\ 900. \quad (26)$$

(16) le forze sono espresse in kg; le pressioni in kg per m^2 .

(16) H. FROELICH, op. cit.

(17) H. ENGELS: Zur Berechnung der Bohlwerke. Zentralblatt der Bauverwaltung. - Berlino, Ernst, 1903, p. 273 e p. 649.

(18) W. L. ANDRÉE, art. cit.

In questo caso, se non si fosse tenuto conto della resistenza del terreno laterale, sarebbe k_3 risultata eguale a 54 600 anziché a 11 900. Se invece si suppone $\lambda_1 = 6$; $\lambda_2 = 1$; $\lambda_3 = 1$ si ha

$$k_1 = 2700 \quad k_2 = 6600 \quad H = 4100 \quad k_3 = 13700.$$

Se addirittura si arriva a supporre $\lambda_1 = 100$; $\lambda_2 = 1$; $\lambda_3 = 1$ si ha:

$$k_1 = 750 \quad k_2 = 7500 \quad H = 1480 \quad k_3 = 26200.$$

Se poi la forza esterna F si suppone di 2000 kg anziché di 700, si ha, nella ipotesi $\lambda_1 = 3$; $\lambda_2 = 1$; $\lambda_3 = 1$:

$$k_1 = 13400 \quad k_2 = 23000 \quad H = 18100 \quad k_3 = 23000.$$

Però, come si vede già anche da questo esempio, sembrerebbe più opportuno supporre che le pressioni sui lati del blocco seguissero una legge parabolica, anziché la legge lineare assunta dall'Andrée. Infatti colla legge parabolica il valore di k_1 alla superficie del suolo risulta nullo, mentre è invece dubbio che si possa salire per k_1 a dei valori di 3600 kg e tanto meno di 13 400 kg come avviene nell'esempio citato. È anche da osservare che il valore di k_2 andrebbe verificato in base agli insegnamenti della teoria sulla spinta delle terre, poichè se è lecito arrivare a 23 000 kg per k_3 , si rimane alquanto perplessi se potrà essere altrettanto lecito arrivare a 23 000 kg con k_2 .

e) Perciò il metodo Andrée si può forse con vantaggio modificare come qui appresso indichiamo, considerando sulle due facce laterali del blocco un diagramma delle pressioni parabolico, e limitando il valore di k_2 secondo gli insegnamenti della teoria della spinta delle terre. Se si ritiene, come si è fatto anche dianzi, che alla F faccia equilibrio nell'equazione delle forze l'attrito fra la faccia inferiore e il terreno, le aree dei due segmenti di parabola saranno eguali fra loro ed eguali a

$$H = \frac{2}{3} b k_1 c_0 = \frac{4}{27} b k_2 c \quad (26)$$

Assimilando il segmento di parabola, che nella figura 8 è sulla sinistra del blocco, a un triangolo, il punto di applicazione della ri-

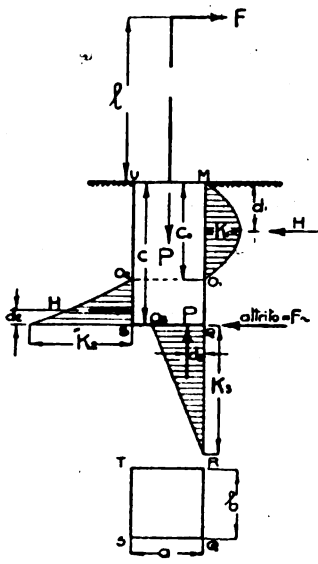


Fig. 8.

spectiva H potrà considerarsi distante $\frac{2}{9} c$ da O_2 , e quindi la distanza delle due forze H sarà $\frac{5}{9} c$.

L'equazione dei momenti pertanto si scriverà:

$$F(l+c) + \frac{2}{3} \frac{P^2}{b k_2} = P \frac{a}{2} + H \frac{5}{9} c \quad (27)$$

Per considerazioni analoghe a quelle svolte dall'Andrée dovrà essere, se si ritiene $\lambda_2 = \lambda_3$,

$$\frac{k_2}{k_3} = \sqrt{\frac{H}{P}} \quad (28)$$

e quindi:

$$\frac{1}{k_2} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{b c}{3 k_2 P}}$$

Sostituendo nell'equazione scritta dianzi a k_3 e ad H i rispettivi valori in funzione di k_2 si ottiene

$$F(l+c) + \frac{4}{9 \sqrt{3}} P^2 \sqrt{\frac{c}{b k_2 P}} = P \frac{a}{2} + \frac{20}{243} b k_2 c^2 \quad (29)$$

dalla quale per un determinato blocco e per un determinato momento, ossia noti a , b , c , P e F ($l+c$), si può con qualche tentativo ricavare k_2 .

Però può essere interessante e pratico vedere viceversa quali dimensioni si ottengano in corrispondenza di determinati valori del momento $M = F(l+c)$ e in corrispondenza di determinati valori di k_2 .

Per ciò fare possiamo porre, con una certa approssimazione, $P = a b c \delta_0$, prendendo per δ_0 , anziché il peso del calcestruzzo, un peso leggermente superiore, per es., 2200 in luogo di 2000 kg. Sostituendo si ha

$$M + \frac{4}{9 \sqrt{3}} \sqrt{\frac{a^3 b^2 c^3 \delta_0^3}{k_2}} = \frac{a^2 b c \delta_0}{2} + \frac{20}{243} b k_2 c^2$$

Per fondazioni a sezione quadrata, si potrà porre anche $a = b$ e se si fa $\sqrt{a} = x$, si ricava facilmente l'equazione

$$x^6 \frac{c \delta_0}{2} - x^2 \frac{4}{9} \sqrt{\frac{\delta_0^3}{3 k_2}} c^2 + x^2 \frac{20}{243} k_2 c^2 = M$$

Da questa equazione, con una risoluzione per tentativi, relativamente facile, abbiamo ricavato le seguenti due tabelline di valori che ci sembra interessante riportare. È da notare che per k_2 è stato posto, in armonia a quanto è detto nella II parte dell'appendice, il valore $3 \delta_0 c$ e quindi per $c = 2$ metri è stato posto $k_2 = 9600$ kg per m^2 e per $c = 2,5$ metri è stato posto $k_2 = 12000$ kg per m^2 .

I. - Fondazioni profonde 2 m ($c = 2$) e per momenti M da 10 a 50 mila kgm.

M	a	V	P	H	k_2	k_3
10 000	1.56	4.9	10 700	4430	9600	15 050
20 000	2.10	8.8	19 400	5970	9600	17 300
30 000	2.44	11.9	26 200	6930	9600	18 600
40 000	2.72	14.8	32 600	7740	9600	19 700
50 000	2.96	17.5	38 500	8420	9600	20 500

II. - Fondazioni profonde 2.5 m ($c = 2.5$) e per momenti M da 10 a 50 mila kgm.

M	a	V	P	H	k_2	k_3
10 000	1.22	3.7	8180	5420	12 000	14 750
20 000	1.75	7.7	16 850	7770	12 000	17 700
30 000	2.13	11.3	25 000	9450	12 000	19 500
40 000	2.40	14.4	31 700	10 650	12 000	20 800
50 000	2.63	17.3	38 000	11 670	12 000	21 700

I momenti (riferiti alla base del blocco) sono in chilogrammetri, le dimensioni a e c del blocco in metri, il volume V in metri cubi, il peso P e le forze H in chilogrammi, le pressioni k_2 e k_3 in chilogrammi per metro quadrato.

Si vede che i valori di k_3 risultano dipendenti da quelli di k_2 , che si sono fissati come testè detto.

f) Possiamo applicare l'espressione (29) alla verifica delle fondazioni dei due sostegni della Società Adamello e del Comune di Milano dei quali abbiamo già studiate le condizioni di lavoro a pag. 736 dell'Elettrotecnica 1922.

I. - La fondazione del palo della condotta Cedegolo-Cologno della Società Adamello ha le seguenti dimensioni: $a = b = 1.80$ m; $c = 2.40$ m. Il volume è dunque di circa 7.8 m³. Il momento alla base del palo, già altra volta determinato, è di 22 000 kgm e alla base del blocco risulta di 25 000 kgm. Poniamo P (peso di blocco e palo con fili e accessori) eguale a 18 000 kg e ricaviamo k_2 dall'equazione (29) che diventa

$$25000 + \frac{720000}{\sqrt{k_2}} = 16200 + k_2 0.85$$

Si ottiene

$$k_2 = 17000; \quad H = 10800; \quad k_3 = 22000.$$

II. - La fondazione del palo della condotta Grossotto-Milano del Comune di Milano ha le seguenti dimensioni: $a = 2.30$ m; $b = 1.70$ m; $c = 2.50$ m. Il volume è dunque di circa 9.8 m³. Il momento alla base del palo, già altra volta determinato, è di 31 000 kgm e alla base del blocco risulta di circa 35 000 kgm. Poniamo P (peso di blocco e palo con fili e accessori) eguale a 22 500 kg, e ricaviamo k_2 dall'equazione (29) che diventa

$$35000 + \frac{1.1 \times 10^6}{\sqrt{k_2}} = 25900 + k_2 0.875$$

Si ottiene

$$k_2 = 19500; \quad H = 12300; \quad k_3 = 26000.$$

Osservazione. In entrambi questi esempi il valore di k_2 risulta alquanto superiore a quelli che sarebbero consentiti dall'espressione $3 \delta_0 c$. Bisognerebbe cioè arrivare con k_2 a circa $4.5 \delta_0 c$, il che d'altronde sarebbe ancora in accordo colla teoria purchè si considerasse o un angolo di riposo della terra $> 33^\circ$, oppure si tenesse qualche conto dell'attrito fra terra e blocco. Ad ogni modo è interessante rilevare che sia in un caso che nell'altro, ove non si tenesse alcun

conto della resistenza del terreno laterale, le fondazioni risulterebbero addirittura instabili.

g) Può essere interessante, per ultimo, rendersi conto del vantaggio che le fondazioni a gradini possono presentare per rispetto a quelle a blocco parallelepipedo. Per lo studio delle fondazioni a gradini può applicarsi in complesso e con sufficiente approssimazione quanto si è detto al paragrafo e), però occorre tenere distinte le dimensioni a_2 , b_2 della platea da quelle a_1 , b_1 del parallelepipedo sovrastante.

L'espressione (29) può dunque scriversi:

$$F(l+c) + \frac{4}{9\sqrt{3}} \frac{P^2}{b_1} \sqrt{\frac{b_1 c}{k_1 P}} = \frac{P a_2}{2} + \frac{20}{243} b_1 k_2 c^2 \quad (30)$$

Consideriamo ora le due fondazioni indicate nella fig. 9 e aventi rispettivamente volumi di m^3 7.6 e 11.2. Con questi volumi abbiamo

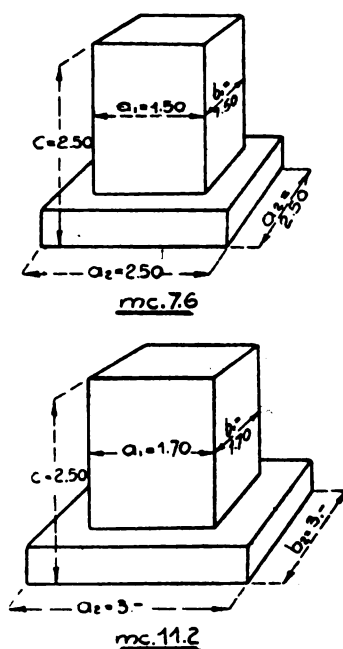


Fig. 9.

visto d'anzi che si raggiungono con fondazioni parallelepipedo a sezione quadrata dei momenti resistenti di 20 000 e 30 000 kgm, essendo in entrambi i casi $k_2 = 12 000$ ed essendo k_1 rispettivamente eguale a 17 700 e 19 500.

La relazione (30) ci permette di determinare il valore di $F(l+c)$ per le due fondazioni a gradini, mantenendo fermo per k_2 il valore 12 000. Si ottengono rispettivamente dei momenti resistenti di 26 400 e di 42 000 kgm; ossia, a pari volume e a pari valore della reazione k_2 , si ottiene nei due esempi considerati di aumentare il momento resistente dal 30 al 40 %.

h) Nel considerare i vari calcoli di blocchi di fondazione svolti nel corso di questa memoria sarà bene tener presente:

1) che i volumi delle varie fondazioni sono stati calcolati per caso di blocchi massicci. Si è già notato altrove che con fondazioni vuote, a cassone, opportunamente riempite di terra, è possibile realizzare una certa economia;

2) che un discreto risparmio è concesso anche dalle fondazioni a gradini, per rispetto ai blocchi parallelepipedo senza platea. Per contro dagli esempi dell'appendice, par. e), il risparmio realizzabile con un aumento di profondità del blocco da m 2.00 a m 2.50 risulta piccolo e anche se, forse, aumentabile colla scelta di altri valori di k appare però inferiore a quanto è stato previsto da altri autori (per es. dal Froehlich);

3) che i valori di k presi a base negli esempi sembrano tali da garantire un più che bastevole margine di sicurezza anche in terreni ordinari. In terreni sodi e compatti dovrebbe essere lecito, anche in relazione a quanto si è visto nel caso delle fondazioni delle condutture della Società Adamello e del Comune di Milano, salire a pressioni specifiche maggiori;

4) che in tutti i nostri calcoli si è trascurato l'attrito fra il terreno e le pareti del blocco parallelo alla forza F , che tende a produrre il rovesciamento, attrito che, naturalmente, contribuisce esso pure ad aumentare la stabilità.

II.

Per il calcolo di stabilità delle fondazioni hanno importanza alcuni dati numerici che, sebbene generalmente noti, riteniamo utile ricordare brevemente.

a) *Pesi delle terre e del calcestruzzo.* — Il peso delle terre varia assai sensibilmente a seconda della loro natura, argillosa o sabbiosa;

della loro composizione (materiali più o meno minuti); del loro grado di compattezza e del loro grado di umidità: così si va da 1.4 a 2 tonnellate per m^3 e anche a pesi maggiori. I pesi minori competono ai terreni secchi e sabbiosi, i pesi medi alle argille mediamente asciutte e i pesi maggiori ai terreni compatti e bagnati.

✓ Nel calcolo di stabilità delle fondazioni è bene basarsi su valori non troppo alti, per es., 1.6 tonnellate per m^3 , che è la cifra consigliata sia nelle norme tedesche che in quelle austriache.

Per il calcestruzzo le stesse norme tedesche e austriache fissano prudenzialmente 2 tonnellate per m^3 , per quanto il peso dell'ordinario calcestruzzo sia anche maggiore.

b) *Angoli di attrito.* — Anche l'angolo di attrito, come tutti sanno, è molto variabile colla qualità delle terre e col loro grado di umidità; il manuale Colombo indica per es., un valore di 25° per sabbie sciolte o argille inzuppate, di 33° per terra di consistenza ordinaria, di 45° per terreno ghiaioso.

c) *Resistenza dei terreni alla compressione.* — Quasi tutti i manuali contengono dati circa le pressioni sino alle quali si possono caricare i terreni. In generale i valori ammessi sono superiori ai 10 kg per cm^2 per rocce buone, da 5 a 10 per rocce di media durezza, da 3 a 5 per terreni compatti e bene asciutti, da 2 a 3 per terreni di consistenza ordinaria e sufficientemente asciutti, da 1 a 2 per sabbie, ghiaia, argilla o marna bagnata o poco compatta, e inferiore a 1 kg per terreni molli e paludosi, i quali in genere richiedono, per la costruzione delle fondazioni, speciali provvidenze.

Quantunque si sia in una materia varia ed incerta, tuttavia è lecito ritenere che nel valore di 2 a 3 kg, in base al quale ad es., anche il manuale Colombo consiglia di calcolare l'estensione delle fondazioni su buon terreno, sia già implicito un coefficiente di sicurezza di quell'ordine di grandezza che per lo più si adotta nelle ordinarie costruzioni civili.

Quanto alle fondazioni dei pali le norme tedesche ed austriache, prima ancora che in esse venisse accolto il metodo del Froehlich, consigliavano appunto di calcolare le fondazioni in guisa da non superare col valore della reazione imposta al terreno la cifra di 2.5 kg per cm^2 .

d) Ciò che si è detto vale per le sollecitazioni dall'alto al basso, quali ad es., sono imposte al terreno sottostante alle fondazioni. Sul valore della resistenza influisce naturalmente la profondità, ma in questo caso l'aumento della resistenza col crescere della profondità si può forse trascurare.

Non si può invece prescindere dall'influenza della profondità per ciò che concerne la resistenza del terreno laterale. Tale resistenza del terreno laterale andrebbe quindi valutata, secondo gli insegnamenti della teoria della spinta delle terre, considerando in ogni punto come valore limite della reazione che può essere offerta dal terreno la differenza fra i valori della pressione passiva e di quella attiva.

Questa questione ha formato oggetto di tanti studi e ricerche che non può essere qui accennata che di sfuggita. È noto che la pressione per unità di superficie, secondo la teoria del Coulomb e trascurando l'attrito fra blocco e terreno, ha i seguenti valori:

$$\text{pressione passiva} = \delta_1 c \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\gamma}{2} \right);$$

$$\text{» attiva} = \delta_1 c \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\gamma}{2} \right),$$

essendo al solito δ_1 il peso del terreno, c la profondità, γ l'angolo d'attrito. Le spinte risultano rispettivamente, per unità di larghezza del blocco ($b = 1$)

$$\text{spinta passiva} = \frac{1}{2} \delta_1 c^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\gamma}{2} \right);$$

$$\text{» attiva} = \frac{1}{2} \delta_1 c^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\gamma}{2} \right).$$

La differenza fra le pressioni specifiche risulterebbe dunque per $\delta_1 = 1600 \text{ kg/m}^3$ e $\gamma = 33^\circ$ in ragione di circa 0.5 kg per cm^2 a 1 metro di profondità, di 1 a 2 m, di 1.25 a 2.5 m.

Tenendo conto dell'attrito fra blocco e terreno si potranno ammettere anche valori maggiori che però sarà bene vagliare di volta in volta.

e) *Resistenza allo strappamento del ferro dal conglomerato.* — Interessa per la verifica delle lunghezze di montante da incastrare nei blocchi di fondazione. Anche qui si tratta di valori piuttosto incerti. Basandosi su 5 o 6 kg per cm^2 si dovrebbe però in genere raggiungere una sufficiente sicurezza.

ARCHIVIO TECNICO ITALIANO

Sezione del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
4, Piazza Cavour - MILANO - Piazza Cavour, 4

Ufficio di Documentazione Bibliografica Tecnica

Le prestazioni dell'Archivio, per quanto riguarda le comunicazioni degli estratti bibliografici dello Schedario, sono gratuite per i Soci del C. N. S. T. Per i non Soci L. 0,50 per ogni copia di Scheda. Minimo L. 10 per ogni richiesta.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

NUOVO TIPO DI ISOLATORE PER LINEE AD ALTA TENSIONE

Ing. LUIGI PEROTTO



:: :: Osservazioni presentate durante la discussione :: ::
:: :: del 16 marzo 1923 alla Sezione di Milano :: ::

Il trasporto dell'energia elettrica si è potuto effettuare alle tensioni di 25 000, 45 000, 60 000, 90 000 volt, sino a tanto che si trattava di distanze relativamente piccole, e per potenze non troppo grandi; ma oggi che il miglioramento economico di tutti i paesi è intimamente legato al maggiore sviluppo della produzione e distribuzione dell'energia idro-elettrica, la capacità delle linee diverrà tale, che le tensioni sopra accennate, saranno insufficienti, sia dal punto di vista tecnico che da quello economico.

La costruzione di linee ad altissimo potenziale, 120 000 150 000 ed anche 220 000 volt, si rende dunque necessaria.

Ma l'impiego di tensioni così elevate, non potrà farsi con tutta quella sicurezza necessaria, che quando sarà conosciuto un isolatore veramente in rapporto a potenziali così elevati.

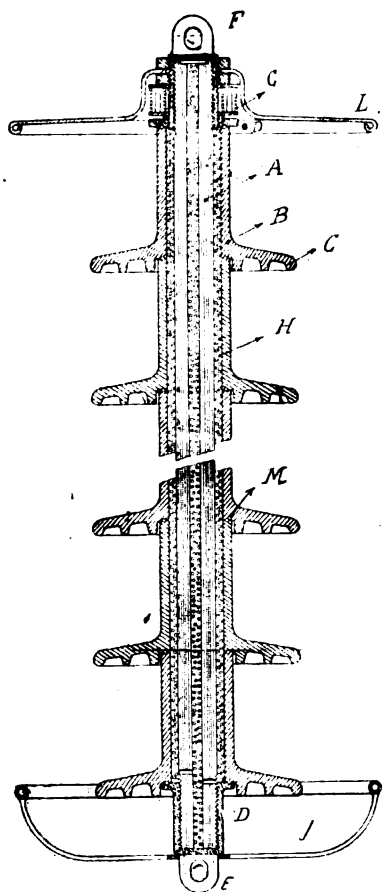


Fig. 1. — Sezione dell'isolatore
Brevetto Bergeon, Dusangey, Perotto.

Si sa infatti che l'isolatore a catena, attualmente impiegato nei grandi trasporti, dà luogo a molti inconvenienti, ed è ben lungi dal soddisfare a tutte quelle garanzie volute dalla tecnica, per il regolare funzionamento delle linee elettriche.

La ineguale ripartizione del potenziale fra i successivi elementi che compongono la catena, riduce notevolmente l'efficienza dell'isolatore a sospensione multipla, ed è una delle principali cause del cattivo comportamento di questo tipo di isolatore. Il così detto fenomeno di «invecchiamento» della porcellana è pure molto accentuato negli isolatori a catena, e, pare sia da attribuirsi alla costituzione eterogenea, con materiale di varia natura (isolante solido, metalli, cementi) uniti in modo da contrastare fra di loro nelle rispettive variazioni di volume, dovute ad effetti termici, igroscopici ed a modificazioni chimiche.

L'ingegnere americano Peck, scriveva in un articolo sulla R.E.G. del 9 Aprile 1921 «È generalmente dopo un periodo di 3 a 5 anni che gli isolatori a catena anche minuziosamente selezionati, cominciano a presentare segni di deterioramento».

L'ingegnere Vedovelli, scriveva nella rivista della Société des Ingénieurs Civils dell'ottobre e dicembre 1920 «La deficienza degli isolatori per le linee ad alta tensione costituisce un male al quale, purtroppo bisogna rassegnarsi ed al quale gli americani rimediano in parte facendo tutte le loro installazioni in doppio».

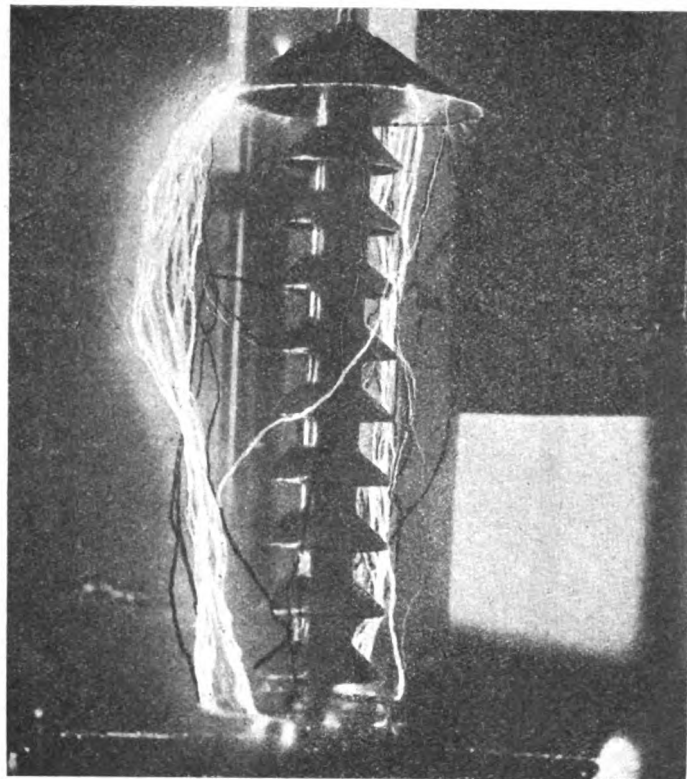


Fig. 2. — Isolatore provato al laboratorio Pirelli
Arco esterno alla tensione di 520.000 volt.

Il numero degli isolatori che vengono sostituiti per guasti, perforazioni, invecchiamenti, ecc., corrisponde circa, in un periodo di cinque anni, al totale cambiamento degli isolatori della linea».

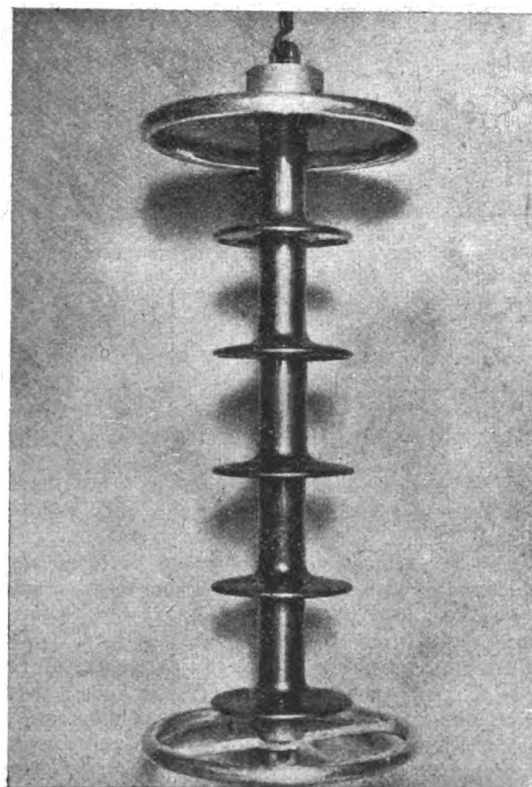


Fig. 3. — Isolatore B. D. P. 120.000 volt.

Non possiamo in Italia, nel periodo di crisi economica nella quale viviamo, accettare una tale soluzione, ed è certo che una industria così vitale ha bisogno di maggiori garanzie.

Gli isolatori per le linee ad alta tensione dovrebbero soddisfare alle condizioni seguenti:

inserita direttamente nell'antenna. Il microfono m agisce sul circuito di controllo per l'intermediario di un amplificatore V . Nel circuito di controllo agisce anche una corrente continua, fornita dal circuito h , per far funzionare il sistema nel tratto rettilineo della caratteristica di regolazione. Quest'ultima è indicata dalla fig. 2 in cui le ascisse misurano la corrente nel circuito di controllo e le ordinate la corrente oscillatoria di antenna.

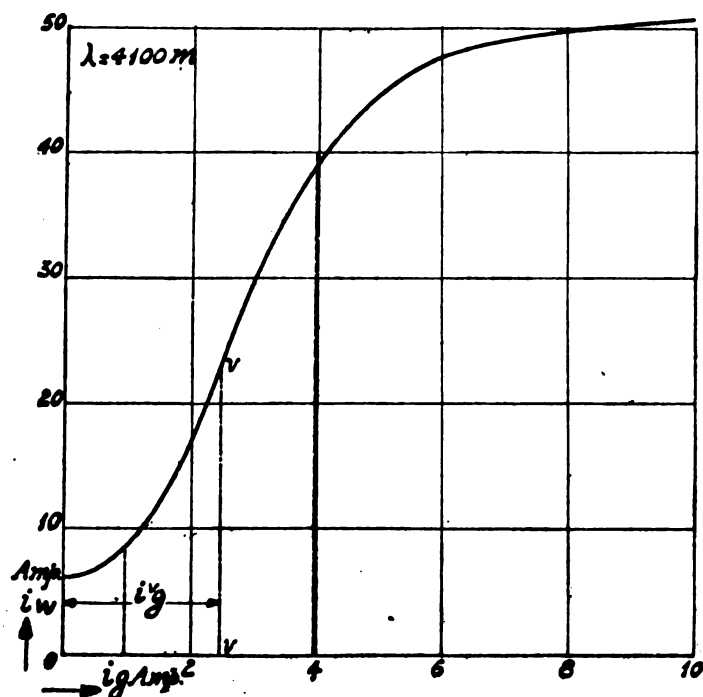


Fig. 2.

La reattanza regolabile può essere usata anziché in serie, come nella fig. 1, anche in derivazione sul generatore di oscillazioni, come fa appunto l'Alexanderson col suo amplificatore magnetico ⁽³⁾. L'A. ritiene che il dispositivo descritto presenti tali vantaggi intrinseci da esser destinato a trovare sempre più largo uso nella tecnica delle alte frequenze.

* *

CONDUTTURE.

COLLIS H. HOLLADAY — Un metodo grafico per il calcolo esatto di linee di trasmissione. (Journ. of the A. I. E. E., novembre 1922, pag. 807).

Le due equazioni fondamentali di una linea di trasmissione che danno una soluzione esatta del problema sono:

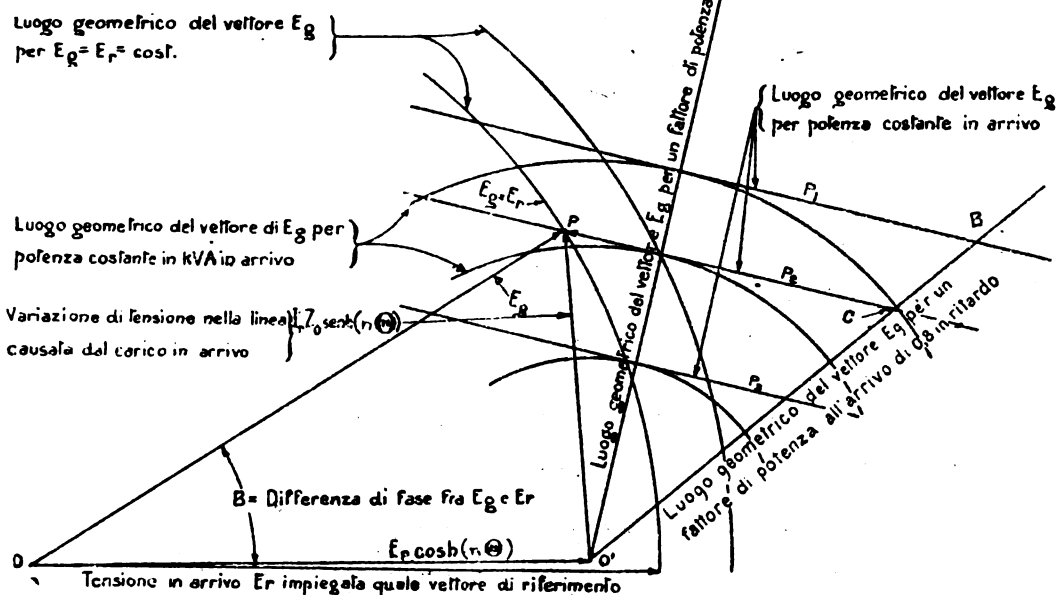


Fig. 1.

$$E_g = E_r \cosh(n\theta) + I_r Z_0 \sinh(n\theta) \quad (1)$$

$$I_g = I_r \cosh(n\theta) + \frac{E_r}{Z_0} \sinh(n\theta) \quad (2)$$

nelle quali:

E_g = tensione in partenza, I_g = corrente in partenza;
 E_r = tensione in arrivo, I_r = corrente in arrivo;
 Z_0 = impedenza d'onda della linea;
 $n\theta$ = angolo iperbolico della linea (quantità complessa).

Tutte le singole grandezze che formano le due equazioni sono quantità vettoriali: così pure le funzioni iperboliche quali quantità complesse. I valori di Z_0 e $n\theta$ sono dati dalle relazioni:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{r + jL\omega}{g + jC\omega}}$$

$$\theta = \sqrt{(r + jL\omega)(g + jC\omega)}$$

in cui:

$\omega = 2\pi f$ (f = frequenza della corrente in periodi al 1'');
 n = lunghezza della linea in km.
 r = resistenza della linea in ohm/km;
 L = induttanza della linea in henry/km;
 g = conduttanza della linea in mho/km;
 C = capacità della linea in farad/km;
 $j = \sqrt{-1}$

La fig. 1 mostra la costruzione grafica del diagramma delle tensioni dato dall'equazione (1). In quest'ultima il primo membro $E_r \cosh(n\theta)$ rappresenta la tensione in partenza a vuoto, mentre il secondo $I_r Z_0 \sinh(n\theta)$ rappresenta la caduta di tensione che ha luogo nella linea per una corrente in arrivo del valore I_r . La differenza fra E_r e $E_r \cosh(n\theta)$ dà il valore dell'aumento di tensione a vuoto (effetto Ferranti).

La costruzione della fig. 1 si fa nel modo seguente. Presa il vettore E_r come vettore di riferimento partente dall'origine O , si traccia il vettore $OO' = E_r \cosh(n\theta)$ e quindi $O'P = I_r Z_0 \sinh(n\theta)$.

La grandezza e la direzione di questi due ultimi vettori è data dall'equazione (1).

Il vettore OP darà quindi la tensione in partenza E_g e la sua posizione rispetto a E_r .

La direzione di $O'P$ dipende dal fattore di potenza all'arrivo della linea: per un fattore di potenza eguale all'unità il luogo geometrico del punto P è dato dalla retta $O'A$, per un fattore di potenza di 0,8 in ritardo detto luogo geometrico sarà dato dalla retta $O'B$. Con un carico costante in kW il punto P descriverà delle rette perpendicolari a $O'A$ col variare del fattore di potenza all'arrivo.

(3) Loc. cit. nota 1.

Se il valore in kVA del carico all'arrivo costante, P descriverà degli archi di cerchio col centro in O' , mentre gli archi di cerchio con centro in O saranno i luoghi geometrici della tensione in partenza mantenuta ad un valore costante.

La figura 2 rappresenta la costruzione grafica del diagramma delle correnti dato dall'equazione (2). Il secondo termine della stessa

$\frac{E_r}{Z_0} \sinh(n\theta)$ non rappresenta altro che la corrente di carica della linea a vuoto, mentre il primo termine dà la corrente da aggiungersi a quella di carica per un dato valore I_r della corrente in arrivo per ottenere quella in partenza. La componente $I_r \cosh(n\theta)$ è quasi in fase con la corrente I_r , mentre l'altra è spostata di circa 90° in anticipo rispetto ad E_r . Per costruire il diagramma delle correnti,

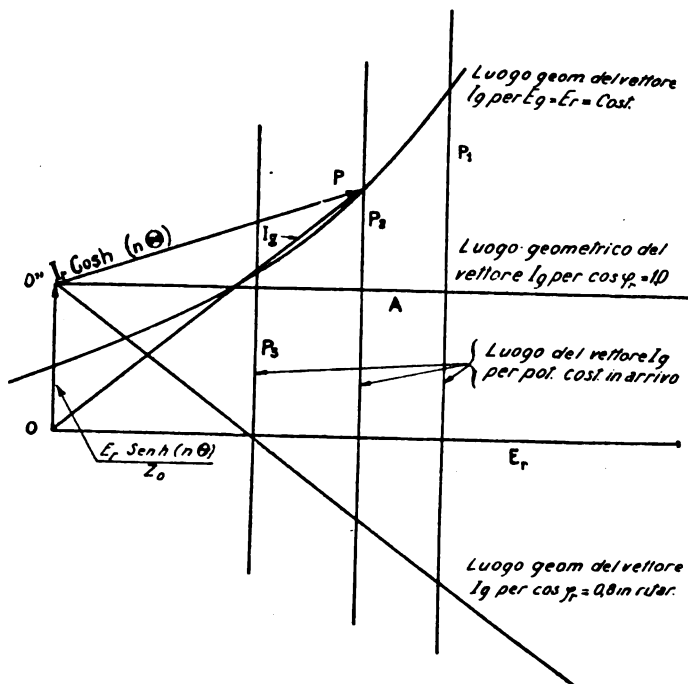


Fig. 2.

prendendo anche qui E_r come vettore di riferimento, partendo dall'origine O , si traccia il vettore $OO' = \frac{E_r}{Z_0} \sinh(n\theta)$ e quindi $O'P = I_r \cosh(n\theta)$. Il vettore OP darà la grandezza e la direzione di I_g . Per un carico all'arrivo con $\cos \varphi$ eguale all'unità il punto P si muoverà sulla retta $O'A$, mentre per un carico costante a $\cos \varphi$ variabile esso si muoverà su rette perpendicolari a $O'A$. Analogamente il luogo geometrico del punto P per un carico costante in kVA sarà dato da un arco di cerchio tracciato attorno al centro O' .

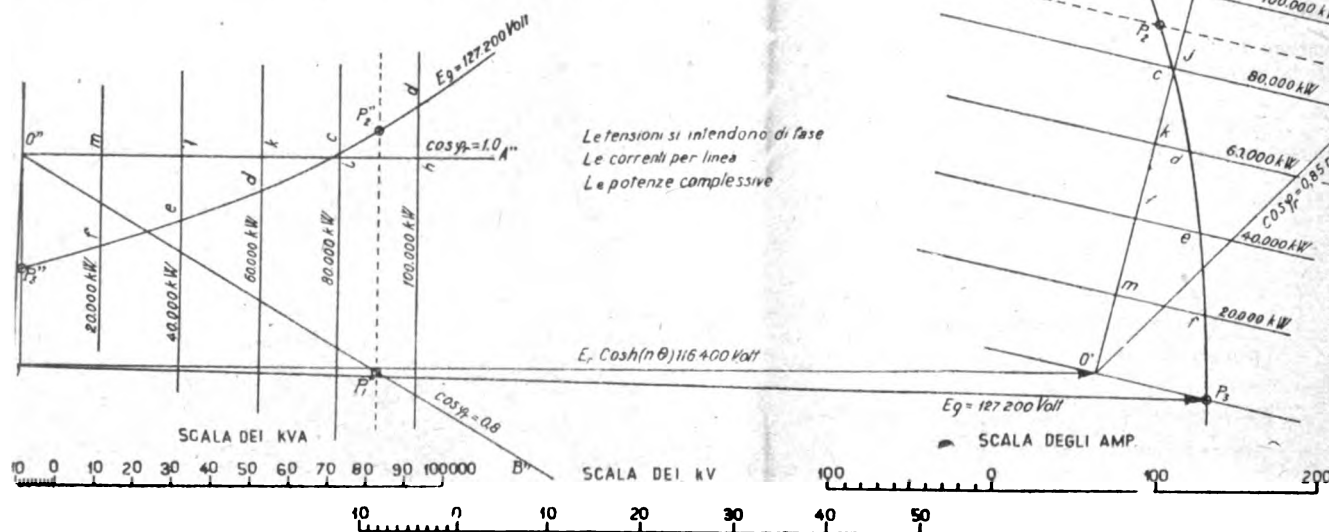


Fig. 3.

Se, p. es., il carico all'arrivo della linea ha un fattore di potenza di 0.8 il luogo geometrico del vertice P del vettore E_p (fig. 1) sarà dato dalla retta $O'B$ che forma colla $O'A$ l'angolo $A'O'B$ il cui coseno è eguale a 0.8. In tal caso la caduta di tensione nella linea assumerà dei valori rilevanti. Per evitare una variazione eccessiva della tensione in arrivo si dovranno usare dei condensatori sincroni, i quali forniranno la corrente reattiva necessaria per mantenere costante questa tensione. In tal caso il punto P si muoverà sulla curva per tensione costante. Nella fig. 1 il vettore CP rappresenta la caduta di tensione causata dalla corrente reattiva in ritardo. Regolando l'eccitazione dei condensatori sincroni il vertice P di E_p si muoverà sulla retta P_2 .

Confrontando i due diagrammi fra di loro, si rileva che ogni punto P in ambedue i diagrammi si riferisce a una data potenza a un de-

terminato fattore di potenza prelevata dalla linea al punto d'arrivo.

A un dato punto nel diagramma delle tensioni corrisponde dunque un determinato punto in quello delle correnti.

Costruendo i due diagrammi uno vicino all'altro con un centro d'origine O comune ad ambedue, e scegliendo le scale delle correnti in modo che $I_r Z_0 \sinh(n\theta) = I_r \cosh(n\theta)$, si potranno trasportare per mezzo di un compasso dei punti dall'uno all'altro e si otterrà così un diagramma completo che permetterà di analizzare in maniera facile ed evidente il comportamento delle linee.

Per una linea trifase delle seguenti caratteristiche: Tre conduttori di alluminio ad anima di acciaio della sezione di $306/39,2 \text{ mm}^2$ e del diametro di $24,2 \text{ mm}$.

Disposizione dei conduttori: orizzontale con una distanza di 5200 mm .

$n = 389 \text{ km}$, $f = 50$, $r = 0,0939 \text{ ohm/km}$, $L = 0,001315 \text{ henry/km}$; $C = 0,00887, 10^{-6} \text{ farad/km}$; $g = 0$

si calcolano i valori delle singole grandezze delle equazioni (1) e (2).

Si avrà:

$$Z_0 = 389,0 \sqrt{6^45} \text{ ohm}$$

$$n\theta = 0,420 / \sqrt{83^54}$$

$$\cosh(n\theta) = 0,915 / \sqrt{1^20} \quad \sinh(n\theta) = 0,410 / \sqrt{83^59}$$

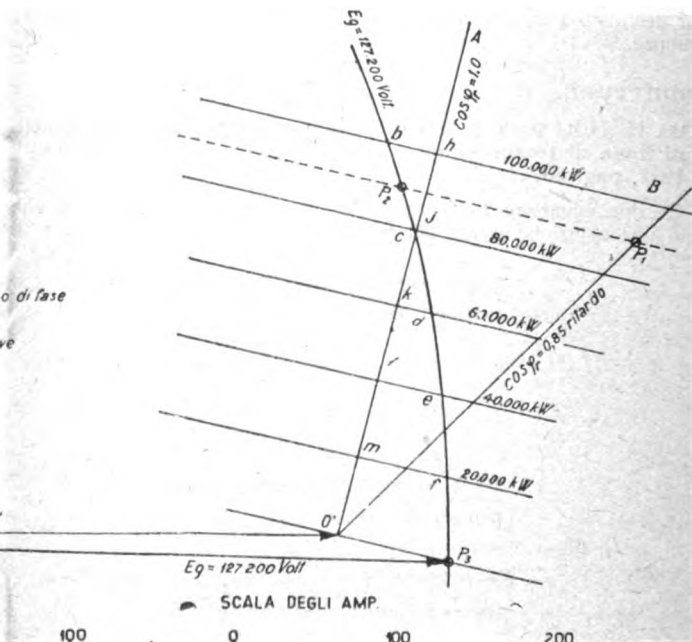
Per una tensione concatenata di $220\,000 \text{ volt}$ all'arrivo ($E_r = 127\,200 / \sqrt{0^2}$ volt)

$$E_r \cosh(n\theta) = 116\,400 / \sqrt{1^20} \text{ volt}$$

$$\frac{E_r \sinh(n\theta)}{Z_0} = 134,1 / \sqrt{90^35} \text{ amp}$$

Scelta una scala conveniente, p. es., $10\,000 \text{ volt}$ per ogni $25,4 \text{ mm}$ si traccia nella fig. 3 partendo da O il vettore di riferimento E_r , quindi $OO' = E_r \cosh(n\theta)$ spostato di 1^20 in anticipo rispetto a E_r . Per un carico all'arrivo di $100\,000 \text{ kW}$ con $\cos \varphi = 1/r$ sarà eguale a $263 / \sqrt{0^2}$ amp per fase. Calcolato $I_r Z_0 \sinh(n\theta) = 41900 / \sqrt{77^45}$ volt si traccia la retta $O'A$ che forma un angolo di 77^45 con E_r ed è il luogo geometrico dei punti P per $\cos \varphi = 1$ all'arrivo.

Misurata sulla stessa distanza di $\frac{41900}{10000} \cdot 25,4 = 106,2 \text{ mm}$ fino al punto h , si traccia in questo punto una perpendicolare a $O'A$ che sarà il luogo geometrico di P per una potenza costante di $100\,000 \text{ kW}$.



Le distanze misurate da O' sulla $O'A$ sono proporzionali alla potenza erogata all'arrivo a $\cos \varphi = 1$. La scala per i kVA sarà data dalla relazione $106,2 \text{ mm} = 100\,000 \text{ kVA}$.

Attorno a O come centro si traccia un arco di cerchio di raggio eguale alla tensione da tenersi costante in partenza per mezzo di condensatori sincroni.

Questo arco intersecherà le rette per potenza costante nei punti b, c, d, e, f . Per tracciare il diagramma delle correnti si calcola $I_r \cosh(n\theta)$ per $100\,000 \text{ kW}$ con $\cos \varphi = 1$.

$$I_r \cosh(n\theta) = 241,8 / \sqrt{1^20} \text{ Amp.}$$

La scala delle correnti deve essere scelta in modo che $I_r Z_0 \sinh(n\theta) = I_r \cosh(n\theta)$ e che quindi $241,8 \text{ Amp} = 106,2 \text{ mm}$, cioè $1 \text{ mm} = 2,278 \text{ amp}$. Dall'origine O si traccia $OO' = \frac{E_r}{Z_0} \sinh(n\theta)$

= 134,1 amp formante un angolo di $90^{\circ}35'$ con E_r e indi $O'' A''$ spostata di $1^{\circ}20'$ rispetto a E_r .

Con un compasso si riportano nel diagramma delle correnti i punti h, j, k, l, m , e rispettivamente b, c, d, e, f , da quello delle tensioni e si congiungono questi ultimi con un arco di cerchio. In tale modo il diagramma è completo.

Si tratti di esaminare in quali condizioni può essere erogata la potenza di 90 000 kW all'arrivo con $\cos \varphi = 0,85$. Tracciata la retta $O'B$ in modo che il coseno dell'angolo $A'O'B = 0,85$, si misura sulla $O'A$ una distanza corrispondente a 90 000 kW e si traccia una perpendicolare alla stessa in questo punto che taglia la $O'B$ in P_1 . La tensione in partenza necessaria per erogare 90 000 kW a $\cos \varphi = 0,85$ all'arrivo è data da $OP_1 = 150 600$ volt spostata di $13^{\circ}5'$ in anticipo a E_r .

Per mantenere la tensione in partenza eguale a quella in arrivo occorrerà disporre di condensatori sincroni per una potenza eguale a $P_1 P_2$, ossia 62 800 kVA. In tal caso il vettore della tensione in partenza sarà OP_2 e sarà spostato rispetto a E_r di $18^{\circ}6'$ in anticipo. Si riportano nel diagramma delle correnti P_1 e P_2 e si ottengono P_1'' e P_2'' . $OP_1'' = 220$ amp è la corrente in partenza nel caso in cui non si faccia uso di condensatori. Il fattore di potenza in partenza è dato dal coseno dell'angolo $P_1 OP_1'' = 12^{\circ}3'$ e quindi è di 0,977. La potenza complessiva erogata in partenza è di 97 100 kW e quindi la perdita in linea di 7100 kW. $OP_2'' = 275$ amp è la corrente in partenza per una tensione regolata con condensatori eguale a 127 200 Volt. Il fattore di potenza in questo caso è dato dal coseno dell'angolo $P_2'' OP_2$ e corrisponde a 0,945. Analogamente la potenza erogata in partenza è di 99 000 kW e quindi la perdita in linea di 9000 kW. Per mantenere costante la tensione in partenza a vuoto sarà necessario disporre di condensatori per una potenza reattiva in ritardo di $O'P_3 = 28 900$ kVA.

L'A. espone quindi le formule per calcolare il valore delle funzioni iperboliche complesse senza ricorrere all'uso delle tavole e aggiunge infine che i calcoli possono essere eseguiti anche per mezzo del noto metodo delle quantità immaginarie proposto da Steinmetz.

e. e. s.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

T. L. ECKERSLEY — Ricerche sulla resistenza degli aerei di trasmissione. (The Radio Review, Vol. III, gennaio 1922, N. 1, pag. 32).

Posto che è ormai universalmente ammesso che per migliorare il rendimento di trasmissione occorre rendere massimo, per una data potenza fornita all'antenna, il prodotto hi in metriampere — epperò minima la resistenza totale dell'antenna — l'A. si è prefisso di eliminare quanto più è possibile le perdite di radiazione nelle vicinanze del padiglione trasmettente, valendosi del noto sistema dei «contrappesi», o schermi di terra. La memoria letta davanti alla «Institution of Electrical Engineers», si riferisce specialmente ai risultati sperimentali ottenuti in un impianto della Compagnia Marconi, nel quale venne dapprima impiegato un aereo ad L invertito ed un contrappeso composto di 64 fili orizzontali e paralleli lunghi 61 metri, distanti 30 cm fra loro ed 80 cm circa dal suolo, disposto in modo tale da raccogliere tutte le linee di forza dirette dall'aereo alla terra e servire da guida conduttrice alle correnti di ritorno. Con tale dispositivo la resistenza totale risultò ridotta ad un quarto, per tutte le lunghezze d'onda, da quella naturale fino a quattro volte il suo valore; ciò che indica, secondo l'A., che l'aggiunta del contrappeso equivale — per un determinato aereo — all'impiego di un quarto della potenza necessaria per ottenere una portata prestabilita e che, a parità di potenza fornita all'antenna, l'aereo con contrappeso è equivalente a quello alla terra di altezza doppia. Fu inoltre constatato che impiegando schermi con minor numero di fili orizzontali, ma più distanziati, la resistenza totale di antenna risultava inversamente proporzionale al loro numero e che per contro, aumentando ed avvicinando i fili stessi a distanza inferiore alla loro altezza dal suolo, la resistenza non era sensibilmente influenzata dal numero dei fili.

Altre esperienze furono condotte valendosi di aereo composto di otto tubi a quattro fili fissati ad un albero centrale alto 21 m e distesi radialmente su altri otto sostegni identici posti a distanza di 60 m dal primo, con un contrappeso costituito da 88 fili disposti a raggiera e distanti m 1,35 dal suolo. L'analisi delle numerose curve di resistenza tracciate mostrò che le perdite di terra rimanevano pressochè costanti fino a che si lasciava inalterata la disposizione dei fili del contrappeso e la loro distanza dal suolo, anche se si abbassava l'aereo principale fino a metà dell'altezza geometrica primitiva.

La presenza di cuspidi nella regione delle curve di resistenza prossima alla lunghezza d'onda naturale dell'antenna rivelò un'azione nociva degli schermi di terra, in quanto, entrando essi in oscillazione con periodi prossimi alla stessa onda fondamentale, introducono nuove perdite di radiazione che dovrebbe essere funzione precipua dei contrappesi di eliminare. Perciò l'A. consiglia, in base ai risultati ottenuti, di mettere alla terra il punto di unione fra antenna e contrappeso, il che non contribuisce, peraltro, a ridurre la resistenza complessiva nelle vicinanze dell'onda naturale e può invece introdurre nuove perdite, sia per l'originarsi di oscillazioni fra terra e contrappeso, sia per il manifestarsi di correnti di ritorno alla terra. Migliore provvedimento sembra invece quello di mettere alla terra

un punto dell'induttanza di aereo, scelto in modo da non averne alcun aumento di resistenza.

Possibilmente, il contrappeso deve essere costituito con fili di eguale lunghezza; se, come succede in alcune sistemazioni, i fili esterni sono più lunghi di quelli interni o se l'aereo è stretto e posto sulla mediana dello schermo si originano oscillazioni dannose nel contrappeso, per evitare le quali si potrebbe unire in parallelo tutti gli estremi dei conduttori orizzontali, ciò che origina in taluni casi nuove perdite, a causa delle correnti circolari interne che si formano.

L'adozione dello schermo di terra nella stazione di gran potenza di Clifden ha permesso di svolgere un ottimo servizio con Glace Bay impiegando soltanto un sesto della potenza assorbita dal vecchio apparato a scintilla; ma non è del tutto provato che identici risultati si possano ottenere con aerei di piccola portata, nei quali l'adozione del contrappeso porta di conseguenza una diminuzione dell'altezza di radiazione. Secondo una teoria sviluppata dall'A. ulteriori riduzioni nelle perdite complessive si possono realizzare estendendo simultaneamente in larghezza tanto l'aereo quanto il contrappeso: le perdite dielettriche risultano notevolmente diminuite col disporre i fili dello schermo alla minima distanza od impiegando schermi di tipo radiale completi. In taluni casi potrà essere preferibile ridurre le perdite col sistema di Alexanderson, oppure con un sistema misto, a contrappeso e terre multiple tipo New Brunswick, ciò che potrebbe ritenersi conveniente dovendo agire su aerei lunghi e stretti già esistenti e non suscettibili di essere allargati.

Il Prof. Howe, nel commentare la memoria letta dall'A., esprime l'opinione che l'uso dei contrappesi isolati, preconizzato fin dai primordi della r. t., s'impone ormai definitivamente ma che convenga tenere altresì conto del dispositivo descritto da Meissner (¹), per mezzo del quale il rendimento di radiazione di Nauen si spera possa essere aumentato dal 7,5 al 50 per cento. Secondo J. E. Taylor (²) le ricerche di Eckersley devono attirare tutta l'attenzione dei tecnici, perchè l'adozione dei contrappesi isolati costituisce un passo decisivo della tecnica r. t. e promette risultati decisamente fecondi.

G. Mf.

*

C. JULIEN e C. CALVEL — Studio economico comparativo dei diversi sistemi di trasmissione r. t. (R. G. E., 6 gennaio 1923, vol. 13, N. 1, pag. 33).

I. - *Paragone fra i rendimenti delle stazioni a nota musicale e quelli delle stazioni ad arco Poulsen.*

Nelle misure fatte alla stazione del «Campo di Marte», a Parigi, allo scopo di determinare questi rendimenti, si è considerato:

a) il rendimento elettrico, ossia il rapporto fra la potenza oscillatoria e la potenza consumata nel caso dell'emissione di una linea continua;

b) il rendimento radiotelegrafico, ossia il rapporto fra la potenza oscillatoria corrispondente a una lunga linea e la potenza media consumata durante una trasmissione radiotelegrafica normale (¹).

1) *Stazione a nota musicale.* Alternatore da 1000 p/s: manipolazione tra il secondario del trasformatore e la batteria dei condensatori

Lunghezza d'onda	= 2600 m	Lunghezza d'onda	= 3200 m
Rendimento elettrico	= 0,29	Rendimento elettrico	= 0,28
Rendimento r. t.	= 0,47	Rendimento r. t.	= 0,46

2) *Stazione ad arco Poulsen con onda di compensazione.*

Arco alimentato da un complesso generatore a 1000 v. Lunghezza d'onda = 8000 m. Rendimento elettrico = Rendimento r. t. = 0,29. L'eguaglianza dei due rendimenti è dovuta a ciò che la potenza di alimentazione e quella oscillatoria non variano quasi per nulla durante la manipolazione.

3) *Stazione ad arco Poulsen senza onda di compensazione.*

Lunghezza d'onda	 = 8000 m
Rendimento elettrico	 = 0,29
Rendimento r. t.	 = 0,45

Quest'ultimo sistema, che è tuttora quello della torre Eiffel e che molti tecnici considerano meno buono, dà, invece, secondo gli AA., rendimenti assai prossimi a quelli ottenuti con alternatore ad alta frequenza.

II. - *Rendimenti economici della trasmissione ad arco con onda di compensazione e di quella con alternatore ad alta frequenza.* (Prove eseguite presso la stazione di La Doua presso Lione).

1) *Paragone fra i rendimenti.*

La media dei valori ottenuti nel rendimento, in una serie di misure fatte per parecchi mesi, è rimasta costante per l'arco, è aumentata

(¹) *Jahrbuch Zeitschrift für drahtlose Telegraphie*, 18, pag. 322-377, novembre 1921. — *L'Elettrotecnica*, 1923, Vol. X, N. 5, pag. 100 e Bollettino R. T., Vol. II, N. 21, pag. 277.

(²) *The Electrician*, 23 dicembre 1921, pag. 793.

(³) Questa seconda definizione ha il difetto di poter dar luogo a valori di rendimento r. t. maggiori dell'unità, quando il perfezionamento dei generatori permettesse di raggiungere rendimenti elettrici molto elevati.

tata leggermente del 2 % per l'alternatore. Il rendimento elettrico è del 50 % per il primo, del 55 % per il secondo.

2) Regolarità nel funzionamento.

L'arco ha potuto assicurare un servizio quotidiano, durante un periodo di 15 mesi, sol perchè ve ne era uno di rispetto. Le interruzioni più prolungate nel servizio sono state provocate da perdite di acqua nell'interno delle camere di refrigerazione divenute ambedue, alla fine quasi inutilizzabili. Si sono avute inoltre 13 esplosioni con leggeri danni al materiale, 34 occlusioni nella tubolatura del gas, 8 avarie diverse.

L'alternatore non ha avuto nessuna interruzione dipendente dal suo funzionamento. Non ha avuto alcuna avaria, ma qualora una di queste avvenisse, produrrebbe inconvenienti certo di gran lunga maggiori di quelli pur frequenti, ma facilmente riparabili dell'arco.

Per contro l'arco ha bisogno giornalmente di una buona e accurata manutenzione in ogni sua parte e di precauzione nell'accensione. L'alternatore, in 15 mesi, ha avuto bisogno solo della normale manutenzione di una macchina elettrica in moto.

Le spese di funzionamento e di manutenzione, senza tener conto del consumo di corrente, e della mano d'opera per le riparazioni notevoli dell'arco, sono state di circa 48.800 franchi per l'arco e di 10.000 franchi per l'alternatore, per una uguale durata di funzionamento.

Si è notato, infine, che una stazione ha un rendimento massimo per una data lunghezza d'onda (m 15.200 per la stazione di La Doua), e che il cambiamento di capacità dell'antenna, quando essa è sottoposta a una violenta azione del vento, produce nell'arco un cambiamento di nota e nell'alternatore, invece, una variazione nella intensità dei segnali.

Concludendo, per una stazione del tipo di quella di La Doua, sembrano debbano preferirsi due alternatori o meglio tre, per assicurare un servizio continuo. La stazione dovrebbe avere un'antenna poco deformabile sotto l'azione del vento.

Nell'esercizio l'alternatore realizza una notevole economia, anche sull'arco senza onda di compensazione; ma non si è potuto tener conto, in questo studio delle spese d'impianto. Non è quindi possibile decidere, se, mettendo a calcolo l'ammortamento, l'alternatore conserverebbe il vantaggio economico di cui si è fatto cenno.

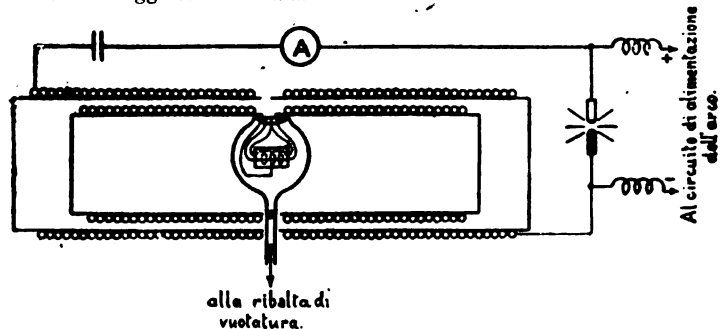
P. Si.

:: :: CRONACA :: ::

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Piccolo forno a induzione ad alta frequenza. — Presso l'Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico della R. Marina in Livorno è stato ideato e sperimentato con successo un piccolo forno a induzione ad alta frequenza per l'arroventamento degli elettrodi (placca e griglia) dei triodi durante la vuotatura.

Finora tale arroventamento era ottenuto mediante il così detto bombardamento elettronico, ossia forzando l'accensione del filamento ed applicando una forte tensione anodica così da utilizzare l'energia cinetica degli elettroni in arrivo sull'anodo. Questo procedimento che sottopone i filamenti di accensione ad un energico cimento, specialmente per l'urto degli ioni positivi residui, indebolisce notevolmente i triodi già prima che essi entrino in funzione, e ne abbrevia in modo svantaggioso la durata.

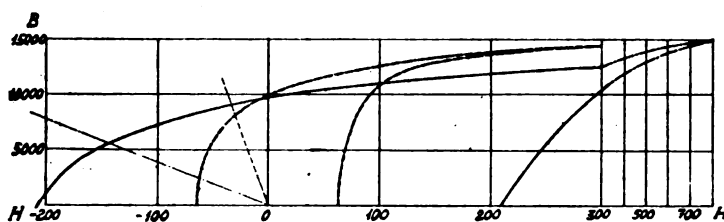


Il forno schematizzato nella figura, risultato di razionali e progressive esperienze, consiste in un circuito oscillatorio composto di una capacità dell'ordine di alcuni millesimi di μF in serie con una induttanza tubolare a doppio strato. Esso viene derivato dagli elettrodi, anodo e catodo, di un impianto ad arco Poulsen da 3 kW tipo R. Marina. L'arco viene alimentato con $18 \div 21$ A circa di corrente continua sotto la tensione di 240 V e può mettere nel circuito oscillatorio fino a 15 A. Il bulbo del triodo, o meglio i bulbi di tutti i triodi montati su una *ribalta* del banco di vuotatura, vengono a trovarsi nel mezzo del solenoide costituente l'induttanza, la quale, per comodità, può essere divisa in due parti che vengono accostate ai bulbi quando questi sono già in comunicazione con la pompa ad alto vuoto. La forma delle spirali, le loro dimensioni ed i relativi collegamenti sono fatti in modo da avere la maggiore intensità di campo nella zona ove si trovano le parti metalliche da arroventare.

Con frequenza dell'ordine di 10^5 o poco più e con dimensioni proporzionate a quelle dei triodi basta una corrente oscillatoria di circa 11 A affinché la placca e la griglia del triodo assumano già il colore rosso cupo, il quale verso i 14 A diventa un bel rosso acceso, superiore in intensità a quello che si suole ottenere col bom-
A. Me.

MAGNETOFISICA.

Un nuovo acciaio per magneti permanenti. — Secondo una comunicazione della *Physik. Techn. Reichsanstalt*, pubblicata da E. Gumlich in E. T. Z. (15 febbraio 1923 vol. 44, n. 7, pag. 47), è stato possibile produrre un nuovo acciaio per magneti, assai superiore agli acciai al cromo ed al wolframio finora usati. Come è noto l'elemento decisivo è il magnetismo residuo apparente, ossia non quello vero che si verifica nel caso di anelli chiusi su sè stessi e privi di dispersione magnetica, bensì quello che si verifica nel caso di circuiti magnetici comprendenti un interferro e soggetti quindi ad azioni smagnetizzanti. Ne segue che al fine di ottenere un magnetismo residuo apparente assai elevato e stabile occorre che sia grande non solo il magnetismo residuo vero, ma anche il campo coercitivo. Si suole infatti assumere il prodotto di queste due grandezze come indice dell'attitudine di un acciaio alla costruzione di magneti permanenti.



Numerose esperienze sono state eseguite per determinare l'influenza sia della composizione chimica sia del trattamento termico sulle proprietà degli acciai. Si è constatato, sulla scorta dell'osservazione di P. Weiss sul più alto valore di magnetizzazione di saturazione del Fe-Co in confronto col ferro puro, che l'aggiunta di cobalto insieme con una opportuna quantità di cromo permette di conservare all'incirca lo stesso magnetismo residuo vero e nello stesso tempo triplicare, in confronto agli acciai finora usati, il valore del campo coercitivo. Un esempio tipico è dato dai cicli della figura 1, in cui quello a tratto pieno è relativo a un saggio del nuovo materiale, incrudito in olio a 875°, laddove il ciclo tratteggiato si riferisce a un acciaio al cromo, incrudito in acqua a 850°. Un esempio delle percentuali aggiunte al ferro per formare un tipo del nuovo acciaio è il seguente: C 1,12 — Cr 3,4 — Mn 1,5 — Co 20,7 %.

La produzione del materiale descritto è stata intrapresa dalle acciaierie Krupp di Essen.

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, CONCORSI, ECC.

Associazione per le Acque pubbliche d'Italia. — Nell'assemblea del 1° gennaio 1923, è stata definitivamente costituita l'Associazione per le Acque pubbliche d'Italia, che a norma dello Statuto, ha per scopo:

- di favorire l'uso e il buon governo delle acque pubbliche con particolare riguardo alla migliore, più sicura e più economica utilizzazione di esse per forza motrice, per irrigazione, per la navigazione interna e per il rifornimento alle popolazioni;
- di promuovere lo studio di problemi ed argomenti di idraulica pratica interessanti l'industria, l'agricoltura e l'igiene;
- di facilitare ai Soci la conoscenza delle nostre risorse idriche e dei problemi delle acque che interessano la economia nazionale;
- di assumere ogni iniziativa vantaggiosa agli utenti d'acque pubbliche e tutelarne i legittimi interessi, purché non contrastanti con gli interessi nazionali.

La sede dell'Associazione è in Milano - Uffici provvisori in Corso Vercelli, 27. A questo indirizzo si potranno avere maggiori schiarimenti.

VARIE.

La questione dell'energia idroelettrica. — In seguito alla crisi dell'anno scorso, la Camera di Commercio di Milano ha nominato una Commissione destinata a studiare tutti i provvedimenti relativi alla disponibilità dell'energia elettrica. La Commissione ha presentato una relazione in seguito alla quale il Consiglio della Camera di Commercio ha approvato il seguente

ORDINE DEL GIORNO:

La Camera di Commercio e Industria di Milano;

in merito alle condizioni di diritto e di fatto nelle quali si trova attualmente l'industria della produzione e distribuzione di energia elettrica;

ritenuto che per il migliore e più efficiente sviluppo di tutte le industrie manifatturiere ed agricole, dei commerci e del benessere stesso delle popolazioni è condizione principalissima una larga e sempre crescente disponibilità di energia elettrica a buon mercato;

ritenuto che il costo di costruzione dei nuovi impianti elettrici è, al valore attuale dei materiali e della mano d'opera, tale che l'energia prodotta negli stessi non potrebbe essere ceduta se non a prezzi superiori a quelli attualmente praticati e che perciò le aziende produttrici difficilmente riescono a finanziare tali nuovi impianti;

ritenuto infine che una eventuale importazione di energia elettrica dall'estero potrebbe dare al mercato una maggiore disponibilità di energia a prezzi forse non molto superiori agli attuali, ma per contro non darebbe garanzia di continuità, se non integrata dalla contemporanea e proporzionale costruzione di centrali termiche di riserva e d'altra parte rallenterebbe e forse arresterebbe l'attività dei produttori italiani;

fu voti

1°) che il Governo voglia adeguare ai costi attuali la misura delle sovvenzioni già stabilite dai decreti del 2 ottobre 1919, n. 1995 e del 9 ottobre 1919, n. 2161 a favore dei nuovi impianti idroelettrici, dei serbatoi artificiali e delle condutture elettriche, facilitandone il conseguimento effettivo ed il realizzo ed esigendo garanzie che il pubblico danaro sia effettivamente impiegato per ottenere disponibilità di energia sempre crescente ed a buon mercato;

2°) che il Governo stesso faciliti il finanziamento dei nuovi impianti elettrici nazionali, sia con esenzione fiscale sui mutui, che per essi si contraggono anche in Italia, sia con altri provvedimenti che servano a dare ai capitali un affidamento di modesta, ma sicura remunerazione ed alle aziende la possibilità di produrre e vendere energia a buon mercato;

3°) che l'importazione di energia elettrica in Italia sia acconsentita solo in via eccezionale e provvisoria e purché siano chiaramente imposte tutte le cautele e riserve necessarie a garantire la continuità delle forniture e ad evitare l'arresto od il ritardo nella costruzione od ampliamento degli impianti idroelettrici nazionali che l'importazione è chiamata a provvisoriamente sostituire;

e delibera

di procedere ad una raccolta sistematica di notizie, dati e statistiche che diano fondata e tempestiva conoscenza della produzione e del consumo, nonché delle tariffe e condizioni che regolano le forniture dell'energia elettrica in Lombardia e nelle zone elettricamente con essa collegate.

✱

Il carbone di lignite. — Un'Officina sperimentale è stata impiantata a Sesto Fiorentino (Firenze) per eseguire una serie di esperienze intese all'utilizzazione dei combustibili poveri, ligniti e torbe, e all'utilizzazione degli schisti bituminosi ed estrazione di olii minerali. Il programma è integrato da un impianto completo di carbonizzazione che ha per fine di trarre dalle ligniti e dalle torbe un tipo di carbone vegetale e di coke metallurgico.

NOTE LEGALI

Servitù di elettrodotto.

« Il proprietario del fondo sul quale incombe servitù di elettrodotto, deve sopportare le spese di modificazione dell'impianto, quando l'impianto stesso in conseguenza di nuove opere o nuove costruzioni fatte dal proprietario sul fondo presenti la possibilità di pericolo a persone od a cose. Analogamente a carico del proprietario del fondo sono le spese di ripristino, quando le nuove opere eseguite sul fondo siano tali da rendere più gravoso od incomodo l'esercizio della servitù ».

Una elaborata e lucida sentenza della Corte d'Appello di Milano (4 agosto 1922) risolve in termini — secondo noi — impeccabili, una interessante questione di rapporti tra Società per distribuzione di energia elettrica, e proprietario di fondo soggetto a servitù di elettrodotto.

Il caso in esame era — riassunto in breve — il seguente.

La società Lombarda per la distribuzione di energia elettrica aveva stipulato a suo favore una servitù di passaggio della sua linea elettrica su certi fondi in comune di Maggianico, ed in conseguenza della convenzione, esercitando il proprio diritto, aveva attraversato i fondi colla propria linea.

Avvenne che, passati i fondi in proprietà di una Società industriale, questa, con nuove costruzioni, venne ad includere una parte della linea in un cortile; e per di più, sempre in prossimità della linea, ebbe a costruire un gasometro.

A costruzioni ultimate, la società proprietaria, sostenendo che, in conseguenza dell'ampliamento del proprio stabilimento, la linea elettrica costituiva non solo un grave incomodo, ma presentava anche pericolo per le cose e le persone, chiamava in giudizio la Società Lombarda, perchè fosse dichiarata tenuta a trasportare altrove la linea, o, quanto meno, ma sempre a sue spese, a provvedere alle opportune cautele per togliere il pericolo costituito dal passaggio della linea sul recinto dello stabilimento.

A sua volta la Società Lombarda chiedeva che la società pro-

prietaria fosse condannata a rimettere in pristino il fondo gravato di servitù, o quanto meno a distruggere le opere che potevano presentare l'occasione di quei pericoli lamentati dalla stessa proprietaria, o comunque rendere meno agevole alla Società Lombarda l'esercizio del proprio diritto di passaggio.

Il Tribunale di Lecco, prima, e la Corte di Appello di Milano, successivamente, respinsero le domande principali della Società proprietaria in quanto miravano ad ottenere la rimozione pura e semplice della linea: vale a dire — in sostanza, l'annullamento della servitù. Venne invece ammessa perizia per stabilire se, in dipendenza della nuova sistemazione del cortile e dello stabilimento della società proprietaria del fondo, potevano derivare pericoli alle persone od alle cose, e se erano necessarie delle opere, e quali in caso affermativo, per mantenere la servitù di elettrodotto nella sua efficienza originaria. In ogni caso però le spese degli adattamenti, dell'eventuale rimozione della linea o dell'eventuale ripristino, dovevano fare carico alla società proprietaria del fondo.

« In poche parole » — così si esprime la Corte di Milano: « il proprietario non può, per il fatto di avere ampliato il suo stabilimento con costruzioni aggiunte in prossimità della conduttura elettrica senza prima avere offerto al dominus servitutis un luogo più comodo per l'esercizio della servitù, pretendere di liberarsi dalla servitù medesima imponendo al titolare di trasferirla altrove; ma può, se siano sorti pericoli alle persone ed alle cose (a sue spese, art. 17 II. cap. regolamento 25 Ottobre 1895 chiedere, sempre però rispettando i diritti dell'utente della servitù in modo da non diminuirli o renderla disagiata, che la conduttura elettrica sia modificata o spostata secondo consigli della scienza e della pratica (art. 10 regolamento) ».

✱

Ci consta un solo precedente della questione — per quanto riguarda l'onere delle spese per lo spostamento e la modificazione di una conduttura elettrica — resi necessari per la costruzione di altre opere nel fondo servente (Cassazione Firenze, 29 marzo 1917). Anche con tale sentenza venne deciso che le spese debbano essere a carico del fondo servente. Ciò che del resto è logico, facendo anche semplicemente richiamo ai principi generali di diritto. Il regolamento 25 ottobre 1895 fa riferimento all'art. 645 cod. civ., e detta solo quelle disposizioni e quelle norme che sono richieste dalla particolare natura della servitù di elettrodotto. Non può e non deve essere lecito al proprietario del fondo servente di adossare all'utente della servitù ogni spesa che si rendesse necessaria per modificare la servitù nel senso di consentire al proprietario un più completo esercizio del suo diritto di proprietà: perchè a questa stregua l'esercizio della servitù verrebbe reso talmente gravoso da annullare praticamente il diritto. Del resto, la questione di massima era già stata risolta dalla legge 20 marzo 1865, art. 229, che impone a chi costruisce una strada ferrata di ripristinare le comunicazioni stradali che in conseguenza del tracciato della strada ferrata vengono ad essere interrotte.

Avv. GIUSEPPE CALABI.

LIBRI E PUBBLICAZIONI

ANTONIO SELLERIO. — *Elementi di fisica pratica* (per gli studenti universitari). — Palermo - « La buona propaganda » (Piazza Bologni, n. 13), 1923 - (Un volumetto di pagine 280, formato esterno cm. 21,5 x 15,5, interno cm. 15 x 11; in litografia, con figure. — Lire 18).

Le finalità del volumetto sono chiaramente indicate, dall'Autore stesso, nella breve prefazione: servire di aiuto e di guida ai giovani studenti universitari durante il corso di esercitazioni pratiche di fisica; chè, realmente, non vi sono altri libri italiani che possano dirsi atti allo scopo.

L'A. passa perciò in rivista, nei vari campi della fisica, i principali tipi di strumenti e parecchie fra le misure che più comunemente occorre fare in un laboratorio; non dimenticando, volta per volta, di dare quei consigli e di suggerire quegli accorgimenti che più efficacemente possano contribuire ad iniziare la formazione, nell'allievo, della mentalità e della manualità caratteristiche dello sperimentatore. Da ogni pagina del volumetto traspare il desiderio dell'A. di riuscire chiaro e di spianare ogni difficoltà per l'uso pratico degli apparecchi e dei metodi di misura descritti; ed è doveroso riconoscere che, in questo, l'egregio A. è pienamente riuscito, sicchè non è dubbia la utilità della pubblicazione per coloro ai quali è indirizzata.

Ma l'A. vorrà pure consentirci qualche osservazione, fatta con la sincerità che è per noi, insieme, necessità e consuetudine.

La preoccupazione di evitare i voli inutili, di tradurre ogni cosa nel linguaggio più semplice e più elementare è sicuramente lodevole, dal lato didattico; ma forse in più d'un punto l'A. ha alquanto esagerato, dimenticando quasi che il volumetto è indirizzato a degli studenti universitari che hanno già compiuto le scuole medie e che stanno seguendo dei corsi di Algebra complementare, di Geometria analitica e di calcolo.

Inoltre, e lo scopo del volumetto e le dichiarazioni esplicite dell'A. escludono che si tratti d'un lavoro completo e rendono quindi

irragionevole ogni esame critico un po' minuto che parta, esplicitamente, da questo presupposto. È nostra opinione, per altro, che l'A. avrebbe potuto talvolta essere più felice nella scelta degli argomenti da trattare, evitando così delle gravi lacune del genere di quelle che si possono riscontrare nel campo del quale più direttamente ci interessiamo, quello elettrico; nelle quali le esercitazioni considerate si riducono, in sostanza, a poche misure col ponte di Wheatstone, col voltmetro ad argento, e di capacità.

*

R. MARTIN. — *Traction Electrique* — Un vol. gr. in-8° di 784 pag. con 585 fig. e 57 tavole. — Encyclopedie industrielle et commerciale (prezzo 60 fr). — Librairie de l'Enseignement Technique. — Paris, 1920.

L'A. esamina successivamente il materiale a corrente continua, quello a corrente monofase e quello a corrente trifase che sono i tre sistemi principali finora usati e dai quali scaturiscono i sistemi misti, monofase, continuo e monotrifase. Egli espone imparzialmente i pregi ed i difetti di ognuno di essi, le controversie ed i dibattiti sorti per la loro scelta, ma evita di schierarsi in favore di uno piuttosto che di un altro sistema e dal suo studio si deduce che, nessuno di essi risultando perfetto, tutti sono applicabili e che l'adozione dipende da un insieme talmente numeroso di fattori che riesce impossibile formulare al riguardo una regola generale.

Esposti i principi fondamentali della trazione elettrica l'A. studia sistematicamente i motori ed esamina in un capitolo di notevole interesse i diversi metodi adoperati per la trasmissione dello sforzo motore agli assi. Passa quindi a trattare l'argomento della frenatura, quello dei sistemi di trazione ad unità multiple, descrive in seguito gli accessori per la trazione e fornisce particolari sulla trazione ad automotrici indipendenti, esaminando infine i materiali speciali come le cremagliere, le monoguide, i sistemi di trazione per miniere e quelli senza rotaie per strade ordinarie.

La lettura di questa opera ricca di particolari di carattere pratico, riguardanti uno dei più importanti problemi industriali dell'epoca nostra, può riuscire di vantaggio per tutti coloro che per ragioni professionali o di cultura s'interessano a questo complesso argomento.

A. Me.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

Prof. LUIGI D'AQUINO — *La decomposizione delle righe spettrali per effetto del campo elettrico*. — Problemi risolti e questioni aperte. — Unione Tipografica Combattenti - Napoli, 1922, Un vol. 17×24 cm., pag. 86, fig. 5. — Prezzo L. 10.

Ing. CESARE ALESSANDRO GULLINO — *Galileo Ferraris ed il contributo italiano al progresso dell'elettrotecnica*. — Conferenza tenuta nella « Casa degli Italiani » sotto gli auspici della Società Naz. Italiana Dante Alighieri di Barcellona, il 13 dicembre 1922. — Stabilimento Tipografico de Mariano Galve - Barcelona, Carmen, 16, 1923. — Opuscolo 18,5×12 di pag. 46, senza indicazione di prezzo.

E. LANZEROTTI. — *Pagine di propaganda per le Cooperative Elettriche di Consumo*. — Edit. Fed. Naz. Coop. di Consumo, Genova - Un volume 14×17,5 cm., di pag. 93. — Prezzo L. 3.

:: :: DOMANDE E RISPOSTE :: ::

Saranno pubblicate in questa rubrica le domande e le questioni rivolte dai lettori, che presentino un interesse generale, e, successivamente, le migliori risposte ricevute.

Indirizzare domande e risposte esclusivamente alla Redazione de L'Elettrotecnica, Via S. Paolo 10 - Milano.

Domanda N. 1.

Sul funzionamento dei trasformatori trifasi a vuoto.

La teoria può dimostrare, e l'esperienza ha confermato, che in un trasformatore trifase a nuclei nello stesso piano, collegato a stella ed alimentato a vuoto, le potenze assorbite dai singoli avvolgimenti di fase sono diverse l'una dall'altra; in determinate condizioni una delle tre può anche essere nulla o negativa.

Come si può conciliare tale risultato col fatto fisico che le perdite nel ferro sono sensibilmente uguali nei tre nuclei?

F. C.

Errata-corrige.

Nella personalia pubblicata a pag. 324 del N. 14, leggesi:

« L'Ing. Giacomo Büchi, già Capo costruttore presso la Ditta Riva, « è passato in qualità di Direttore tecnico alle Officine Calzoni Parenti « di Bologna.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXVII RIUNIONE SOCIALE

MILANO - 1°-8 Ottobre 1922

VERBALI

1ª Seduta - 2 ottobre 1922.

Presiede il Presidente Generale comm. ing. Del Buono. — Funziona da segretario il Segretario alla Presidenza ing. Grillo.

Il Presidente apre la seduta alle ore 9,30 e rivolge un cordiale saluto ai Colleghi congressisti, ringraziandoli per essere intervenuti in numero così rilevante per partecipare ai lavori del 27° Congresso. Le memorie presentate sono numerose e quelle pervenute in tempo sono state già pubblicate; le altre sono in corso di stampa. Tutti sono quindi in grado di conoscere gli argomenti che verranno man mano trattati nel corso delle sedute. Per esaurire tutto il programma dei lavori occorre che le discussioni procedano rapide, onde sarà necessariamente rigoroso con gli oratori, cui raccomanda di essere brevi ed esaurienti. Per esporre l'argomento delle memorie presentate ogni autore avrà a sua disposizione solo 10 minuti. La discussione potrà quindi essere esauriente se svolta con sobrietà e chiarezza.

Il Congresso tratterà dell'importante argomento che vivamente interessa il nostro Paese: *la produzione e distribuzione dell'energia elettrica* — di particolare importanza ed attualità poi, per la sede in cui si trattano le varie questioni.

Le numerose memorie presentate sono state suddivise in quattro gruppi, e cioè:

- 1° Gruppo: Idraulica;
- 2° » Centrali e Macchinario elettrico;
- 3° » Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica;
- 4° » Varie.

È lieto di constatare che il Ministero dei Lavori Pubblici prende parte attiva ai lavori del Congresso con alcuni suoi autorevoli rappresentanti: a) il prof. Eredia che tratterà « il fenomeno della siccità nel 1921 »; b) l'ing. Cozza che parlerà della « organizzazione del servizio idrografico e della compilazione di una statistica sui laghi artificiali »; c) l'ing. De Marchi che tratterà della « produzione di energia durante il 1921 e delle ripercussioni della siccità su di essa ».

Questi argomenti, che si collegano alla trattazione dello studio delle forze idrauliche, sono della massima importanza e però ringrazia a nome dell'A. E. I. gli egregi tecnici del Ministero dei Lavori Pubblici che hanno voluto contribuire validamente alla riuscita dei lavori di questo 27° Congresso.

Aprire quindi la discussione sulle memorie del

1° GRUPPO - IDRAULICA

Si riportano le memorie nell'ordine in cui si seguono nella discussione.

1. *Bellincioni*. — La difesa dei laghi artificiali e le derivazioni di portata solida.
2. *Giandotti*. — Sulla portata solida di alcuni torrenti.
3. *Mortara*. — La determinazione dei diametri delle condotte forzate.
4. *Ganassini*. — Le Gallerie sotto carico.
5. *Cozza*. — Il problema delle riserve idrauliche e l'opera svolta dal Servizio Idrografico per la compilazione di un elenco generale dei laghi artificiali.
6. *Eredia*. — Il fenomeno della siccità nell'inverno 1921.
7. *De Marchi*. — La produzione dell'energia elettrica in Italia nel 1921 e le ripercussioni della siccità dell'autunno 1921 e dell'inverno 1921-22.
8. *Forti*. — Le crisi di magre ordinarie ed eccezionali dei corsi d'acqua nella distribuzione dell'energia elettrica.
9. *Del Valle*. — Bilancio idrologico dei bacini imbriferi.
10. *Giandotti*. — Rendimento dei bacini imbriferi.
11. *Reversi*. — Per una carta della distribuzione delle forze idrauliche.
12. *Fornari*. — Sistemazione idraulico forestale (non discussa).

Per la temporanea assenza di alcuni colleghi autori delle prime memorie del 1° Gruppo il Presidente dà la parola all'ing. Bellincioni, autore della memoria:

1. *BELLINCIONI* - La difesa dei laghi artificiali e le derivazioni di portata solida. — Elettrotecnica N. 18, 25 Giugno 1922, pag. 402.

Bellincioni; Rileva la grandissima importanza del problema della difesa dei serbatoi contro l'interrimento e l'interesse che alla soluzione

d'esso hanno tutte le Aziende elettriche che debbono costruirli. Purtroppo a risolvere bene questo problema non si dispone di tutti gli elementi di studio necessari. Espone i criteri fondamentali dei quali si è servito come base dello studio fatto, onde possano agevolare la comprensione della relazione presentata. Accenna al modo di misurare la portata solida dei corsi d'acqua proposto dal prof. Forti e alla maniera di depositarsi dei prodotti solidi trasportati dalla corrente. I materiali più minuti vanno a depositarsi verso la diga mentre le ghiaie ed i ciottoli si depositano nel punto in cui avviene l'immissione del corso d'acqua nel serbatoio, costituendo un delta che avanza continuamente e con maggiore o minore rapidità secondo il tipo del corso d'acqua alimentatore e la qualità e quantità dei materiali che trasporta. Le bocche sghiaiatrici si presentano come rimedio poco efficace perchè, dopo poco tempo, non sono in grado di funzionare a causa della cementazione della ghiaia, che contro esse si deposita, per effetto del limo e della sabbia convogliati dalle acque.

Studiando il modo di evitare questo fenomeno di interrimento, si è proposto di non immettere il corso d'acqua nel serbatoio che da esso deve venire alimentato, ma di guidare la corrente in un breve tratto del suo corso, opportunamente protetto e sistemato onde ottenere con una massa d'acqua ridotta ma più veloce, il convogliamento completo dei materiali solidi, mandando acqua nel serbatoio per tracimazione laterale del canale sistemato, detto «canale di suturazione».

Praticamente non si può dimostrare che questa soluzione corrisponda allo scopo; occorrerebbe fare una esperienza su un canale a fondo fisso, e d'altra parte non si conosce alcuna regola o dato sperimentale sulla portata solida delle ghiaie nei canali di questo tipo. Neppure gli elementi di cui dispone l'Ufficio Idrografico sulla portata solida dei corsi d'acqua sono sufficienti allo scopo. Bisognerebbe fare prove concrete su qualche impianto già esistente e però si augura che dalla collaborazione di coloro che hanno interesse alla soluzione di un problema così importante e di coloro che studiano di proposito questi problemi d'idraulica fluviale si addivenga ad uno studio pratico e razionale che fornisca norme e dati sufficienti a realizzare la difesa dei serbatoi contro l'interrimento.

Presidente: Ringrazia l'ing. Bellincioni e poichè ritiene che la sua memoria possa essere discussa in uno con quella dell'ing. Giandotti dà la parola a quest'ultimo.

2. GIANDOTTI - Sulla portata solida di alcuni torrenti. — Elettrotecnica, N. 25 del 5 Settembre 1922, pag. 553.

Giandotti: Gli studi fatti dall'Ufficio Idrografico si riferiscono al Po e ad alcuni torrenti appenninici e si limitano solo a determinare le materie trasportate in sospensione, perchè non si dispone di mezzi adatti per determinare i materiali trascinati, a meno che non si possa studiare la formazione di un delta lacustre o marittimo.

Per i torrenti l'Ufficio Idrografico ha istituito lungo il corso di ognuno due stazioni di osservazione, una nel tratto montano propriamente detto del corso, e l'altra in pianura. Si è potuto così rilevare che nel secondo tratto le torbide sono molto più importanti che non nel primo. È un risultato che sorprende e di cui bisogna tenere gran conto nello studio dei laghi artificiali per prevenirne l'interrimento.

La maggiore torbidità dei corsi d'acqua nella pianura deve attribuirsi a due circostanze:

a) L'alto bacino montano è meno coltivato di quello di collina e di pianura; quivi il terreno è arato quindi nudo per una parte dell'anno ed è facilmente asportato dall'acqua.

b) Per effetto delle piene nel tratto in pianura si hanno di frequente smottamenti e franamenti delle sponde oltre che un fondo mobile che contribuiscono ad aumentare le torbide.

Si viene alla conclusione che specialmente per l'Appennino occorre prevedere l'interrimento nel caso di piccoli serbatoi, mentre tale fenomeno è meno temibile per i grandi laghi artificiali.

Presidente: Ringrazia l'ing. Giandotti per la memoria presentata, ricca di dati sperimentali e pone in discussione i due temi già riassunti.

Giandotti: Osserva all'ing. Bellincioni che la galleria sghiaiatrica da lui proposta nel sistema di alimentazione dei serbatoi, rappresenterebbe una valle sospesa sopra un torrente. A valle della diga il cono di deiezione che si formerebbe allo sbocco della galleria finirebbe con l'ostruire la stessa, onde gli sembra che il sistema potrebbe andare bene solo se il serbatoio avesse una bocca d'acqua stramazante.

Bellincioni: L'osservazione è giusta: egli nel suo studio è partito dal concetto che il trasporto delle ghiaie ha luogo nelle grandi piene quando l'impianto del serbatoio non può derivarne che una piccola parte, e quindi il grosso di esse stramazza.

Ha avuto occasione di studiare la questione sul torrente Avisio in un tronco nel quale si è potuto constatare l'inghiottimento di un bacino creato allo scopo di difesa. Egli nel calcolo suppose le condizioni peggiori, ossia avendo accertato l'accumulo di ghiaia in un quinquennio, suppose che esso si formasse addirittura in 24 ore e determinò la quantità di acqua occorrente per rimuoverla, ottenendo una cifra di molto inferiore a quella realmente disponibile nelle piene.

Ritiene quindi che il pericolo dell'ingorgo della galleria allo sbocco per effetto del cono di deiezione non sia da temere poichè le ghiaie sono in movimento per effetto della corrente e non c'è ragione che si depositino. Del resto la grande quantità d'acqua che passa a valle della diga è sufficiente a sfociare il materiale ghiaioso eventualmente accumulato. Il punto principale del sistema da lui proposto sta invece nel determinare lo stato di saturazione della corrente nel canale apposito.

C'è un certo quantitativo di ghiaia che una data corrente può trasportare; se la quantità realmente trasportata è inferiore a quella di saturazione, la corrente prende altro materiale corrodendo il suo letto. Questi fenomeni si sono accertati anche studiando il corso dell'Avisio. Si deve dunque determinare la relazione che lega la portata solida con quella liquida di un corso d'acqua. Il canale di saturazione artificiale serve appunto a contenere la corrente in un alveo sistemato in cui non è possibile la corrosione del fondo e delle sponde.

Novarese: Il problema trattato dall'ingegneri Bellincioni e Giandotti gli ricorda che esistono dati pratici sulla questione dello sghiaimento nella letteratura tecnica americana, perchè nella coltivazione dei *placers auriferi* in California si è fatto uso di una corrente d'acqua per la rimozione ed il trasporto di depositi ghiaiosi.

Studiando dunque l'applicazione pratica del sistema Bellincioni per l'alimentazione dei serbatoi si potranno tenere presenti anche questi risultati ottenuti in America, e vedere come meglio si può risolvere la questione dello sghiaimento.

De Andreis: Raccomanda alla Presidenza la necessità che le Società elettriche le quali posseggono impianti a serbatoio si prestino a fare eseguire sugli stessi studi ed esperimenti atti a fornire dati e norme concrete a riguardo dell'importante problema.

Giandotti: Si dichiara a disposizione per tutti gli esperimenti pratici che si volessero intraprendere.

Presidente: Accetta la raccomandazione dell'ing. De Andreis, riconoscendo la grande importanza industriale del problema della difesa dei serbatoi contro l'interrimento, alla soluzione del quale l'A. E. I. darà tutto il suo patrocinio.

Invita l'ing. Mortara a svolgere il tema della memoria presentata:

3. MORTARA - La determinazione dei diametri delle condotte forzate coniche. — Elettrotecnica N. 26 del 25 settembre, 1922, pag. 548.

Mortara: Per il calcolo economico delle condotte forzate è d'impiego corrente una formula assai semplice per il caso che si tratti di diametro costante; quando si tratta di condotta con diametro variabile non si dispone di una formula esatta, ma se ne hanno diverse empiriche. Si fa, ad esempio, l'ipotesi che la perdita di carico nella condotta a diametro variabile debba essere la stessa che nella condotta a diametro costante, ma la supposizione non è corretta, come risulta evidente dalla considerazione che la formula risolutiva stabilisce un determinato rapporto fra perdita di carico e peso, sicchè variando un termine deve variare anche l'altro.

La difficoltà di risolvere il problema nel caso di diametro variabile sta nel fatto che, se lo si traduce in equazioni, queste non si possono risolvere perchè contengono troppo incognite. Nel metodo di calcolo studiato, ho supposto che il diametro della condotta vari gradualmente secondo una legge parabolica di grado indeterminato; il problema si riduce allora a stabilire il grado della curva parabolica ed il valore del diametro in un punto qualunque (ad esempio l'origine) del tubo, che danno le caratteristiche più economiche di peso e perdita di carico.

Si arriva ad un sistema di equazioni che si risolve con un artificio, ottenendo appunto una relazione fra diametro iniziale della condotta ed esponente della curva parabolica in funzione di un parametro che chiamo *grado di convergenza*.

Risolvendo per diversi esponenti della curva parabolica, si ha per ognuno di questi valori un certo grado di convergenza. Si tratta di trovare la coppia di tali quantità che rende minimo il peso della tubazione. Seguendo tale procedimento si vede che con una curva parabolica di quinto grado si ottiene già un vantaggio che può ritenersi praticamente il massimo raggiungibile. Con la equazione di partenza si determina il diametro in ogni punto intermedio della condotta, dividendo questa in tronchi. Applicando qualcuna delle formule precedentemente note, si rileva la differenza dei risultati rispetto al sistema proposto: secondo la formula del Catani ad esempio, si trova che il diametro iniziale dovrebbe essere uguale a 1,4 volte quello costante se si considerano 10 tronchi in tutta la condotta, e sarebbe uguale a 1,25 volte quello costante se si considerano 5 tronchi. Applicando la formula dell'ing. Pagliari si hanno cifre quasi eguali alle precedenti, mentre col metodo ora presentato si ottengono risultati notevolmente diversi. Le equazioni proposte consentono la costruzione di abachi.

Presidente: Ringrazia l'ing. Mortara per l'interessante studio analitico presentato e apre la discussione sul medesimo.

Rebora: Apprezza molto lo studio fatto dall'ing. Mortara e vuole domandare se questi ha avuto occasione di fare un'applicazione pratica dei risultati ai quali è pervenuto. È di opinione che la formula che dà il diametro della condotta sia suscettibile di semplificazione. Tutta l'espressione è sotto radice settima, poi molti elementi sotto radice sono costanti e possono essere portati fuori. Resterebbero sotto radice e avrebbero influenza sul diametro il prezzo del kW-ora quello della condotta per Kg., la quota di ammortamento oltre alla portata media ed al salto. Il costo per kWh per Kg. di condotta ed il tasso d'interesse ed ammortamento sono elementi assai difficili a stabilirsi in sede di progetto. Attribuendo ad essi valori di massima, l'espressione che dà

il diametro del tubo si riduce salvo un coefficiente, a: $\sqrt[7]{\frac{Q^3}{H}}$. Vorrebbe sapere se questa formula ha dato in pratica risultati positivi.

Mortara: Dà chiarimenti sulla composizione delle due formule riso-

lutive e fa rilevare che sotto il radicale nella formula che dà il diametro figurano due elementi, uno al numeratore ed uno al denominatore che si bilanciano con la loro influenza. Questo suo studio fu originato dal fatto che dovendo progettare una condotta forzata ricevette preventivi inerenti alla tubazione i cui pesi erano notevolmente differenti. Egli volle esaminare pertanto i criteri usati nel calcolo per rendersi conto della causa di una differenza così notevole. Non ha avuto agio di sperimentare praticamente l'applicazione delle formule alle quali è pervenuto, ma ha motivo per arguire che esse debbano corrispondere allo scopo.

Panzarasa: Da quindici anni per il calcolo delle condotte forzate si è servito di un metodo analogo a quello ora proposto dall'ing. Mortara, salvo si intende controllare i risultati per altri punti di vista.

Roncaldier: Il concetto del massimo tornaconto applicato nel calcolo di una condotta forzata è talvolta buono e applicabile, altre volte no ed è bene metterlo da parte perchè porta ad un impiego di capitale troppo elevato. Nel calcolo va tenuto presente l'effetto del colpo d'ariete. Si possono stabilire formule che abbraccino questi due concetti e determinare con esse la variabilità del diametro con la minima spesa di impianto. Si arriva a valori del diametro molto piccoli e a perdite di carico forti; con un coefficiente si può aumentare il diametro conseguendo una perdita di carico conveniente. In conclusione bisogna fare di una condotta forzata non solo lo studio dal punto di vista economico col sistema di calcolo proposto dall'ing. Mortara, ma occorre anche tener conto dell'effetto del colpo d'ariete istantaneo come talvolta si è verificato.

Mortara: Spiega come nelle formule da lui proposte è anche tenuto conto dell'effetto del colpo d'ariete sulla condotta.

Rebora: Ritene si possa concludere la discussione sull'argomento affermando che lo studio presentato dall'ing. Mortara è utilissimo, e che si potrebbe tentare una ulteriore semplificazione delle formule proposte; si tratta poi di vedere se l'applicazione pratica di esse porti a risultati pienamente accettabili.

Roncaldier: Raccomanda che nel calcolo delle condotte forzate si faccia la verifica della resistenza agli sforzi dovuti al colpo d'ariete istantaneo, ammettendo però che per questo caso eccezionale si possa far lavorare la tubazione quasi al limite di elasticità.

Allievi: Si è parlato del colpo di ariete di cui egli si è ampiamente occupato: egli ha studiato il modo di propagarsi dello stesso nelle condotte forzate attenuandosi e variando gradualmente col diametro del tubo.

Facendo l'ipotesi del colpo di ariete istantaneo per altissime cadute si verifica anche che esso nella propagazione si attenua sempre e non è il caso di eccedere nelle dimensioni della condotta. Varii studi e risultati ulteriori sullo stesso argomento non sono stati da lui pubblicati ancora.

Presidente: Fa voti che l'ing. Allievi vorrà decidersi a pubblicare il risultato dei suoi nuovi studi così importanti e passa alla trattazione del successivo argomento:

4. GANASSINI - Le gallerie sotto carico. — Elettrotecnica N. 27, del 25 Settembre 1922, pag. 615.

Ganassini: Su questo problema poco purtroppo si può dire di concreto, mentre d'altra parte si tratta di argomento di grandissima importanza e di delicatezza estrema. È stato incerto se presentare una relazione completa perchè nel raccogliere i dati relativi e nell'analizzare tutto il complesso del problema ha dovuto convincersi che esistono molte lacune ed incertezze che non consentono una trattazione organica per arrivare a norme generali e concrete. Ha visto qualche studio generico in cui si è tentata l'impostazione teorica del problema della convenienza delle gallerie sotto carico in confronto di canali a pelo libero: osserva che male si adatta il problema ad essere inquadrato in una discussione generale in quanto la convenienza economica della galleria sotto carico scaturisce dalla analisi particolare delle caratteristiche di un impianto. È necessario anzi spingere lo studio economico sino al caso limite di un tubo metallico collocato nella galleria: soluzione tecnica questa di indubbia sicurezza in ogni caso.

Quando la natura dell'utilizzazione che si deve chiedere all'impianto è tale che non si possa prescindere dal funzionamento di una galleria sotto carico, allora è giocoforza prescindere dalla questione del costo; se la natura del terreno è incerta si progetti un rivestimento metallico, se la pressione è elevata e la portata notevole: in cemento armato se si tratta di pressioni deboli e di portate ridotte.

Nello studio delle gallerie sotto carico le condizioni si presentano molto diverse; bisogna sempre prescindere dal materiale esterno e cercare internamente la resistenza adatta. Quivi la roccia può presentare formazioni e resistenze diversissime: si possono trovare rocce permeabili, strati di argilla (i più pericolosi), travenazioni; in terreni friabili, rocce alterabili a contatto coll'acqua, in modo che un rivestimento non armato si lesionerebbe e potrebbe anche provocare disastri.

Il problema è dunque difficilmente affrontabile in tesi generale. Si aggiunga che anche nella roccia sana si riscontrano deformazioni elastiche, soventi irregolari, che alterano il regime degli sforzi; inoltre non si conosce la relazione fra le deformazioni elastiche dell'involucro rispetto al materiale che riveste la galleria.

Si sono fatti dei tentativi per spiegare le cause di taluni inconvenienti lamentati: si ha ad esempio la relazione sulla Galleria del Ritoni, che alle prime prove con 22 metri di carico ha avuto oltre 300 litri di perdita al minuto secondo.

Si trattava qui di roccia compatta e non si spiegava una perdita

così rilevante, per cui si accusava l'impresa di avere usato nella costruzione qualità di cemento non buona. Ma un'inchiesta accurata ha portato alla conclusione che nessun addebito si poteva fare né all'impresa né ai progettisti. L'inconveniente era dovuto al fatto che non si conosceva il rapporto fra la dilatazione del calcestruzzo e quella del materiale costituente l'involucro della galleria. Né la tecnica oggi è in grado di dire se basta stabilire con un calcolo elementare questi rapporti. In conseguenza delle su esposte considerazioni non è possibile né arrivare ad una conclusione né formulare delle norme tassative. Il consiglio che si può dare è di mettersi sempre al sicuro arrivando anche al limite di rivestire la galleria con una lamiera sia pure solleccitata al limite di elasticità.

Presidente: Ringrazia l'ing. Ganassini per la sua relazione. Del problema delle gallerie sotto carico si sta occupando il Comitato Idrotecnico che raccoglie tutti i dati relativi per arrivare alla conclusione. Di questo Comitato fa parte l'ing. Ganassini ed è presidente l'ing. Panzarasa, quindi raccomanda a tutti i colleghi di volere fornire al Comitato suddetto tutti i dati pratici di cui eventualmente disponessero in merito alla importantissima questione. Apre la discussione:

Allievi: Non conviene nella conclusione a cui giunge l'ing. Ganassini. Se le gallerie sotto carico hanno lo scopo di evitare l'impiego di tubazioni di ferro non si devono rivestire con lamiera. Il problema va affrontato con criteri simili a quelli che interessano lo studio della spinta delle terre.

Fano: Nell'impianto del Tanagro, recentemente messo in funzione, ho una galleria forzata, scavata nei calcari, di 250 metri di lunghezza e 10 mq. di sezione con un carico di 35 metri. Per detta galleria non è stato eseguito un vero rivestimento in muratura, ma solo un intonaco di cemento a getto (cement-gun) senza alcuna armatura. Nelle prime prove si ebbe una perdita di circa 250 litri al secondo. Esaminata attentamente la galleria si riscontrarono parecchie fenditure longitudinali che evidentemente si aprivano per effetto della pressione e si richiudevano quando la pressione cessava, poichè tra le labbra delle fenditure si trovarono chiusi dei semi galleggianti. Si fecero delle iniezioni di cemento nella roccia a 50-60 centimetri di profondità in corrispondenza di dette fenditure. Dopo tale riparazione le perdite si ridussero a litri 70, che andarono diminuendo man mano in esercizio sino a ridursi a circa 5 litri secondo.

In un'altra galleria nell'impianto Matese, scavata pure nei calcari, lunga 2500 metri e con una pressione di 20 metri, si sono avute nelle prime prove forti perdite di acqua e si sta riparando collo stesso sistema.

Presidente: Dà la parola al gr. uff. ing. Cozza su:

5. COZZA - Il problema delle riserve idrauliche e l'opera svolta dal Servizio Idrografico per la compilazione di un elenco generale sui laghi artificiali. — Elettrotecnica N. 31, 5 Novembre 1922, pag. 730.

Cozza: Nella XXVI riunione annuale della benemerita A. E. I. tenuta in Palermo, la Sezione speciale del Genio Civile per il servizio idrografico della Sicilia rese conto degli studi da essa compiuti in ordine ai problemi tanto importanti riguardanti l'idrografia dell'isola. In questa riunione che si tiene a Milano, la splendida pioniera dell'attività industriale italiana, egli ha voluto che non mancasse il contributo del Servizio Idrografico di Stato, convinto della necessità che gli organi tecnici dello Stato contribuiscano largamente alla soluzione dei maggiori problemi che interessano l'industria nazionale.

Sono note le numerose pubblicazioni degli Uffici Idrografici del Po del Magistrato delle Acque di anteriore istituzione: il Servizio Idrografico Centrale istituito da soli 5 anni per la feconda iniziativa del prof. Fantoli e l'opera illuminata di S.E. Bonomi ha dato pure, malgrado le difficoltà create dalla guerra, larga messe di pubblicazioni quale la voluminosa raccolta di osservazioni pluviometriche sino a tutto il 1915 ordinata a cura del prof. Eredia, i Bollettini idrografici che si pubblicano dalle varie sezioni, la determinazione delle aree dei bacini imbriferi, le livellazioni di precisione lungo i più importanti corsi d'acqua. Limitandosi a dire brevemente dell'opera svolta dal Servizio Idrografico nello studio del problema delle riserve idrauliche e nella compilazione di un elenco generale dei laghi artificiali deve rilevare che i dati raccolti concernono gli 11/12 del territorio del Regno e sono sufficienti a delineare nelle sue linee generali la situazione del nostro paese nei riguardi delle riserve idrauliche. I detti accertamenti, preceduti da ricerche preliminari dirette ad individuare le località morfologicamente idonee, compresero anzitutto l'esame geognostico di ogni località e quindi un sommario rilievo topografico inteso a fornire gli elementi per la valutazione della capacità che l'eventuale sbarramento della valle permetterebbe di creare a monte. L'altezza dell'opera di sbarramento e quindi il preciso valore della capacità dell'invaso vennero in massima determinati col criterio che il serbatoio assicurasse la regolazione del diagramma delle portate medie: e cioè che con il valore utile delle precipitazioni medie normali il serbatoio si riempisse almeno una volta all'anno. Numerosi sono poi i serbatoi contemplati in derivazioni d'acqua pubblica regolarmente concesse e in domande in corso d'istruttoria. Dei detti serbatoi venne formato un elenco separato che completa quello dei serbatoi studiati direttamente in Uffici di Stato: di modo che si venne a formare un quadro completo della situazione in base a tutte le possibilità di invaso esistenti.

I serbatoi proposti e studiati dal Servizio idrografico o da altri enti statali comprendono 102 invasi che rappresentano nel complesso una capacità utile di 3,1 miliardi di metri cubi dei quali 154 milioni compresi in 25 invasi di capacità utile inferiore ai 10 milioni di mc. Quelli

dovuti ad iniziativa privata comprendono circa 7 miliardi di mc. dei quali 425 milioni sono dovuti a 97 serbatoi di capacità inferiore ai 10 milioni di mc. In complesso si possono immagazzinare poco meno di 10 miliardi di metri cubi.

Sono state fatte delle distinzioni in base allo scopo cui taluni serbatoi potrebbero meglio servire e si è accertato che 18 potrebbero esclusivamente servire a scopo irriguo con una capacità complessiva di 889 milioni di mc. Con questi serbatoi e con quelli destinati a servizio misto (irrigazione e produzione di forza motrice) si potrebbero irrigare circa 550 mila ettari da sommarsi alle superfici già irrigate. Per destinazione esclusiva alla produzione di forza motrice si hanno circa 9 miliardi di metri cubi di capacità di serbatoi accertati.

Il lavoro svolto dal servizio idrografico considerando nei suoi aspetti più generali, assume il carattere di ricerca preliminare nei riguardi dell'argomento specifico trattato; esso rappresenta cioè un primo passo nell'accertamento delle riserve idrauliche del nostro Paese. Esso si dedicherà ora a studi più dettagliati e a ricerche più vaste e complesse in merito all'importantissimo problema idraulico nazionale.

Presidente: Ringrazia vivamente l'ing. Cozza per il valido contributo portato da lui personalmente e dall'Ufficio Idrografico del Po ai lavori del 27° Congresso dell'A. E. I.

Poiché nessuno domanda la parola in merito all'argomento trattato dall'oratore precedente, si passa al tema successivo:

6. **EREDIA** - *Il fenomeno della siccità nell'inverno del 1921.* — Elettrotecnica N. 32, 15 Novembre 1922, pag. 746.

Eredia: Per quanto il meteorologo non abbia ingerenza diretta nelle questioni di elettrotecnica, crede opportuno dire poche parole sul tema della siccità che tanto ha preoccupato nello scorso anno l'industria idroelettrica, per vedere di quale ausilio la meteorologia può essere a questa nel prevedere almeno il ripetersi di simili periodi di crisi.

L'Ufficio Idrografico Centrale si è occupato esaurientemente del fenomeno della siccità nell'inverno del 1921, pubblicando un lavoro completo sull'argomento. Da molti anni non si era verificato un fenomeno simile in Italia: si hanno dati sulla siccità del 1779 che non fu così grave e non si verificò nei mesi invernali; bisogna risalire al 1539-1540 per trovare qualche notizia di una mancanza di precipitazioni atmosferiche in tutto simile a quella dell'anno scorso. Le ultime crisi di questo genere si verificarono nel 1779 nel 1866 e nel 1896 sempre nel periodo invernale.

Il problema che oggi il meteorologo deve porsi è di vedere se si può stabilire una legge che permetta di prevedere all'ingrosso il ripetersi di un tale fenomeno onde dar modo all'industria elettrica, ad esempio, di non rimanere sorpresa dalla crisi.

Il prof. Maurer in Svizzera studiò il problema e rilevò che i lunghi periodi di siccità sono accompagnati dalla formazione di anticicloni e quindi da una pressione barometrica elevata. Egli ha studiato l'andamento della pressione barometrica a Milano ed ha effettivamente riscontrato delle coincidenze fra l'elevata pressione barometrica ed i periodi di siccità. Bisognerebbe anche conoscere la variazione del calore solare e la distribuzione barometrica su larga superficie, poiché il valore assoluto della pressione barometrica non costituisce il solo elemento per la trattazione di simili fenomeni. È noto infatti che tante volte con barometro alto si ha pioggia e viceversa, e ciò si spiega col fatto che le precipitazioni atmosferiche dipendono non dalla pressione barometrica locale ma anche da quella delle zone limitrofe.

Facendo questo studio per la siccità del 1896 e per altre egli ha constatato che alcuni mesi prima si ha su di una vasta zona una disposizione tale della pressione barometrica da far prevedere l'assenza di precipitazioni. Si hanno, come è noto, sulla superficie terrestre due centri di pressione barometrica massima, uno nelle Azzorre ed uno in Russia, ed un centro di minima pressione alle Bermude che creano delle particolari disposizioni barometriche, con formazioni di depressioni e di cicloni che seguono determinati cammini e che sono causa prima delle precipitazioni atmosferiche. Talvolta lo spostamento di tali centri di azione può avvenire in maniera tale da far mutare le traiettorie seguite dalle anzidette disposizioni barometriche, e quindi su una data regione possono mancare le condizioni favorevoli per la formazione delle precipitazioni acquose. Ciò accadde nel 1921 inquantochè l'estesa area anticiclonica che per diversi mesi rimase sull'Europa Centrale e sull'Italia Settentrionale, favorì che le anzidette depressioni interessassero solo le regioni meridionali del bacino del Mediterraneo.

Durante l'ultima grave siccità si sono avute piogge abbondanti in Sicilia e Tripoli mentre non se ebbero in altre zone del Nord. La conclusione è che esaminando con attenzione l'andamento della pressione barometrica e la distribuzione isobarica nell'intera Europa, si può stabilire con sufficiente probabilità se l'annata successiva sarà molto secca o piovosa, e individuare con approssimazione il periodo di siccità.

Presidente: Rivolge parole di vivo ringraziamento al prof. Eredia, augurando che la scienza meteorologica possa riuscire sempre di maggiore ausilio all'industria elettrica. Dà la parola all'ing. De Marchi.

7. **DE MARCHI** - *La produzione dell'energia elettrica in Italia nel 1921 e le percussioni della siccità dell'autunno 1921 e dell'inverno 1921-1922.* — Elettrotecnica N. 31, 5 Novembre 1922, pag. 729.

De Marchi: La memoria presentata ha carattere eminentemente statistico; essa costituisce la sintesi dello spoglio del materiale che ri-

guarda specialmente la siccità del 1921 e che si riferisce a 294 centrali idriche e a 80 centrali termiche, ossia complessivamente a circa i tre quarti della potenza installata in Italia.

Per il 1921 risulta una produzione alquanto inferiore a quella registrata nel 1920, malgrado l'incremento nella potenza controllata nell'ultimo periodo — 3440 milioni di kW-ore contro 3560 nell'anno precedente. È risultata anche una riduzione nelle ore di funzionamento dei macchinari, da un totale di 3850 a 3440 ore.

Tale riduzione deriva essenzialmente dalla crisi che l'industria elettrica ha attraversato nelle regioni settentrionali in seguito alla mancanza di precipitazioni verificatasi negli ultimi mesi dell'anno, come si rileva dalla molto notevole riduzione delle ore di funzionamento dei macchinari generatori installati nella valle del Po. L'effetto di tale crisi si concretizza equiparandolo all'arresto completo del macchinario per due mesi sui dodici di lavoro normale dell'annata.

Un comportamento opposto si riscontra invece nel diagramma della produzione dell'Italia centrale e meridionale che superò l'equivalente dell'anno precedente.

L'Ufficio Centrale Idrografico ha sottoposto ad un esame particolareggiato tutta la produzione del 1921 completando lo studio degli effetti della siccità con l'esame della produzione del 1° trimestre del 1922, onde avere un quadro completo dell'influenza della crisi di precipitazioni atmosferiche sulla produzione di energia elettrica. A questo scopo si sono messi a raffronto i dati raccolti per la catena alpina, per quella dell'Appennino settentrionale e per l'Appennino centrale, e tutti sono esposti nella relazione in oggetto.

Si è voluto poi accertare quale influenza hanno le precipitazioni misurate nelle diverse regioni sull'andamento della produzione, tenendo presente che su questa non influisce esclusivamente la somma di precipitazioni del mese stesso, ma il complesso delle vicende climatiche di un periodo precedente che non è possibile delimitare a priori ma che dipende dalle caratteristiche del bacino e dal genere di precipitazioni. Come elemento caratterizzante le condizioni idrologiche di un dato mese nei riguardi della produzione, sono state assunte le precipitazioni del trimestre che si chiude col mese stesso, ottenendo risultati soddisfacenti. Per ognuna delle tre regioni montane suddette si è stabilito di raccogliere i dati di un certo numero di stazioni di funzionamento attendibile e si è assunta come definizione numerica della precipitazione media in un dato periodo di tempo la media aritmetica dei totali misurati in tale periodo nella stazione prescelta. Con i detti totali sono state calcolate le somme trimestrali e poi le medie per ogni gruppo regionale. Si è giunti in tal modo a constatare che la produzione riproduce, attenuandolo, l'andamento dei numeri assunti a definire le condizioni idrologiche.

De Rossi: Rileva l'importanza delle comunicazioni fatte dall'Ufficio Centrale Idrografico e propone che i congressisti tributino un voto di plauso ai dirigenti ed ai funzionari che prendono parte alle sedute.

Segue una calorosa ovazione da parte di tutti i presenti ai quali l'ing. Cozza rivolge parole di ringraziamento.

Panzarasa: Ritiene opportuno che ogni centrale idroelettrica disponga degli strumenti principali necessari alle osservazioni di carattere meteorologico ed idrografico, in modo da costituire una piccola stazione idrografica adatta agli scopi dell'industria. I dati raccolti potrebbero poi essere pubblicati per gli opportuni studi e per le statistiche.

Allievi: Non ritiene che si possano stabilire norme di carattere generale per la relazione che lega le precipitazioni atmosferiche di un dato periodo alla produzione di energia. A seconda dei bacini e del tipo di precipitazioni prevalenti si hanno influenze più o meno immediate; alle volte sulla produzione di una centrale influiscono le precipitazioni di un periodo anteriore abbastanza remoto, un anno e più.

Presidente: Si compiace con l'ing. De Marchi per il lavoro compiuto e lo ringrazia per l'esposizione fatta. Conviene con l'ing. Panzarasa sulla opportunità di istituire, presso le grandi centrali specialmente, un adatto servizio di osservazioni idrografiche da registrare con continuità. Gli risulta del resto che presso qualche centrale già si pratici qualcosa del genere; ed ogni modo raccomanda ai colleghi di tener presente l'utilità della raccolta di dati che possono riuscire utilissimi per le statistiche che interessano l'industria elettrica.

Quanto all'osservazione dell'ing. Allievi egli condivide il parere da lui espresso e crede di potere affermare che l'influenza delle precipitazioni di un dato bacino sulla produzione dell'energia si manifesta o si protrae dopo un periodo che può andare fino a due anni circa.

Del Valle: È del parere che la rispondenza tra precipitazioni e produzione di energia varia da regione a regione. Nella regione Veneta fissando tre mesi antecedenti al periodo di magra si può vedere come esista una relazione fra le due quantità, e la previsione prospettata dall'ing. De Marchi si realizza effettivamente salvo nei bacini di natura carsica cioè di morfologia complessa.

Ganassini: La tendenza a dare alle medie ricavate dallo studio di un complesso di dati periodici il valore di cifre conclusive attendibili è un po' di tutti. Bisogna invece studiare le caratteristiche di un dato fenomeno e i dati che lo rappresentano nelle loro variazioni senza dare alle medie valore estensivo che soddisfi alla ricerca. È d'accordo con l'ing. Allievi nel ritenere che la rispondenza di causa ad effetto fra le precipitazioni atmosferiche e la produzione dell'energia in una data zona non può concretizzarsi in un intervallo approssimativamente fisso che permetta previsioni attendibili solo perchè il calcolo del legame che corre fra i due fenomeni è basato sulla media delle medie di un gran numero di osservazioni sistematiche. L'ing. De Marchi non dice ad esempio se ha tenuto conto nei suoi calcoli del modo come un dato

bacino è utilizzato, se si trae vantaggio dalle morbide, ecc., il che ha grande influenza sulla produzione.

De Marchi: Spiega con maggior dettaglio i criteri adottati nello studio dello speciale argomento, mettendo in evidenza che l'indagine condotta riguarda le relazioni tra precipitazioni e produzione di energia elettrica di vaste regioni, comprendenti bacini imbriferi di caratteristiche idrologiche e geologiche assai diverse, fra le quali interviene una mutua compensazione. Il risultato, accertato per regioni di tale vastità, ovviamente non potrebbe più sussistere quando l'indagine venisse limitata ad impianti singoli, il cui funzionamento dipende da molteplici fattori, oltre che dalle precipitazioni. Alle conclusioni emergenti dai dati raccolti non deve quindi essere attribuita una portata maggiore di quella che esse effettivamente possono avere.

Giandotti: Spiega come ogni Società o Azienda elettrica che sfrutti il possesso di un bacino possa stabilire facilmente i criteri di rispondenza fra precipitazioni atmosferiche e influenza sulla produzione di energia, traendone delle norme approssimate circa le previsioni che si possono fare.

Rebora: Fa un'osservazione formale sul lavoro statistico presentato dall'ing. De Marchi. Le ore di utilizzazione sono calcolate sulla potenza installata, e siccome si è soliti riferirsi sempre alle punte nel diagramma del carico si vede che non è la stessa cosa; le ore di utilizzazione risultano in realtà superiori. Egli ha determinato per la produzione del 1918 questo coefficiente, e sulla somma delle massime punte di tutti gli impianti ha avuto 5200 ore di utilizzazione sul totale. Se diciamo che il valore delle punte è del 75 % dell'installato possiamo concludere che la somma delle ore di utilizzazione calcolata sulle punte effettive non è lontana da 5000 dato coincidente coi rilievi del 1918.

Civita: Sul coefficiente di utilizzazione occorre intendersi. Non esclude che se si considerano gruppi limitati di Società si possano anche trovare utilizzazioni del 62 %, corrispondenti a 5500 ore, ma tale cifra raramente si raggiunge sulla potenza installata, cioè sulla punta massima. Dalle statistiche compilate per l'A. E. I. E. ha trovato il 52 % ma solo durante il massimo consumo nel periodo bellico (1918) per il lavoro continuativo delle 24 ore nelle industrie. Attualmente sulla potenza media funzionante egli ha un coefficiente medio del 47 %, che si riduce al 40 % (3500 ore) sulla potenza massima che si suppone sviluppata dagli impianti idroelettrici integrati dai serbatoi e dalle centrali termiche.

Ritiene che l'ing. De Marchi abbia quindi calcolato giusto. Arriveremo fra un anno o due ad avere coefficienti esatti, oggi sono tutti alterati dal periodo di guerra. Raccomanda vivamente ai colleghi che forniscano dati statistici sulle loro aziende quando ne sono richiesti; egli deve lamentare la difficoltà di avere dati esatti per le statistiche che lo interessano.

Presidente: Raccolge la raccomandazione dell'ing. Civita e la fa sua e dell'Associazione. Capita sovente di dovere chiedere dati di grande importanza statistica ai colleghi o di inviare questionari da riempire. Si hanno molto di frequente risposte imprecise o incomplete o nessun dato addirittura, onde è difficile arrivare a delle conclusioni. Per le condotte forzate ad esempio non si è riuscito ad avere alcun dato. Insiste nel pregare vivamente i colleghi direttori di aziende affinché corrispondano sempre alle richieste di dati ed elementi tecnici e pongano scrupolosa esattezza nel fornirli.

Dà la parola all'ing. Forti.

8. FORTI - *Le crisi di magra ordinarie ed eccezionali dei corsi d'acqua nella distribuzione dell'energia elettrica.* — Elettrotecnica, N. 17, 12 Giugno 1922, pag. 382.

Forti: Il Comitato Idrotecnico si è incaricato di studiare le condizioni che si verificano nella parte occidentale della Valle Padana prendendo in considerazione i corsi d'acqua di tipo glaciale con abbondanza estiva e magra invernale, il cui tipo di deflusso è sostanzialmente uniforme. Scopo dello studio era di accertare in qual modo si poteva colmare la deficienza di produzione in parte con impianti a serbatoio e in parte con centrali termiche d'integrazione. Stabilito quindi il principio di far fronte alle magre di normale ricorrenza con impianti idrici ed a quelle eccezionali con impianti termici, si è determinato in media la riduzione normale delle portate e quindi della potenza del 42,2 % e quella eccezionale (tipo 21-22) al 22,8 % mentre la deficienza normale dell'energia risultò pari al 15,6 % della produzione totale annua.

Le Centrali termiche dovrebbero quindi per grandi aggruppamenti regionali avere una potenza pari a circa il 20 % della potenza idraulica.

Da quanto sopra, avendo ricavata l'impressione che manca oggi ancora un criterio esatto circa l'importanza degli impianti a serbatoio, si è pensato di stabilire una specie di graduatoria degli impianti da costruire nei prossimi tempi, in modo da dare la precedenza in ordine decrescente:

- 1.° Ai Serbatoi atti ad incrementare la produzione d'energia invernale degli impianti esistenti.
- 2.° Ai nuovi impianti che producano energia esclusivamente invernale: di cui anche la Svizzera si preoccupa tanto.
- 3.° Agli impianti che producono energia prevalentemente invernale;
- 4.° Agli impianti a produzione di energia regolata in tutti i mesi;
- 5.° Agli impianti a deflusso naturale.

Questa è stata la sintesi del lavoro del Comitato. Il prof. Ferraris ha fatto gentilmente conoscere le sue osservazioni a queste conclusioni, mettendoci in grado di dare una risposta. Egli osserva che una volta

accertata la potenza termica necessaria per sopperire al periodo di magra non ci si troverà mai in grado di fare entrare in esercizio nel momento giusto la centrale termica non potendosi prevedere con precisione quando essa dovrà assumersi la sua parte del carico. Si risponde che nell'esercizio dei Serbatoi occorre mettere a profitto le conoscenze idrauliche ed un po' il proprio razziocinio, così come fa il banchiere per la questione dei cambi.

La conoscenza dei diagrammi dice sempre qualche cosa e permette di giudicare e prevenire: Uno studio per l'impianto dell'Anza riguardante la magra 1921-22 e di altri corsi a regime glaciale ha dimostrato che sarebbe bastato di porre in funzione le Centrali termiche al momento in cui si raggiunge il limite della magra ordinaria, cioè a metà Novembre, per trovarsi bene al momento della mancanza d'acqua.

Riconoscendo che, mentre negli impianti a deflusso glaciale, giunti a metà o a fine Ottobre, quando non c'è più speranza di ripresa di acqua, si può giudicare con certa sicurezza sul futuro andamento, — nel Veneto la situazione è più difficile, perchè si hanno in genere 2 magre all'anno e 4 magre e talvolta, mentre si pensa che il fiume riprenderà, sopravviene un'altra magra che si salda con la precedente ed i presagi diventano molto difficili.

Studii come quelli fatti dal Comitato valgono per grandi aggruppamenti, dove sono in gioco molti impianti con produzioni ingenti: mentre il noto studio del Prof. Ferraris è basato sul solo impianto del Cellina, il che non però mette di formulare delle direttive precise. Si accenna al proposito che, particolarmente nel Veneto, i corsi d'acqua dimostrano regimi di magra svariati e cita i casi del Boite e del Brenta che risentirono relativamente assai poco la recente forte crisi di magra.

Ferraris: Parla delle condizioni speciali del Veneto in cui il problema trattato dal Comitato Idrotecnico presenta infatti difficoltà maggiori per la facilità specialmente con cui le magre di saldano tra loro.

Ganassini: Fa brevi osservazioni sul comportamento caratteristico dei bacini glaciali.

Olmo: In tema di energia di integrazione fa rilevare la necessità che si faccia universalmente capire e si propugni presso i distributori di energia elettrica e presso gli utenti la opportunità e la giustizia di una equa scala dei prezzi colla quale si differenzii l'energia estiva dalla energia continua e di integrazione. Fa rilevare come i dati numerici esposti nella Relazione del Comitato Idrotecnico circa le disponibilità di energia di acqua fluente e di energia di integrazione invernale, soprattutto se corroborate con più completi dati di costo, potrebbero servire per una razionale differenziazione dei prezzi come richiesta sopra.

Civita: Fa rilevare l'importanza dell'osservazione dell'ing. Olmo riguardo alla parte finanziaria del problema dell'integrazione termica invernale. Risulta inoltre dalla discussione del tema presentato dall'ing. Forti che fra qualche anno si potranno fare impianti atti a dare un utile che assicuri il servizio se, secondo i programmi di lavoro in attuazione, si potrà avere un complesso di impianti collegati ed integrati, tali da poter assicurare il servizio in ogni contingenza. Ma deve fare però grande assegnamento sulle centrali termiche, le sole che possono permettere di seguire il diagramma del consumo senza sprechi di acqua e quindi nel modo più economico e conveniente anche per l'utente pur se chiamato ancora a corrispondere il sopraprezzo, od una maggior tariffa integrativa. Ciò dovrebbero far capire i Soci dell'A. E. I. al pubblico.

Presidente: Ringrazia l'ing. Forti e prende atto delle parole dell'ing. Civita convenendo nella necessità che l'A. E. I. contribuisca a far conoscere al Paese le condizioni in cui si trovano le industrie elettriche nazionali e le conseguenze che ne derivano. Rimanda la trattazione degli argomenti del primo gruppo che rimangono alla seduta pomeridiana.

* *

2ª Seduta - Pomeriggio del 2 ottobre 1922.

Presiede il Presidente Generale comm. ing. Del Buono; funziona da Segretario il Segretario alla Presidenza ing. Grillo.

Presidente: Apre la seduta alle 14,35 per continuare la discussione sui temi del primo gruppo e dà la parola all'ing. Del Valle:

9. DEL VALLE - *Bilancio idrologico dei bacini imbriferi.* — Elettrotecnica, N. 30, 25 Ottobre 1922, pag. 709.

Del Valle: Il compito di risalire dai fatti isolati a leggi unitarie in questo metodo di analisi dei bacini imbriferi, si dimostra particolarmente arduo per la nostra penisola in confronto con altre regioni, per esempio la media Europa, di uniformità climatico-morfologica alquanto maggiore. Una certa omogeneità è però riscontrabile nei fenomeni di deflusso, in quanto essi derivano dall'azione del serbatoio atmosferico comune a tutti i bacini di una regione più o meno vasta. A tal proposito, e prendendo anche argomento da alcune divergenze di vedute sorte durante la odierna discussione, cerchiamo anzitutto di renderci conto della possibilità di omogeneità del fenomeno per regioni. Nella analisi dei singoli bacini saranno utile guida le dipendenze per lo più grafiche tra le singole variabili interessanti un bacino, delle quali sottopone alcuni esempi, nei bacini: bonifiche Ferraresi, Arno, Mincio, Po, Regione Veneta. Parte dal caso più semplice del bilancio modulare, ove il rendimento idrometeorico:

$$\epsilon_m = 1 - \frac{\epsilon_m}{P_m}$$

Digitized by Google

si dimostra retto da due fattori principali: la perdita per evaporazione, o deflusso gazooso da o verso il comune serbatoio atmosferico, la quale dipende più intimamente dalle caratteristiche morfologiche totali, superficiali e sotterranee, geologiche, ecc., del bacino, mentre l'altro fattore, la piovosità, sembra dipendere prevalentemente dall'orientamento geografico e subordinatamente dalla morfologia superficiale del bacino: il problema, mi sembra, sta tutto nell'analizzare questa duplice azione. Una simile omogeneità di rendimento è p. es. riscontrabile nei fiumi principali della regione Veneta allo sbocco in pianura e pel regime di magra, (escluso però l'Isonzo di natura carsica), e fa presumere una omogeneità morfologico-climatica dovuta forse alla origine costituzionale, glaciale di questi bacini.

Ma è logico prevedere che i due citati fattori ε_m e p_m obbediranno a leggi generiche, in quanto essi derivano dal serbatoio atmosferico, le di cui possibilità di saturazione saranno probabilmente rette da leggi unitarie fisiche. E, di fatti, riesce possibile, per una larga maggioranza di bacini per i quali prevale la capacità superficiale su quella totale, riscontrare la traccia di un fenomeno di deflusso unitario regolare, fissando un profilo unitario di media altitudine. Queste possibilità di deflusso emergono per tre regimi modulare, massimo e minimo dal grafico IV della Memoria, e le tre curve regionali risultanti formano l'involuppo delle singole curve, da sorgente a foce, pertinenti ad ogni bacino in particolare. Il fenomeno riveste quindi natura generale con le accennate restrizioni.

Partendo da questo riscontro si è pensato di analizzare la dipendenza delle variabili del bacino dal comune fattore piovosità, che dà vita all'intero fenomeno di deflusso, giungendo ad un primo tentativo di costruzione dei diagrammi modulari per una vasta categoria di bacini della regione italiana settentrionale e centrale, come dal grafico II della Memoria. Emerge da esso come la perdita per evaporazione modulare ε_m segue una curva regolare di natura esponenziale, simmetrica ad un valore critico della piovosità, al di qua e al di là della quale si constata una diminuzione di evaporazione, segno del regime critico di saturazione accennato pel serbatoio atmosferico dominante.

Questa conclusione è di sommo interesse e se ne ha una conferma in un recente studio del Coutagne che trova per intere regioni la evaporazione legata alla precipitazione, e ne stabilisce la formula:

$$\varepsilon_m = \varepsilon_0 \cdot e^{-a^2(p_m - p_0)^2};$$

ove ε_0 è la massima evaporazione critica propria della regione, e quindi dipendente dalle caratteristiche climatico-morfologiche di essa e p_0 la corrispondente precipitazione critica.

Ma osserva anche il Coutagne che il prodotto $a \cdot p_0$ è sensibilmente costante, per regioni assai dissimili come Francia, Media Europa, Stati Uniti. Ponendo dunque in sua vece una costante A^2 che potremmo chiamare *parametro atmosferico*, si potrà scrivere simbolicamente:

$$\varepsilon_m = \varepsilon_0 \cdot e^{-A^2 f(p_m)^2}$$

che introdotta nella formula per il rendimento ci dà:

$$p_m = 1 - \frac{\varepsilon_0 e^{-A^2 f(p_m)^2}}{p_m}$$

dalla quale relazione sembra confermata la preponderanza dei fattori A , p_m di natura generale fisico-geografica sul fattore ε_0 costante rappresentativa della particolarità del bacino. Quanto sopra vale sempre, escluse anomalie morfologiche o climatiche, come fenomeni carsici, precipitazioni sporadiche e simili.

Le curve pel deflusso e rendimento derivano poi semplicemente da quella stabilita per la evaporazione, giusto la nota equazione.

Quanto precede vale per l'analisi modulare per l'anno-intero ideale; per l'analisi stagionale o mensile, che è espressa dalla relazione:

$$p = q + \varepsilon + r$$

le cose stanno diversamente. Qui le dipendenze tra le variabili sono complicate dalla presenza della variabile r , rappresentante la capacità del bacino, che si può opportunamente raggruppare con la p scrivendo: $p^1 = p - (\pm r)$ dotazione meteorica che porta all'espressione: $p^1 = q : p^1$ pel rendimento parziale, p. es. mensile.

Ricercando per ogni singolo bacino le relazioni o dipendenze tra queste variabili si giunge a forme ciclo-esponenziali prodotte dall'azione di fatti meteorici ciclici sul bacino, di natura esponenziale; forme che ricordano in parte il fenomeno dell'isteresi magnetica, ordinate per precipitazioni ascendenti o discendenti, lungo i singoli mesi dell'anno idrologico. Si può così determinare la relazione p. es. tra deflusso q e precipitazione apparente p , o meglio tra q e p^1 che tiene conto dello sfasamento, dovuto alla capacità del bacino, della precipitazione sul deflusso. A seconda della natura del bacino sarà facile scindere i bilanci nelle due parti, liquida e solida, e, sovrapponendo ambedue, giungere al quadro totale.

Stabilite queste relazioni per l'anno medio, queste formeranno un nucleo medio centrale intorno al quale graviteranno i fenomeni isolati per le varie annate, colla possibilità di previsione di questi ultimi quali escursioni dalla media.

Meglio ancora, costruendo le interdipendenze integrali e sommando dall'inizio al termine dell'anno idrologico, sarà possibile p. es. raffigurare la Σq in funzione della Σp o Σp^1 , colla previsione dello «zampillo regimale» che scaturirà dal serbatoio o bacino, di uno stato integrale prestabilito. E si dimostrerà una rigidità più o meno tipica a seconda dell'effetto regolatore del volano o polmone elastico del bacino, caratteristico della ricchezza di esso.

Questi per sommi capi i criteri di analisi adottati, che facilitano la indagine unitaria dei bacini. Un'applicazione pratica risulta ad esempio dai grafici che riguardano il bilancio del Po a Pontelagoscuro. Ha tentato di stabilire il fenomeno medio per questo bacino integrando le isoiete per una ventina di anni, costruendo la curva ipsografica e ietografica del bacino per zone e scindendo il bilancio nelle parti solida e liquida. In quest'analisi ha adottato un artificio nuovo ma logico: quello di inquadrare il fenomeno naturale nella integrazione proporzionando le Σr lungo i vari mesi, alle variazioni medie del livello freatico, del quale esse sono rappresentative. Il campo d'indagine si presenta vasto e di sommo interesse anche per le analogie che dimostra con la elettrotecnica: basterà ricordare i concetti: Differenza di potenziale — precipitazione; Circuito con resistenza ohmica e capacità — bacino, con morfologia superficiale o sotterranea; Componenti sfasate della tensione — precipitazioni sfasate; Isteresi magnetica — isteresi per precipit. ascendenti e discendenti, cicli di saturazione; Circuiti in parallelo — analisi cumulativa di bacini intercomunicanti, ecc.

Presidente: Ringrazia l'ing. Del Valle per la lucida esposizione della memoria presentata e dà la parola all'ing. Giandotti.

10. GIANDOTTI - *Rendimento dei bacini imbriferi.* — Elettrotecnica numero 25, 26 Settembre 1922, pag. 553.

Giandotti: Ha ritenuto opportuno di richiamare l'attenzione dei colleghi su questo argomento perchè nella lunga pratica professionale acquisita e nell'esame dei numerosi progetti di cui ha avuto ad occuparsi, riguardanti derivazioni di acque, ha rilevato che il problema idrografico studiato non segue opportunamente i fatti fisici del bacino. Sovente sono accettati ed estesi allo studio di tutto il bacino i dati di una sola stazione di osservazione, l'unica che si trovi nella zona; talvolta molti credono di potere estendere alle alte quote del bacino il gradiente pluviometrico esistente fra la stazione osservatrice di montagna e quella posta a valle. Un tale criterio può invece indurre in errore, perchè di frequente si ha un degradiente pluviometrico con l'aumento della quota, e quindi una diminuzione invece che un aumento di precipitazione.

Quando nel bacino alimentatore di un dato serbatoio non si dispone di alcuna stazione meteorologica l'analisi si può fare prendendo in esame i dati forniti dalle stazioni dei bacini confinanti: si tracciano allora le curve isoiete relative agli stessi le quali verranno ad intersecare il bacino sprovvisto di stazione.

Osservando una carta del bacino *padano* si rileva che negli anni dal 1916 al 1919 si possono ricavare buone indicazioni per determinare l'eventuale gradiente pluviometrico. Ad ogni modo anche quando si hanno diverse stazioni meteorologiche nel bacino che si studia è consigliabile procedere all'esame della piovosità tenendo anche conto delle stazioni in territorio confinante perchè solo così si riesce a riconoscere la piovosità generale della regione, desumendo quella particolare del bacino che interessa, la quale rientra nella fisionomia pluviometrica generale.

Quando si dispone di diverse stazioni nel bacino è meglio vedere come si possono distinguere le precipitazioni, dividendole in liquide e solide, ossia in piovose e nevose, il che porta a risultati di apprezzamento molto soddisfacenti. Si tratta di riuscire a determinare mese per mese la posizione dell'isoterma zero, al di sotto della quale la precipitazione è piovosa, mentre al di sopra è nevosa.

Un tale criterio per determinare il rendimento dei bacini imbriferi egli ha avuto occasione di applicare in diversi casi nei quali ha potuto accertare l'esattezza delle conclusioni teoriche, misurando la portata effettiva che corrispondeva a quella prevista.

Per i bacini montani in cui c'è precipitazione nevosa abbondante occorre per una data capacità di serbatoio un bacino molto più grande che non con un regime prevalentemente piovoso. Infatti la neve rimanendo spesso lungo tempo accumulata sul suolo, per effetto di evaporazione dovuta al vento ed alla temperatura, una parte dell'acqua volatilizza, mentre poi all'epoca dello scioglimento, passando le acque su terreno quasi secco e riscaldato, se ne diminuisce il deflusso a valle.

Infine per quanto concerne la previsione delle magre che interessano impianti a serbatoio già eseguiti, occorre tener presente che in un bacino a regime climatico alpino in generale l'alimentazione idrica che influisce sul regime di magra invernale è quella che può verificarsi nel semestre dal settembre al febbraio, e l'alimentazione che ha effetto sulla magra estiva si ha dal marzo all'agosto. Una statistica esatta dei dati pluviometrici che interessano questi periodi deve dare una previsione abbastanza attendibile dei deflussi delle magre. Si raggiunge lo scopo di una tale previsione ricorrendo alla determinazione delle curve di esaurimento dei deflussi nei periodi dal gennaio al marzo e dal luglio al settembre, curve che sono di facile costruzione e che rappresentano con le ascisse il tempo e con le ordinate i deflussi nei periodi di mancanza di precipitazione. Esse esprimono quindi il regime delle sorgenti alimentate dalle precipitazioni dei mesi precedenti e possono essere tanto numerose quanto occorre per avere una previsione più o meno accurata delle magre.

Si augura che, dato il progresso conseguito dalla idrografia e lo sviluppo della rete di osservatori in Italia i tecnici che devono dedicarsi allo studio di problemi idraulico-idrografici evitino l'empirismo e si avvalgano dell'aiuto che possono ottenere dagli uffici competenti.

Presidente: Ringrazia l'ing. Giandotti per aver portato il contributo notevolissimo della sua esperienza e dei suoi studi in seno al Con-

gresso ed apre la discussione sui due temi svolti dagli oratori precedenti.

Ganassini: In linea di massima conviene in quello che hanno esposto gl'ingegneri Del Valle e Giandotti. Il primo di questi ha fatto uno studio lodevole di carattere matematico sui fenomeni ciclici, ma sulla piena attendibilità di queste analisi matematiche egli esprime qualche riserva, potendosi ripetere nel caso specifico il giudizio di Lord Kelvin che «la matematica è un ottimo servitore ma un perfido padrone».

L'Ingegnere Giandotti, che da parecchi anni dirige con singolare competenza ed attività un ufficio che tanti dati essenziali per l'industria idroelettrica raccoglie e classifica, rendendo i più vistosi servizi alla elaborazione seria dei progetti idroelettrici, ha studiato lungamente il problema delle torbide, che è veramente di grave importanza per le derivazioni con serbatoi.

Egli riferendosi anche a quanto l'ing. Giandotti ha esposto nella seduta precedente ricorda che a proposito della portata solida dei corsi d'acqua, per quel che riguarda l'industria idro-elettrica, c'è stato in questi ultimi tempi un vero allarme. In verità non bisogna andare nell'eccesso, pur preoccupandosi del pericolo grave dell'interrimento dei serbatoi. Bisogna tener presente che le torbide non si depositano in poche ore e che in un serbatoio in attività di servizio parecchio materiale sospeso raggiunge la vasca di carico e passa attraverso le turbine. Questo materiale sfugge all'analisi nel calcolo che il tecnico istruisce per prevedere e misurare l'effetto delle torbide. Ritiene quindi che seguendo troppo alla lettera i criteri esposti dal collega Giandotti si arrivi a risultati pessimistici che non corrispondono alle realtà. Conviene che la portata solida dei torrenti appenninici segue una curva abbastanza regolare dalla sorgente alla foce, e su di essi è possibile fare uno studio abbastanza concreto: in generale si hanno portate solide abbastanza regolari nei corsi d'acqua a pendenza approssimativamente uniforme ed a sponde regolari; ma quando il corso d'acqua attraversa regioni boschive con andamento accidentato, si hanno variazioni notevoli nella portata solida. Cita il fatto occorsogli studiando con una Commissione di tecnici il corso della Secchia: al ponte di Sassuolo l'acqua era molto torbida, mentre essendosi portata la Commissione qualche decina di chilometri a nord ebbe agio di constatare come l'acqua scorresse perfettamente limpida.

Conclude affermando ancora che il tema della portata solida dei corsi d'acqua è molto importante e degno di essere profondamente discusso e che ogni contributo di studi al riguardo merita la maggiore attenzione.

Del Valle: Aggiunge poche parole in difesa del sistema degli integrali grafici e sostiene che nello studio da lui proposto del rendimento dei bacini imbriferi egli ha procurato di seguire una via logica, che tende a disciplinare e coordinare nel modo più probabile gli elementi ciclici in giuoco, colla perezquazione delle loro osservazioni concrete.

Novarese: Ha ascoltato la interessante esposizione di studi e ricerche fatte dagli oratori precedenti le quali hanno portato a conclusioni apprezzabilissime, consentendo di ridurre a formule concrete una quantità di dati che dipendono da fenomeni naturali variabilissimi i quali interessano non solo la precipitazione atmosferica ma anche la conformazione del bacino. Egli si compiace con gl'ingegneri Del Valle e Giandotti.

Il metodo suggerito dal primo di essi è a suo parere buono in linea di massima, ma deve essere adattato allo studio dei singoli bacini che si presentano all'esame idraulico-idrografico. Lo stesso dicasi delle considerazioni esposte dall'ing. Giandotti le quali, in ogni caso speciale di applicazione devono essere in armonia con le caratteristiche peculiari della zona che si studia.

Giandotti: Ringrazia il prof. Novarese per l'apprezzamento fatto della memoria da lui presentata, e ritiene di avere già fatto rilevare la necessità che i concetti da lui esposti e le norme che ne derivano siano applicate in armonia con le speciali caratteristiche del bacino che si studia.

De Antonellis: Vuole informare brevemente i colleghi sulle speciali caratteristiche e l'importanza che investono i problemi in discussione quando si riferiscono alla Venezia Giulia. In linea di massima si può dire che tutte le osservazioni meteorologiche e idrografiche che hanno valore per lo studio di qualsiasi bacino sono di speciale utilità non sempre valgono per quelli della Venezia Giulia in cui si hanno casi tipici costituiti dai bacini carsici. Non sussiste una vera legge di proporzionalità fra le precipitazioni meteoriche al variare dell'altitudine, pur nello stesso bacino dell'Isonzo. I Bacini idrici non corrispondono sempre ai territori imbriferi; a differenza del tratto meridionale di quel bacino ove la costituzione litologica del terreno è varia e complessa per l'avvicinarsi di numerose formazioni dalle paleologiche alle più recenti, il territorio dell'alto Isonzo è occupato in quasi tutta la sua estensione dal trias superiore rappresentato dal calcare del Daclstein alternato con banchi della dolomia principale. Il carattere di questo tratto è spiccatamente carsico e le precipitazioni meteoriche vengono assorbite attraverso le rocce e formano estese reti idrologiche, sboccanti quasi sempre nelle sottoposte fuori dei bacini naturali. Da ciò emerge che dall'estensione del bacino imbrifero non si può sempre calcolare in modo attendibile la portata utilizzabile. Lo stesso fenomeno d'irregolarità si nota per la portata solida. Mentre si studia la possibilità di ricavare norme concrete che valgano per i bacini della Venezia Giulia, derivando da un complesso di dati e di osservazioni accurate, vorrebbe mettere sull'avviso i colleghi progettisti che dovessero affrontare lo studio idrografico di qualche zona della Venezia Giulia che attende dallo sviluppo degli impianti elettrici la sua redenzione industriale.

11. REVESSI - *Per una carta della distribuzione delle forze idrauliche.* — *Elettrotecnica* N. 23-24, 15-25 Agosto 1922, pag. 505.

In assenza del prof. Revessi il Prof. Barbagelata legge il seguente appunto comunicatogli dal Prof. Revessi.

Il meccanismo della carta presentata non nasconde nulla di particolarmente peregrino: occorre rilevare soltanto l'importanza che hanno gli elementi messi in evidenza riguardanti i profili, le portate, le potenze totali e specifiche. Una carta di questo genere viene evidentemente a costituire una specie di catasto delle acque, substrato necessario a rispondere a molti quesiti e a impostare razionalmente una quantità di problemi. Potrebbe essere assai utile l'appoggio morale dell'Associazione per raggiungere la finalità che l'autore dello studio si propone.

La illuminata liberalità dell'Istituto Federale di Credito per il risorgimento delle Venezia gli ha dato i mezzi per preparare quello che si potrebbe chiamare una redazione preliminare di questa carta per i bacini che interessano le tre Venezia: carta che sarà riprodotta in una prossima pubblicazione dell'Istituto e che egli sarà lieto di offrire in omaggio ai colleghi che desiderassero riceverla. Ma se anche la fiducia dell'Istituto gli sarà mantenuta e se potrà ancora valersi dell'opera encomiabile dei coadiutori ing. Mario Segà e colonnello Vincenzo Palumbo, egli non potrebbe introdurre nella carta presentata correzioni e perfezionamenti che la discussione odierna e l'interessamento futuro dei colleghi saranno per suggerire. Nè sarebbe possibile estendere ad altri bacini il lavoro che si compendia nella carta presentata, in quanto che innanzi tutto l'opera dell'Istituto deve rivolgersi alla regione veneta, essendo buona parte dei dati assunti non ancora sperimentalmente accertata, ma solo determinata approssimativamente con calcoli presuntivi. Del resto la piccola parte di dati certi che esiste è tenuta gelosamente in archivio, essendo costata non lieve fatica per la messa insieme e perchè essa è di pertinenza privata: mentre si attende di completarli per pubblicarli sotto la propria etichetta se si tratta di un ente pubblico.

Avere completi in senso assoluto tutti gli accertamenti che sarebbero necessari vorrebbe dire attendere qualche decennio, attesa non tollerabile quando i bisogni cui questa carta risponde incalzano e quando fuori dei nostri confini una notevole parte di questi accertamenti è stata fatta e pubblicata da tempo, così che ad esempio per i bacini alpini ex austriaci già esiste un catasto delle acque abbastanza completo se non ancora perfetto; ma l'intensificare queste ricerche e soprattutto facilitarne l'immediata messa in valore sarebbe una politica di tale interesse generale da non trovare alcuna opposizione.

Per raggiungere questo scopo egli vorrebbe che l'Associazione facesse valere la sua autorità nel modo che i colleghi riterranno più opportuno, ad esempio pregando la Presidenza di ottenere la collaborazione degli Enti e delle persone che abbiano un preminente interesse al compimento di questo lavoro, in maniera che esso possa essere rapidamente esteso a tutta l'Italia, e successivamente perfezionato. Per questa via in un tempo relativamente assai breve la condizione d'inferiorità in cui ci troviamo rispetto agli Stati limitrofi potrebbe essere rovesciata a nostro favore.

Vorrebbe quindi vedere sulla discussione di oggi — se gli si consente esprimere in questa sede dei desiderii — delle critiche costruttive e un avviamento a promuovere efficacemente questa collaborazione.

De Andreis: Osserva che nella memoria si tratta della compilazione della carta, mentre ora si parla di raccolta di dati. Gli sembra che altra cosa sia questa raccolta, a cui corrisponde presso a poco il catasto che l'Istituto Federale sta compiendo per le provincie venete, con la tendenza a sabilire un piano regolatore secondo il quale dovrebbero poi forse essere aggiudicate le concessioni di utilizzazione di acque. La questione della carta richiederebbe un esame tecnico e ci sarebbe da fare al riguardo qualche osservazione: per esempio che le carte troppo complete non sono sempre le più intelligibili. La carta talvolta appare perfettamente chiara, ma bisogna poi ricorrere al volume che la illustra per intenderla. Del resto la questione della compilazione della carta è una questione tecnica che non ritiene si possa risolvere in un'assemblea come la presente. L'altra, riguardante la compilazione del catasto, potrà essere oggetto di apposito esame.

Presidente: Propone che la questione sia deferita al Comitato Idrotecnico e sia risolta in altra sede.

Si dà quindi mandato al Comitato suddetto di studiare la proposta formulata dal prof. Revessi.

Ganassini: Rileva come in tutta la seduta del mattino si è trattato e discusso di Serbatoi e di ricerche idrografiche. Ora tutti noi abbiamo attinto largamente ai concetti impostati da due illustri pionieri della scienza idrografica e dello studio razionale dei serbatoi montani: il Prof. Zunini ed il Prof. Fantoli. Il primo ha dato largo contributo di opera e di ingegno allo studio del problema apenninico; il secondo a quello alpino.

È sicura di interpretare il sentimento dei colleghi congressisti inviando un voto di stima riconoscente all'indirizzo dei due nominati Professori.

Si approva per unanime acclamazione la proposta di plauso.

Presidente: Si associa cordialmente al voto espresso dall'ing. Ganassini e comunicherà agli interessati il plauso dei congressisti.

Essendo assente l'autore non poté essere discussa l'ultima Memoria del 1° Gruppo dell'

12. ING. FORNARI - *Delle sistemazioni idraulico forestali e dei rimboschimenti.* — *Elettrotecnica* N. 32 del 12 Novembre 1922, pag. 745.

Si passa quindi alla discussione delle Memorie del 2° Gruppo di cui all'elenco seguente secondo l'ordine della discussione.

II° GRUPPO - CENTRALI E MACCHINARIO ELETTRICO

13. *Belluzzo*. — Sulle moderne turbine idrauliche ultra veloci.
14. *Calzoni*. — Considerazioni ed esperimenti sulle turbine celeri.
15. *Salmojraghi*. — Note sull'impianto di Turbigo inferiore.
16. *Campos*. — Sull'impiego delle resistenze ohmiche come protezione contro le sovratensioni.
17. *Pfiffner*. — Un nuovo condensatore elettrico e le sue applicazioni.
18. *Lombardi*. — Sullo stato attuale dei sistemi di protezione contro i pericoli delle sovratensioni.
19. *Campos*. — Un wattometro sommatore ed altri dispositivi di comparazione.
20. *Bacchini*. — I Termometri elettrici.

Il Presidente dà quindi la parola al prof. Belluzzo.

13. *BELLUZZO - Sulle moderne turbine idrauliche ultra veloci*. — Elettrotecnica N. 23-24, 15-25 Agosto 1922, pag. 501.

Belluzzo: Vuole mandare innanzi tutto alla Ditta Riva e al Grand'ufficiale Ing. Riva che festeggia in questi giorni il cinquantenario della prospera azienda un saluto ed un augurio, indi riassume la sua comunicazione così esprimendosi:

I concetti informatori dello studio delle turbine ultra veloci sono due: variare gli elementi costruttivi della turbina in modo da variare a pari rendimento la velocità, oppure aumentare la velocità di scarico della turbina e la pressione nel tubo di aspirazione vicino alla ruota. Seguendo il primo criterio si è arrivati alla turbina ad elica tipo Kaplan. Per le turbine ultra veloci si è arrivati a velocità specifiche di 500 giri, ed a riguardo di questo tipo è interessante rilevare un particolare, e cioè che, mentre fino a qualche anno fa si è insistito nell'affermare che era necessario tenere lo spigolo delle pale della ruota mobile molto vicina al distributore, l'esperienza ha dimostrato la necessità di tenere invece detto spigolo lontano dal distributore. Pertanto si sono costruite le prime turbine veloci conosciute col nome di «turbine americane», nelle quali i condotti del distributore sono molto vicini allo spigolo di ingresso delle pale della ruota mobile. L'esperienza che si è fatta poi negli ultimi anni ha dimostrato che allontanando gli spigoli delle pale dal distributore e arrivando come estremo limite alla forma rappresentata nella figura 6 della memoria presentata, si ottiene un aumento nel rendimento della macchina. Se nel primo caso si aveva un rendimento del 77%, tornando lo spigolo si è raggiunto il rendimento dell'82%.

Il secondo criterio accennato consiste nell'aumentare la velocità assoluta di scarico, la quale si traduce in un aumento di depressione, dando una forma appropriata al tubo di aspirazione per convertire poi la velocità in pressione.

La ragione per cui portando indietro lo spigolo delle pale si ha un aumento di rendimento va ricercata nel fatto che, mentre la teoria parla di filetti liquidi paralleli che abbandonano la pala, in pratica si verificano invece movimenti vorticosi. Questi non hanno più influenza dannosa quando si allontanano lo spigolo delle pale dal distributore, poichè l'acqua finisce col trovare meglio la sua strada senza urti.

Da questo tipo di ruota idraulica ultra-veloce, nella quale la velocità, ossia il numero di giri specifici, può arrivare a 500 al minuto, si passa poi ad un altro tipo che può raggiungere una velocità di 900 giri. Nel primo caso si realizzano rendimenti più elevati e si dispone di un tipo di macchina che va molto bene per i piccoli salti; nel secondo caso bisogna dire che siamo ancora nel periodo sperimentale, per quanto siano state installate parecchie turbine Kaplan, anche di grande potenza.

Alcuni ritengono che il rendimento della turbina Kaplan non possa raggiungere le cifre date dall'autore, e però si è iniziata una serie di esperimenti rigorosi in base ai quali si potranno avere dati sicuri. Ad ogni modo la turbina Kaplan rappresenta l'ultima parola in tema di turbine ultra-veloci, spingendo al limite massimo l'applicazione dei concetti sopra accennati. La girante è un'elica piazzata in una sezione minima; la ruota mobile deve essere calcolata in modo e le pale devono essere così profilate che la velocità assoluta di scarico abbia una forte componente nella direzione contraria della velocità periferica, onde l'acqua possa assumere nel tubo di aspirazione un movimento rotatorio e provocare la massima depressione con la conseguente conversione della velocità in pressione in condizioni di massimo rendimento.

Se si hanno perdite notevoli il rendimento diminuisce e gli studi attuali tendono appunto ad ovviare a questo inconveniente. Quando si riesce ad ottenere un rendimento del 79 o dell'80% con questo tipo di turbine, realizzando una velocità di 800 oppure 900 giri, si ha un vantaggio reale rispetto a tipi di turbine aventi un rendimento dell'85% con una velocità di circa 150 giri.

È raccomandabile ai tecnici che si dedicano allo studio delle turbine di seguire questo concetto che risponde bene al bisogno sentito in Italia di utilizzare nel modo migliore le nostre riserve idrauliche, ed è da sperare che anche i costruttori di turbine si mettano per questa via.

Presidente: Ringrazia il prof. Belluzzo per l'interessante argomento portato in discussione al Congresso e dà la parola all'ing. Calzoni:

14. *CALZONI - Considerazioni ed esperimenti sulle turbine celeri*. — Elettrotecnica N. 27, 25 Settembre 1922, pag. 593.

Calzoni: Dichiaro che dopo l'esposizione fatta dal prof. Belluzzo gli resta ben poco da aggiungere all'argomento. Vuole soltanto richiamare l'attenzione su alcune prove che ha avuto agio di fare, specialmente sugli ultimi tipi di turbine, allo scopo di avere dati precisi sul loro rendimento ed apprezzare l'influenza di alcune caratteristiche meccaniche, quali lo spessore dell'anello d'acqua tra girante e distributore, il numero delle pale e la curvatura delle stesse.

Le turbine che servirono per gli esperimenti sono tre, una normale, una diagonale e la terza assiale con un numero specifico di giri di 300 per la prima, 400 per la seconda e 440 per la terza; usufruenti tutte tre dello stesso gomito di scarico e di tubo di aspirazione normale.

Il rendimento massimo con $H=3.00$ $Q_{max}=1240$, ed $u=260$ è di 0.805, ad una portata uguale a 0,8 circa della massima.

Volendo tenere presente anche l'influenza del numero delle pale, l'esperienza dimostra che la diminuzione del numero di queste porta ad un aumento nella caratteristica specifica, e perciò il Kaplan si è ridotto a giranti con due sole pale. Per dimostrare che il coefficiente di attrito diminuisce con corone a poche pale basta esaminare come varia la velocità di fuga. Anche l'erogazione, che cresce con la velocità stessa, aumenta notevolmente col diminuire del numero delle pale; quindi appare chiaro l'interesse che ha il costruttore a diminuire il numero delle pale senza diminuire il rendimento della macchina.

Bisogna però dire che queste prove in genere sulle turbine veloci sono molto difficili e possono portare a disillusioni gravi. Si osserva anche in questo tipo di macchine che nella parte della girante più vicina al mozzo, si hanno vortici più forti e otturando questa zona si vede che nella erogazione ridotta si ha un aumento leggero nella portata.

Nei tipi moderni di turbine l'impiego del diffusore ha un'importanza essenziale, in quanto che esso ha lo scopo di trasformare in colonna d'acqua l'energia cinetica residua della ruota, dovuta alla velocità assoluta allo scarico. Questa trasformazione è parziale, e con tipi aventi un numero specifico di giri 1000 circa avendo una perdita di 0.45 della caduta è facile avere nella trasformazione sensibile perdita di rendimento. Questo valore elevatissimo dimostra l'importanza del diffusore. Un'altra circostanza da tenere presente per questi tipi di turbine veloci è che la velocità assoluta di scarico possiede una notevole componente tangenziale la quale rende difficile e delicata la trasformazione della velocità in carico idrostatico. La difficoltà proviene dal fatto che il moto spiraloforme nel tubo aspirante dà luogo a vortici i quali possono rendere inefficace il diffusore specie nelle erogazioni ridotte in cui la componente tangenziale aumenta molto rapidamente. La velocità di scarico viene bene utilizzata facendo uso del diffusore conico Boyden o idrocono americano che ha una forma speciale scampanata.

Il Kaplan invece ha adottato per le turbine orizzontali il suo tipo speciale di «diffusore a settore» che sostituisce il gomito di scarico dopo la girante. Inoltre per riutilizzare bene la velocità di scarico il Kaplan fa seguire al diffusore a settore una tromba a sezione crescente che funziona pure da diffusore, e per avere allo scarico una componente tangenziale sempre uguale le palette sono munite di un meccanismo apposto che regola la loro inclinazione. Essendo così costante la componente tangenziale il diffusore si viene a trovare nelle condizioni identiche per tutti i valori della erogazione, e così si spiega l'ottimo rendimento che si realizza.

Per vedere l'importanza che può avere la curvatura nella parte esterna della girante, dove la deviazione della vena si presenta più brusca, si è fatta una prova con raggio di curvatura di 35 mm. e di 10 mm. riscontrandosi una diminuzione di rendimento in funzione diretta della curvatura.

In conclusione si può affermare in base ai risultati delle prove che:

- a) il rendimento della turbina non è influenzato sensibilmente dall'ampiezza dell'anello d'acqua;
- b) il numero delle pale della girante va ridotto al minimo indispensabile, avendo esso grande influenza sulla capacità e sul valore della caratteristica specifica;
- c) per le turbine veloci la curvatura delle pale deve essere estremamente dolce onde evitare brusche deviazioni di corrente.

Presidente: Ringrazia l'ing. Calzoni per la esposizione fatta delle interessantissime prove eseguite sulle turbine veloci e delle considerazioni che ne derivano. Mette in discussione l'argomento trattato dai due oratori precedenti.

De Antonellis: Domanda se si hanno risultati pratici di esercizio di turbine veloci tipo Kaplan.

Gli risulta solo che nella Centrale di Strazig (Gorizia) ora in costruzione, della Società Filario Meccanico di Aidussina, sono state installate due turbine Kaplan, ma crede con scarso rendimento.

Sartori: Gradirebbe sapere se per queste macchine ad alta velocità siano da temere corrosioni negli organi investiti dall'acqua.

Calzoni: Non è in grado di rispondere alla richiesta dell'ing. De Antonellis. Dice al prof. Sartori che non pare si siano verificate fino ad ora corrosioni preoccupanti negli organi dei motori idraulici ad alta velocità.

Semenza: Fa rilevare la tendenza dei tecnici americani ad adoperare turbine ad asse verticale per salti fino a 150 metri. La ragione di questa preferenza va ricercata nella economia di spazio che si realizza nella Centrale e nella possibilità di impostare il piano dell'officina ad un'altezza che in taluni casi è molto vantaggiosa. In questi impianti americani il problema della sospensione delle parti mobili è risolto in modo

soddisfacente. Da noi in Italia, un tale sistema non si adotta e gli consta che i costruttori di macchinario elettrico non sono favorevoli alla adozione di turbine ad asse verticale. Sarebbe opportuno sapere qualche cosa al riguardo.

Belluzzo: Risponde all'ing. Semenza facendo notare che la tendenza americana a preferire turbine ad asse verticale deriva dalla grande esperienza acquistata in materia dalla General Electric Co. in collaborazione con la grande fabbrica di turbine Curtis. Conviene nel riconoscere che l'adozione delle turbine ad asse verticale presenta vantaggi accertati, e sarebbe da augurarsi che anche i tecnici italiani si mettersero per questa via. Ad esempio nella centrale di Trezzo si sarebbe potuto ridurre di un sesto il volume occupato dall'impianto.

15. SALMOJRAGHI - *Note sull'impianto di Turbigo Inferiore.* — Elettrotecnica N. 26. 15 Settembre 1922, pag. 581.

Salmojrighi: Vuole chiarire un equivoco sorto a riguardo della centrale di Turbigo, la quale non è già una centrale automatica come molti credono, ma è una officina comandata a distanza. Non ritiene opportuno dare schiarimenti sui sistemi di comando a distanza in quanto che, essendo progettata una gita a Turbigo per il pomeriggio del 5 ottobre, sarà meglio trattare l'argomento sul posto, avendo presenti i dettagli dell'impianto. Prega quindi i colleghi che s'interessano all'argomento di compiacersi intervenire.

Anau: Ha avuto campo di occuparsi dell'impianto di Turbigo di cui la trasmissione dei comandi a distanza è stata studiata ed eseguita dalla Ditta Calzoni di Bologna. Si è trattato per la suddetta centrale di comandare il Regolatore della Turbina con dispositivi a pressione d'olio manovrati da elettromagneti comandabili dal quadro della vecchia centrale esistente, mediante una linea elettrica lunga circa 700 metri.

Di comandi a distanza per speciali installazioni riguardanti le officine elettriche la Ditta ne ha eseguiti anche con altro sistema esclusivamente a pressione d'olio; infatti nella nuova Centrale di Calvagese dell'Azienda Elettrica Municipale di Brescia si hanno turbine il cui regolatore è comandato dal quadro. Anche per una centrale in Val Soana si è ricorso da un sistema idro-dinamico con Colonna di comando a distanza per ridurre l'impiego di mano d'opera e trovar modo di fare eseguire dall'elettricista al quadro quello che è affidato al macchinista per ogni macchina.

Per i comandi a distanza funzionanti con servomotori rotativi a pressione d'olio si ha dunque il sistema della Colonna di comando dal quadro e quello con dispositivi manovrabili, a causa della grande distanza, mediante trasmissioni elettriche.

A Turbigo, dove funziona il secondo sistema, esiste anche la regolazione automatica in funzione della quantità di acqua disponibile nel canale. Quando in questo non ci fosse acqua, e ce ne fosse in quantità troppo esigua, pur facendo l'operatore la manovra di comando a distanza, la turbina non si aprirebbe.

La distanza non influisce sulla perfetta rispondenza del sistema che può funzionare anche con adattati elettromagneti a corrente alternata, mentre a Turbigo essi sono a corrente continua.

Un terzo caso di comando a distanza è quello di una centrale completamente automatica: la Ditta Calzoni ha studiato questo automatismo per impianti con generatori asincroni coi quali il problema resta semplificato non avendosi la messa in parallelo. Quando le condizioni dell'impianto elettrico sono tali da consentire l'impiego degli asincroni, l'uso dei comandi automatici è sempre possibile. Accenna quindi ad un impianto del genere eseguito dalla sua Ditta presso Bologna, e ad altro presso Padova, nei quali l'automatismo è ottenuto con dispositivi a pressione d'olio inseriti od esclusi a distanza con sistema elettrico.

Presidente: Essendo esaurito l'argomento trattato dai due oratori precedenti, dà la parola all'ing. Campos.

16. CAMPOS - *Sull'impiego delle resistenze ohmiche come protezione contro le sovratensioni.* — Elettrotecnica N. 27, 25 Settembre 1922, pag. 611.

Campos: La comunicazione presentata, di natura schematica, destinata ad un ulteriore svolgimento o ad una eventuale discussione e che a tale scopo riassume tratta dell'impiego delle resistenze ohmiche quale mezzo di protezione contro le sovratensioni.

Nello studio delle sovratensioni e della loro propagazione, mentre gli elementi *induttanza* e *capacità* erano da tempo opportunamente considerati ed impiegati, l'elemento *dispersione*, e specialmente l'elemento *resistenza*, non riceverono che assai più tardi una conveniente considerazione. Essi furono base di uno studio da lui presentato nel 1910 alla sezione di Milano dell'A. E. I. e di un sistema di protezione fondato sullo smorzamento delle sovratensioni per mezzo degli elementi stessi, resistenza e dispersione, e cioè di resistenze ohmiche opportunamente associate agli elementi induttanza e capacità.

Nel mentre l'impiego di resistenza ohmica come mezzo di protezione può farsi in serie oppure in derivazione (a seconda che si vuole aumentare la caratteristica *resistenza* oppure la caratteristica *dispersione*) possiamo considerarlo pure sotto altri punti di vista come l'indicato nel quadro. L'inserzione potrà essere *diretta* o *indiretta* (e in quest'ultimo caso *equivalente*); secondo l'applicazione, potrà essere *generale* cioè riguardante l'intero carico della linea o *particolare* cioè relativa a determinati apparati: secondo la durata, potrà essere *permanente* o *momentanea*. Sono indicati come esempio anche taluni tra i casi corrispondenti.

L'inserzione *diretta* di resistenze ohmiche in derivazione può agevolmente farsi in modo permanente per apparecchi particolari, contatori, bobine di scatto dei relais, trasformatori di corrente o per protezione differenziale, piccoli dispositivi con scintille d'apertura, ecc. Evidentemente non ne è invece facile l'impiego per l'intero carico di una linea industriale; anche i parafulmini a getto d'acqua debbono piuttosto considerarsi a funzionamento momentaneo come quelli a spazi esplosivi.

Anche l'inserzione *diretta* di resistenze ohmiche in serie può farsi in modo permanente soltanto in casi particolari, per esempio per piccoli trasformatori quali quelli voltometrici; per carichi più notevoli o generali può, salvo eccezioni, essere solo momentanea, per esempio negli interruttori a resistenze d'inserzione.

La messa terra permanente del neutro attraverso resistenze ohmiche è diretta principalmente ad altri scopi.

L'inserzione di resistenze ohmiche, mezzo essenziale di dissipazione della energia delle sovratensioni, può invece essere *generale e permanente* quando venga fatta in modo indiretto mediante i dispositivi contemplati dal sistema di protezione da lui studiato, di cui i più semplici e caratteristici sono:

in serie sulla linea: resistenza avente in derivazione una induttanza (dispositivo che si può indicare con RL ;

in derivazione sulla linea; resistenza avente in serie un condensatore (dispositivo che si può chiamare RC).

Il funzionamento di questi complessi è tale che per le correnti di esercizio normale della linea è trascurabile la presenza delle resistenze, ed essi si comportano come se fossero rispettivamente inserite la sola induttanza (dispositivo RL) e la sola capacità (dispositivo RC), di valori limitati facilmente ammissibili. Per le sovratensioni oscillatorie di altissima frequenza e per fronti d'onda verticali, è come se la resistenza fosse direttamente in serie sul carico (dispositivo RL) o direttamente in derivazione tra fili a terra (dispositivo RC). Per fenomeni di sovratensioni intermedi è intermedio l'effetto, cioè è come se ad un'induttanza di valore minore fosse in serie parte della resistenza (dispositivo RL) o se insieme con una capacità di valore minore fosse derivata sulla linea una maggiore resistenza (dispositivo RC). In pari tempo da questi dispositivi (che la Steinmetz ha chiamato *assorbitori di alta frequenza*) vengono ostacolate le riflessioni d'onda e le risonanze.

Essi possono essere impiegati sia separatamente, sia associati, in vari modi; tra questi il dispositivo RL ha la proprietà di non presentare alcuna derivazione a terra, e si presenta come particolarmente adatto alle linee ad alta tensione.

Sulla teoria e sulla verifica sperimentale di tali dispositivi hanno pubblicato studi notevoli in Italia il Prof. Lombardi; in Germania Biermanns Wagner, Schumann; in Inghilterra Stigant; in America Faccioli e Brinton, Goodwin, Hayden.

Tali dispositivi di protezione hanno ormai ottenuto larga diffusione e favorevoli risultati così in Italia come all'estero. Furono adottati in Germania dalla A. E. G., in Francia dalla Thomson Houston, in America dalla General Electric Co.

L'utilità delle resistenze ohmiche indirettamente inserite mediante tali dispositivi non è limitato al caso delle sovratensioni, ma si estende anche ad altri campi, per esempio, a quello della telefonia, delle recenti trasmissioni ad alta frequenza mediante fili e della radiotelegrafia, particolarmente forse per lo studio delle antenne e della trasmissione a distanza.

Presidente: Ringrazia l'ing. Campos e ritiene opportuno abbinare l'argomento trattato dal precedente oratore con il tema presentato dall'ing. Pfiffner per metterli poi in discussione insieme.

17. PFIFFNER - *Un nuovo condensatore elettrico e le sue applicazioni.* — Elettrotecnica, N. 29, 15 Ottobre 1922, pag. 691.

Presidente: È incaricato dall'ing. Pfiffner, che si scusa di non conoscere la lingua italiana, di leggere una relazione riassuntiva della memoria dallo stesso presentata (legge il testo).

Prende quindi la parola il prof. Lombardi, che riassume la sua comunicazione:

18. LOMBARDI - *Sullo stato attuale dei sistemi di protezione contro i pericoli delle sovratensioni.* — Elettrotecnica, N. 36, 25 Dicembre 1922, pag. 822.

Presidente: Ringraziato vivamente il Prof. Lombardi pel suo interessante riassunto, pochi minuti prima delle 17 toglie la seduta per dare agio ai congressisti di intervenire al ricevimento offerto dalla Camera di Commercio.

Rimanda quindi il proseguimento della trattazione degli argomenti del secondo gruppo alla prossima seduta, alle ore 9 del mattino successivo.

Personale

Il Socio Ing. Ignazio Prinetti è stato nominato Direttore Generale della Società Elettrica del Valdarno, in Firenze.

I nostri rallegramenti.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

E GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Elettricità, agricoltura e bonifiche.

Se è vero che *habent sua fata* anche le nazioni, e che l'Italia dovrebbe perciò mettere l'agricoltura al primo piano della sua attività, non si vorrà negare che anche l'agricoltura possa e debba — ai nostri giorni — essere completamente industrializzata e che all'energia elettrica sia riservato una grande e nobile parte in questa trasformazione destinata a mettere in nuovo in valore le nostre risorse agricole. Ben fece quindi la Presidenza Generale a porre al primo posto fra le applicazioni elettriche, di cui tratterà il nostro prossimo Congresso a Venezia, le applicazioni all'agricoltura. Intanto l'argomento è stato ampiamente trattato, com'è noto, alla Sezione di Bologna, ed oggi pubblichiamo tre delle memorie ivi presentate, la cui lettura speriamo possa offrire lo spunto a nuovi importanti comunicazioni al congresso autunnale. L'Ing. CARNEVALI ha riferito, con grande ricchezza di dati statistici, su tre anni di esercizio di un'impresa industriale sorta appunto per elettrificare l'agricoltura. L'ing. CRICCA ha trattato dell'applicazione del motore elettrico agli impianti idrovori delle bonifiche; e l'Ing. GIANDOTTI ha studiato il problema idrologico relativo alla produzione di energia idroelettrica riservata alle bonifiche stesse. Ricordiamo che, alcuni anni or sono, fu pubblicato su questo giornale un interessante progetto di irrigazione di aride regioni apenniniche utilizzando l'energia estiva sovrabbondante degli impianti alpini. Si trattava allora di sfruttare le caratteristiche climatiche antitetiche di diverse regioni; si tratta invece qui, nel caso studiato dal Giandotti, di sfruttare impianti di regioni che abbiano per quanto è possibile le stesse vicende climatiche della zona delle bonifiche, per modo che, quando in queste si ha massimo bisogno di energia per le pompe, massima sia in quelli la disponibilità. Problema senza dubbio assai interessante, ma che, come avverte lo stesso Giandotti, perderà via via importanza man mano si andranno sviluppando gli impianti a serbatoio ed i collegamenti sempre più vasti fra impianti a caratteristiche diverse.

Sul problema generale del collegamento degli impianti elettrici pubblichiamo oggi una lettera dell'Ing. DE STEFANI il quale appoggia calorosamente l'idea di una rete primaria statale, recentemente avanzata dal Prof. Revessi.

La grossa questione fu discussa, com'è noto, alla Sezione di Roma e pubblicheremo a suo tempo il verbale dell'importante riunione. Proseguiamo oggi, intanto, la pubblicazione dei verbali delle nutrite ed interessanti discussioni avutesi lo scorso autunno durante la XXVII^a riunione, e delle conversazioni sulla regolarità dell'esercizio svoltesi recentemente, con così vivo successo, alla Sezione di Milano. Sull'argomento interloquisce oggi con una lettera anche l'Ingegner WINTERMIT da Gorizia.

Sul riordinamento dei Politecnici.

In questo periodo di riforme — attuate, proposte o affannosamente ricercate — è naturale sia ritornata sul tappeto anche l'antica questione della riforma dei nostri Politecnici. Il nostro giornale che si è occupato spesso e volentieri dell'argomento non può certo ora disinteressarsene. Riservandoci di ritornare più ampiamente, per conto nostro, sulla questione, pubblichiamo intanto oggi, riassumendolo dai «Problemi Italiani», un interessante scritto del Prof. LOMBARDI augurandoci che esso dia motivo ad una ripresa di quella nutrita discussione che si svolse alcuni anni or sono sull'*Elettrotecnica* fra il più vivo interesse dei lettori.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purché ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

□ PARALLELO IDROLOGICO FRA BACINI PRODUCENTI E BACINI UTILIZZANTI ENERGIA IDROELETTRICA (CASO DELLE BONIFICHE) □ □ □ □ □ □

Ing. MARIO GIANDOTTI



:: Comunicazione alla Sezione di Bologna - 8 aprile 1923 ::

Sono note le difficoltà di fornire a condizioni economiche ammissibili l'energia elettrica per l'azionamento degli impianti idrovori di bonifica.

Il sollevamento delle acque di un bacino di bonifica è indeterminato nella quantità e nel tempo: esso segue le vicissitudini del clima e pertanto la sorgente di energia che deve alimentare le pompe è necessario che sia sempre pronta alle improvvise chiamate delle officine sollevatorie.

Per soddisfare a questa necessità di richiamo improvviso, salutarario, indeterminato di forza, si è usato nella maggioranza dei casi di fornire gli impianti idrovori di produttori autonomi della forza stessa sia a mezzo di motori a vapore come di qualsiasi altra specie adattata. Ma oggi, fatto l'esperimento non breve di simili fonti di energia autonome, si tende a ricorrere a quella elettrica, creata da centrali azionate idraulicamente per ovviare ad impianti costosi di caldaie e motrici che restano talvolta lungamente oziose e che pesano enormemente sul costo di impianto e di esercizio delle bonifiche.

L'attuazione di questo criterio urta però in una grande difficoltà.

Data cioè, come prima abbiamo accennato, la indeterminatezza della quantità e del tempo che si riferiscono all'energia richiesta dalle bonifiche e quindi la necessità per questi Enti di avere ad ogni istante la possibilità di richiamare anche tutta la potenza corrispondente al pieno carico del sistema, ne consegue per il produttore l'obbligo di tenere disponibile l'energia medesima la quale pertanto rimarrebbe o inutilizzata o male utilizzata per tutto il tempo infrapposto fra le varie indeterminate richieste.

Queste circostanze formano un ostacolo formidabile alla possibilità economica di una tale produzione e utilizzazione della forza, ed infatti, salvo forse casi eccezionali oppure casi di piccole potenze delle quali più facilmente si può disporre nelle Centrali, non è a nostra conoscenza che siano attuate elettropompe di bonifica per potenze di molte centinaia o anche migliaia di cavalli.

La risoluzione di una tale interessante questione non può trovarsi che nel caso in cui alla richiesta di energia da parte della bonifica corrisponda la possibilità, per la Centrale elettrica, di poterla sviluppare come sovrappiù della normale prodotta.

Questa possibilità si identifica con quella climatica per la quale alle precipitazioni di una data intensità e durata che rende necessario l'azionamento delle pompe dello stabilimento idrovoro deve corrispondere una adeguata precipitazione sul bacino alimentante la derivazione che fornisce l'energia.

Il problema, com'è vedesi, è del tutto pratico e consiste nello stabilire sulla base di statistiche climatologiche se per i bacini in questione esiste un parallelo idrologico che dia la possibilità di creare una maggiore potenza elettrica nei periodi stessi nei quali tale maggiore potenza è reclamata.

Si tratta quindi di ricercare in primo luogo nei due bacini in esame la corrispondenza delle precipitazioni intesa nel tempo e in un certo rapporto di quantità. Tale rapporto di quantità si intende che dipende principalmente dall'ampiezza dei due bacini, dalla pre-

valenza massima possibile in bonifica, dal salto utilizzabile nella Centrale elettrica, dai coefficienti di deflusso, dalle capacità utili proprie ai bacini medesimi. Se noi, tanto per dare una larga idea di quanto può stabilirsi a proposito di tali elementi, indichiamo con

$$s, h, q = \gamma'(P)$$

l'ampiezza del bacino, la prevalenza, il medio deflusso in funzione della precipitazione nel bacino di bonifica e con:

$$S, H, Q = \gamma(P)$$

gli stessi elementi (per H intendendo il salto utilizzato) del bacino produttore di energia, si ha evidentemente:

$$Q = \frac{s}{S} \cdot \frac{h}{H} q.$$

e quindi in generale risulta che il parallelo idrologico può essere stabilito anche con precipitazioni, nel bacino produttore, minori di quelle incombenti sul bacino usufruttario l'energia.

Questa relazione può servire come approssimato punto di riferimento per l'analisi dei gruppi piovosi, supposto di avere determinate le funzioni $\gamma'(P)$ e $\gamma(P)$ sia coi metodi di calcolo sia con procedimenti di sintesi svolti su casi che si possono riportare a quello in esame. Può rimanere dubbio sulla efficienza del gruppo generatore dopo cessate le precipitazioni in quanto la funzione di esaurimento dei deflussi nei due bacini può essere assai dissimile dipendendo essa dalla capacità moderatrice dei bacini medesimi che segue approssimativamente la legge esponenziale del Mallet

$$q = q_0 e^{-\alpha t}.$$

nella quale q è il deflusso dopo il tempo t contato dal tempo originario in cui si ha il deflusso q_0 e α è una costante positiva uguale al log. del rapporto fra le portate all'inizio e al termine di uno stabilito intervallo di tempo preso come unità del tempo stesso. Ma la considerazione di queste circostanze complicatissime non può farsi che nei singoli casi specifici. Qui, come abbiamo detto ci si deve limitare a constatare il verificarsi del fenomeno principale, predominante nella questione e cioè la coincidenza o meno dei gruppi piovosi nei due bacini formanti il sistema in parallelo.

L'indagine, nel senso ora detto, dovrebbe essere di preferenza condotta singolarmente per ogni caso specifico che si presenta e per l'Italia dovrebbe almeno comprendere varie zone caratterizzate ciascuna da speciali circostanze meteorologiche.

Uno studio siffatto risulterebbe esauriente per la trattazione dell'importante problema. Noi qui, come saggio di ricerca ed elaborazione, ci riferiamo al bacino del Panaro avvertendo che quanto per esso sarà per risultare può estendersi con molta approssimazione al sistema geografico emiliano, e più propriamente ai bacini dal Panaro al Nure inquantochè tali bacini si equivalgono per morfologia ed orientamento orografico.

L'analisi per il bacino del Panaro è resa agevole pel fatto della esistenza delle due serie sufficientemente lunghe, omogenee cronologicamente e accuratamente elaborate dagli Osservatori di Modena e di Sestola, situato l'uno in pianura ed alla quota di 35 s/m e l'altro in montagna alla quota di 1086 s/m.

Per la ricerca della contemporaneità o meno delle precipitazioni e per l'indice dei loro rapporti i dati di questi due soli Osservatori sono sufficienti perchè, come vedremo, inquadrano perfettamente l'ordine dei fenomeni.

L'analisi stessa si riferisce al ventiquattrennio 1889-1912, ma si avrebbe potuto anche estenderla almeno ad un altro decennio e cioè fino al 1922 se ciò non avesse comportato un lavoro più lungo e meno agevole che non sia quello della ricerca sui dati già elaborati nelle belle pubblicazioni dei due Osservatori citati.

Si è ritenuto sufficiente considerare i raggruppamenti piovosi per decadi e si sono compilati degli specchietti nei quali appunto sono compresi i dati della pioggia per Modena e per Sestola per le 864 decadi dell'anzidetto periodo di 24 anni.

Nella totalità dei casi si constata che solo per 71 decadi, corrispondenti ad una frequenza dell'8 %, si sarebbe verificata a Sestola una precipitazione inferiore di quella di Modena.

Questa prima constatazione è già ampiamente confortante in quanto da sè stessa sarebbe sufficiente a dare un certo affidamento sul funzionamento in parallelo di due bacini situato l'uno nella pianura modenese l'altro sfruttante il bacino montano del Panaro.

Ma evidentemente l'attenzione va rivolta a quei casi nei quali una eventuale bonifica avrebbe avuto bisogno di un pronto sollevamento meccanico delle acque ciò che si verifica quando la precipitazione raggiunge una certa altezza. Naturalmente questa altezza è subordinata, oltre che alle varie note cause e alle speciali condizioni iniziali,

alla stazione in cui la pioggia si verifica perchè la funzione $\gamma(P)$, cui prima abbiamo accennato, e cioè il quantitativo d'acqua che si riversa nei canali e quindi nella vasca di sollevamento, dipende in modo predominante dal coefficiente Ψ di deflusso.

Facendo per ora una prima cernita nel senso di escludere in generale le precipitazioni decadiche minori di 30 mm, si viene ad ottenere che i 71 casi prima citati si riducono a 46 con una percentuale di frequenza del 5 % circa.

Potremo poi prescindere dalle precipitazioni comprese nei mesi di giugno, luglio e agosto inquantochè è noto che esse solamente in casi eccezionali sono di ordine generale e di tale intensità da produrre allagamenti e necessità di sollevamento meccanico, anche pel fatto che i fiumi recipienti delle bonifiche si trovano generalmente in magra. Ebbene se si prescinde da tali precipitazioni i casi di precipitazione minore a Sestola in confronto di Modena si riducono da 46 a 29 e, cioè, alla frequenza del 3 % circa. Tali casi si sarebbero verificati nel settembre dell'anno 1889; gennaio e maggio 1891; maggio 1892 (2 decadi); gennaio e maggio 1893; ottobre 1894; aprile e maggio 1895; maggio e ottobre 1896; maggio e settembre 1897; ottobre 1898; settembre 1899; ottobre 1901; settembre 1903; maggio e dicembre 1904; gennaio e settembre 1905; febbraio e aprile 1906; settembre 1907; settembre 1909; gennaio 1912.

Ma anche questi casi, che risultano da computi numerici, riesaminati con opportuno criterio fisico vengono ancora a ridursi.

Così infatti considerando non il semplice confronto di precipitazione delle due stazioni nelle singole decadi, ma raggruppando nei vari casi specifici le precipitazioni di due decadi successive si vengono ad eliminare i casi su citati del gennaio 1891; maggio 1893; aprile 1895; ottobre 1896; settembre 1897; ottobre 1898; settembre 1899; ottobre 1901; settembre 1905; aprile 1906; settembre 1907, perchè in ciascuno di essi la precipitazione delle due decadi successive di Sestola furono superiori alle precipitazioni delle due corrispondenti decadi di Modena.

E così con questa ulteriore riduzione i casi critici verrebbero ad essere solamente 17, vale a dire circa il 2 % dei totali casi considerati.

In questi 17 casi si sarebbero verificate le seguenti precipitazioni:

Modena mm: 44.6; 57.5; 62.5; 55.3; 75.5; 66.6; 36.9; 76.3; 48.0; 84.4; 45.8.

Sestola mm: 10.9; 37.9; 31.2; 33.6; 54.4; 44.1; 8.1; 55.9; 17.1; 69.8; 14.7.

Modena mm: 43.3; 70.8; 33.2; 41.8; 96.3; 57.9.

Sestola mm: 25.2; 36.6; 38.8; 33.4; 62.5; 14.0.

Da questa tabella si deriva che nella generalità dei casi esposti, e cioè per 12 di essi, la precipitazione nel bacino montano può considerarsi come fonte sufficiente di energia per la necessità del bacino di pianura perchè l'impianto idroelettrico utilizza certamente un salto che è molto superiore alla prevalenza di bonifica. Ma anche qui se indaghiamo oltre il confronto puramente numerico delle piogge decadiche rileviamo ad esempio che il caso della precipitazione di soli 8 mm a Sestola di fronte a mm 36.9 a Modena, avvenuta nella terza decade di maggio, è eliminato dal fatto della grande precipitazione precedentemente caduta nel maggio stesso e nell'aprile nel bacino montano e precisamente mm 278 a Sestola di fronte a mm 130 a Modena. Lo stesso si verifica per il caso dei mm 17.1 a Sestola di fronte a mm 48 a Modena e per i due casi successivi.

Si vede dunque che per successive eliminazioni dei casi, diremo così sospetti si viene a riconoscere che fra la pianura modenese ed il bacino montano del Panaro esiste un parallelo idrologico inteso nel senso che ai gruppi di piogge di una certa altezza del bacino di pianura corrispondono nel bacino montano consimili gruppi di precipitazioni per modo che l'azionamento di idrovore di un bacino di bonifica può aver luogo a mezzo di energia elettrica prodotta nel bacino montano dalle sovrabbondanti acque che cadono contemporaneamente a quelle da smaltirsi con le elettropompe.

Questa corrispondenza delle precipitazioni di una certa entità conferma la loro dipendenza da speciali tipi della pressione barometrica che occasionano le fisionomie ietografiche dei bacini estesi, fisionomie che dipendono poi da vari elementi fissi, come la morfologia delle valli ed il loro orientamento orografico. La ricerca quindi da noi condotta viene a confermare il tema generale meteorologico ora accennato.

Le conclusioni alle quali siamo pervenuti sembrerebbero dunque confermare in modo definitivo la possibilità di usufruire convenientemente negli impianti di bonifica emiliani della sovrabbondanza di energia elettrica che si può ricavare dalla maggior portata derivabile in una installazione montana contemporaneamente alla necessità del sollevamento meccanico delle acque di pianura.

Con questo riteniamo che sarebbe risolto anche il problema nel

riguardi economici perchè basterebbe, nello studio di una derivazione a caratteri ordinari di carico e distribuzione, provvedere a costruire le opere di conduzione delle acque di appropriate dimensioni in modo che per esse si convogliano anche le maggiori portate calcolate e provvedere altresì la centrale del corrispondente macchinario generatore per vincere le punte rappresentate dalle indeterminabili richieste delle bonifiche.

Ma tale realizzazione, malgrado la certezza acquistata nei riguardi del parallelo idrologico fra bacino produttore e bacino utilizzante l'energia nella regione Emiliana, non può essere raggiunto che a patto di speciale posizione altimetrica della officina produttrice. Ed infatti bisogna considerare che le precipitazioni di montagna durante i mesi invernali si verificano, a seconda della temperatura, sotto forma solida e perciò non danno contributo immediato di deflusso per la creazione dell'energia.

Ora la determinazione della posizione della Centrale può essere fatta con sufficiente approssimazione, quando si conoscano per il torrente che si intende sfruttare la curva idrodinamica (la curva cioè che ha per ordinate le quote dei vari punti dell'alveo del torrente e per ascisse le estensioni di bacino imbrifero che contribuiscono in quei singoli punti) e la posizione del limite medio delle nevi nei vari mesi invernali.

Riferendoci al bacino del Panaro, la curva idrodinamica è conosciuta in quanto ricavabile dalla statistica delle aree elaborata e pubblicata dall'Ufficio Idrografico del Po unitamente a quelle di altri fiumi del bacino padano. La posizione del limite delle nevi (isoterma zero) è pure ricavabile facilmente partendo dalle quote medie mensili dell'Osservatorio di Modena e applicando il degradiente di temperatura trovato per l'Appennino nel noto studio del Prof. Lugli.

Le temperature medie a Modena nel periodo di circa un ventennio, che abbiamo analizzato, e relative ai mesi di novembre, dicembre, gennaio, febbraio, marzo e aprile, sono:

Novembre 7° 5; dicembre 5° 6; gennaio 1° 5; febbraio 3° 7; marzo 8° 2; aprile 12° 3

la formola che dà l'altezza h della isoterma zero è quella nota:

$$h = H + \frac{100 T}{e}$$

dove H è la quota sul mare dell'Osservatorio base; T la temperatura (nel caso nostro media mensile) fornita da questo Osservatorio, e il coefficiente medio di diminuzione della temperatura per ogni 100 metri di elevazione.

L'applicazione della formola nel caso specifico dà i seguenti valori per h :

Mesi	Novem.	Dicem.	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile
Valori di h s. m.	1660	1040	450	960	1440	1950

Si rileva da questi valori del limite delle nevi che il gennaio si scosta molto sensibilmente dagli altri mesi invernali e cioè dicembre e febbraio per i quali tali limiti coincidono in cifra tonda a 1000 metri sul mare.

Il bacino che dovrebbe fornire il deflusso sufficiente per il sovrappiù di produzione di energia dovrebbe, a rigore, svolgersi dalla quota 450 in basso. Dalla curva idrodinamica si ottiene che per avere in tal senso un bacino contribuente al deflusso di 100 km² occorre scendere fino alla quota 280 e per avere un bacino di 200 km² si deve giungere alla quota 200 circa.

Se si volesse prescindere dal gennaio, allora il bacino contribuente potrebbe svolgersi dai 1000 metri in giù fino, ad esempio alla quota 540 se si vuole utilizzare un bacino di 100 km² e fino alla quota 340 se si vuole invece utilizzare un bacino di 200 km².

Ma purtroppo sui 24 anni presi in considerazione, 16 presentano precipitazioni assai ragguardevoli nel gennaio e pertanto riteniamo non si possa prescindere dalla considerazione di avere a disposizione l'energia per questo critico mese.

Questi risultati naturalmente sono solamente approssimativi e corrispondono a dati dell'anno medio, ma riteniamo che possano essere sufficienti, in linea di orientamento, per indagini più accurate e specifiche.

*

Naturalmente tutto quanto è stato finora esposto riguarda il caso della produzione della energia idroelettrica a mezzo di derivazione diretta senza cioè considerare la creazione di serbatoi. È evidente che nel caso di serbatoi capaci di regolarizzare tutto il deflusso del bacino imbrifero il problema proposto è completamente risolto, e una risoluzione pure efficace può raggiungersi anche quando il serbatoio sia tale da far fronte alle sole richieste del mese di gennaio.

In questa ultima ipotesi, eliminato il caso più critico, per gli altri mesi invernali le quote di limite delle nevi permettono, nel campo ipsoimerico degli appennini, un intervallo sufficiente per una razionale installazione idroelettrica.

Riepilogando dunque si può concludere in argomento:

Che fra gli appennini che si svolgono dal Nure al Panaro e la pianura Emiliana, nei casi specialmente di gruppi di precipitazioni decadiche di altezza uguale o superiore ai 30 mm vi è, nelle caratteristiche dei gruppi piovosi stessi, una contemporaneità e corrispondenza costante.

Che per tale fatto è lecito indurre che alle richieste di energia per parte di bacini di bonifica può esser provveduto da una centrale idroelettrica appenninica, all'infuori dell'ordinario carico, col derivare una corrispondente maggiore portata.

Che però nel caso di mancanza di serbatoi, data la situazione del limite delle nevi specialmente nel mese di gennaio, il bacino usufruibile al deflusso invernale si svolge a lieve quota (da 450 s/m in giù) e pertanto la Centrale dovrebbe essere collocata molto in basso.

Che se è possibile creare un serbatoio per far fronte almeno alla richiesta del gennaio, la derivazione può farsi a quote più ammissibili in quanto il limite superiore del bacino contribuente al deflusso si alza fino a circa 1000 metri sul mare.

SOSTITUZIONE DELLA ENERGIA ELETTRICA ALLA TERMICA NEGLI STABILIMENTI IDROVORI □ □ □ □ □

Ing. P. F. CRICCA



:: Comunicazione alla Sezione di Bologna - 8 aprile 1923 ::

Una delle applicazioni dell'energia elettrica nelle campagne entrate già nel campo pratico è quella dell'esercizio con motori elettrici degli stabilimenti idrovori di bonifiche in sostituzione dell'esercizio con motori termici.

Nei primi impianti idrovori di bonifica e per un lungo periodo furono applicate macchine motrici a vapore, le quali constando di due parti essenziali, il generatore del vapore e la motrice, abbisognano di spazio notevole e non presentano poi quella prontezza di messa in marcia che richiedono le necessità dello scolo delle acque la cui minaccia arriva molto spesso improvvisa e richiede la pronta azione delle idrovore.

Ad alleviare tali inconvenienti furono applicate agli impianti idrovori le motrici a combustione interna a stantuffo con combustibile gassoso o liquido; e precisamente i motori a gas, a petrolio, ad olio pesante.

Fra questi i motori Diesel, a pressione costante a quattro tempi, si sono imposti poichè uniscono a tutti i vantaggi comuni ai motori a combustibile interno altri pregi speciali che li rendono assolutamente preferibili, avendo anche un migliore rendimento termico (circa 45 per cento) in confronto di quello dei motori a scoppio a combustibile liquido (31 %) e di quelli a gas (25 %).

Coll'adozione dei motori Diesel si era pertanto raggiunto un perfezionamento notevole negli impianti meccanici di bonifiche raggiungendo quell'economia nelle spese di acquisto e di impianto (compreso il costo dei fabbricati) in quelle di manutenzione e in quelle di esercizio, che è l'elemento fondamentale che caratterizza la perfezione tecnica degli impianti meccanici. Ma nel periodo prima della guerra l'adozione dei motori Diesel fu fatta abbastanza largamente nei nuovi impianti di bonifica ma in misura molto più ristretta negli impianti esistenti, cosicchè nel periodo iniziale della guerra si avevano ancora molti impianti di bonifica con motrici a vapore.

Il prezzo sempre crescente del carbone, le difficoltà di approvvigionamento che imposero l'uso di altri combustibili, come lignite, torba e legna, furono le contingenze che indirizzarono i tecnici delle bonifiche verso la sostituzione dell'energia elettrica alla termica, sostituzione consigliata anche per ragioni di economia generale e facilitata all'inizio dalle Società stesse produttrici di energia elettrica.

La Federazione dei Consorzi di Bonifica delle Provincie Venete e di Mantova ed i Consorzi Riuniti di Este, in una riunione tenutasi a Padova l'aprile del 1916, nominava una numerosa Commissione per lo studio dell'elettificazione degli impianti idrovori; in seno alla Commissione fu nominata una sotto Commissione di tecnici più particolarmente competenti, la quale sottocommissione a sua volta, dopo un corso di discussioni, nominò nel febbraio 1917 un Comitato techni-

co di quattro ingegneri di cui due di Società distributrici e due di Consorzi che si proposero di svolgere un determinato programma.

Doveva essere studiato il funzionamento attuale delle bonifiche e, basandosi su dati ottenuti negli impianti più perfetti, determinarsi per ogni bonifica le potenze del macchinario effettivamente necessario con le indicazioni opportune sulla convenienza di applicazione e di ripartizione dell'energia elettrica. Inoltre doveva stabilirsi la potenza normale e massima da assegnarsi a ciascun impianto e complessivamente in tutto il territorio in esame che si estendeva dall'Isone al Po e dal Po nel Ferrarese e nel Ravennate. Senonchè le infauste giornate di Caporetto trancarono ogni studio che fu di poi proseguito dopo il trionfo delle nostre armi.

Nel 1916 e 1917 mentre il prezzo del carbone cresceva spaventosamente, e con esso aumentavano le difficoltà di procurarselo, gli interessati ebbero una chiara visione delle necessità di adottare l'energia elettrica; e benchè in quelle epoche i prezzi del rame e del macchinario raggiungessero valori enormi, si ebbero le maggiori richieste di energia, alcune anche con carattere di assoluta urgenza.

Il Governo stesso, compreso della importanza del problema, provvedeva col Decreto Luogotenenziale 25 ottobre 1917, n. 1908 ad accordare sussidi fino al massimo di 2/3 della spesa ai lavori di sostituzione dell'energia elettrica alla termica per gli impianti esistenti. Dopo tale provvido intervento, quasi tutti i Consorzi si misero nella via dell'elettrificazione degli impianti esistenti, che quindi oggi si può ritenere un fatto oramai compiuto.

Premessi tali cenni storici o meglio genealogici dell'applicazione dell'energia elettrica agli impianti idrovori, vengo ad illustrarla.

Il problema dell'applicazione del motore elettrico agli impianti idrovori non deve riguardare solo dal lato elettrico ma deve considerarsi nel suo insieme, cioè deve considerarsi il gruppo pompa-motore nonchè l'eventuale organo di trasmissione del moto. Questo è un punto fondamentale del problema.

Le pompe di bonifiche sono in generale costruite per grandi volumi di acqua e minime prevalenze: sono di conseguenza pompe a bassa velocità. Per l'accoppiamento diretto con motrice a vapore, generalmente adottato in passato, tale caratteristica di bassa velocità, rappresentava un evidente vantaggio, corrispondendo ad uguale caratteristica del motore; riuscì quindi facile ai costruttori creare un tipo perfetto di pompa rispondente a tali esigenze.

Emersero invece gravi difetti di queste pompe quando si impiegavano negli impianti a comando elettrico; si dovette anzitutto ricorrere a cinghie o ad ingranaggi per la riduzione dei giri; ma la velocità costante male si adattava alle condizioni variabili di prevalenze: i motori si sovraccaricavano ed il rendimento scemava specialmente a prevalenze basse.

È noto infatti che la potenza utilizzata da una macchina idrovora (cavalli in acqua sollevata) è $HP = \frac{QH}{75}$ nella quale Q (portata) ed H (prevalenza) sono valori medi e a bassa prevalenza il prodotto QH supera di molto (20% e più) il suo valore medio e quindi necessita calcolare il macchinario con adeguata larghezza.

Si imponeva quindi la ricerca di un nuovo tipo di pompa per bonifica caratterizzato da *alta velocità* per accoppiamento diretto a motore elettrico; *elevato rendimento* anche a prevalenze variabili; *costanza di carico* per la regolarità di funzionamento del motore e per evitare oscillazioni di consumo di energia, cioè costanza nel prodotto QH col variare di H .

L'alta velocità permetteva l'accoppiamento diretto (motore e pompa sul medesimo asse) per il comando dell'idrovora, sistema che a prima vista sembrerebbe il più economico; ma tale alta velocità doveva avere dei limiti per non menomare il rendimento della pompa date le basse prevalenze di funzionamento.

Perciò si impose la trasmissione con cinghie o ingranaggi, che permette per di più l'adozione di motori molto più economici e di rendimento organico elevato, vantaggi che compensano largamente la perdita di energia dovuta alle trasmissioni.

Gli studi fatti dalle Ditte costruttrici, in ispecial modo la Riva e la Tosi, per la ricerca di nuovi tipi di pompe adatti ad essere azionati da motori elettrici, furono coronati da un pieno successo ed onorano altamente la tecnica italiana, tale che gli impianti più perfetti sono risultati quelli nei quali si sono sostituite anche le pompe vecchie con nuove, risolvendo così il problema della sostituzione dell'energia elettrica alla termica con una vera completa e razionale trasformazione degli impianti.

Il motore elettrico adottato negli impianti trasformati è quello a corrente alternata trifase asinorono, sia direttamente accoppiato alla pompa quando questa, data la forte prevalenza, come negli impianti che scaricano le acque nei fiumi, era dotata di un numero di giri abbastanza alto, sia a mezzo di riduttori di velocità nei casi di basse prevalenze, come gli impianti del delta del Po e del litorale Veneto che scaricano in canali marini o nella parte inferiore dei fiumi.

I motori elettrici offrono poi ulteriori e maggiori vantaggi su quelli termici e fra questi sui Diesel, che, come ho esposto, meritano la precedenza assoluta su tutti i motori termici.

Tali vantaggi sono:

1) Il minor costo di impianto sia pure tenuto conto che il motore elettrico ha bisogno della linea di alimentazione che, per lo meno in parte, grava sulle Ditte fornitrici di energia.

2) La minore spesa di manutenzione essendo i motori e i trasformatori macchine costruttivamente molto semplici e quindi soggette a rare avarie;

3) La minor spesa di sorveglianza potendo anche il medesimo sorvegliante essere addetto a più impianti vicini;

4) Il minor consumo di lubrificante dovendosi solo provvedere agli attriti nei supporti e nei riduttori di velocità, quando esistono. Di conseguenza la provvista del materiale di consumo è limitata al solo lubrificante e agli stracci, mentre nei Diesel occorre tener sempre pronto il combustibile;

5) La messa in marcia quasi istantanea;

6) Il minor costo per chilowatt-ora di esercizio e l'impiego di un'energia che è di produzione nostrana.

Il rendimento del motore elettrico è senza dubbio migliore di quello dei Diesel, ma per renderlo sempre migliore occorre usare motori ad alto numero di giri. E' ben noto che le Aziende Elettriche fanno i loro contratti in base ai kilowatt consumati in rapporto ad un fattore di potenza minimo (0.82 ÷ 0.86). Impiegando motori a basso numero di giri il $\cos \varphi$ è basso cosicchè il fattore di potenza si riduce a 0.75 circa. L'utente deve quindi pagare in questo caso una percentuale di energia reattiva (circa il 15%) che non pagherebbe se adoperasse motori ad alto numero di giri.

Da ciò si scorge quale importanza abbiano nell'esercizio dei gruppi idrovori i riduttori di velocità, e come sia conveniente l'usarli pur tenuto conto che essi danno una perdita di energia dal 2 a 5%.

A questo organo di trasmissione hanno portato i loro studi alcune Ditte costruttrici, e in ispecial modo la Ditta Ing. V. Fachini, la Ditta Pomini ed altre, giungendo a risultati oltremodo lusinghieri.

Il tipo di riduttore adottato generalmente è quello ad assi spostati che è formato da un pignone ed una ruota con dentatura a chèvrons tipo Wüst e cioè fresati in un pezzo solo con denti sfalsati di metà passo a doppia elica, destra e sinistra. Questi ingranaggi sono montati sui rispettivi alberi che appoggiano su quattro supporti a lubrificazione automatica ad anelli e chiusi in carter di ghisa a tenuta d'olio; la lubrificazione delle dentature avviene a barbotage.

I pignoni sono in acciaio forgiato duro, le ruote in acciaio fuso. I diametri degli ingranaggi, corrispondenti al rapporto necessario, sono scelti in modo di avere delle velocità periferiche e delle sollecitazioni sulle dentature relativamente basse.

La Ditta Ing. V. Fachini ha recentemente fornito per l'impianto idrovoro di Cavariega, eseguito dall'Ufficio del Genio Civile di Este

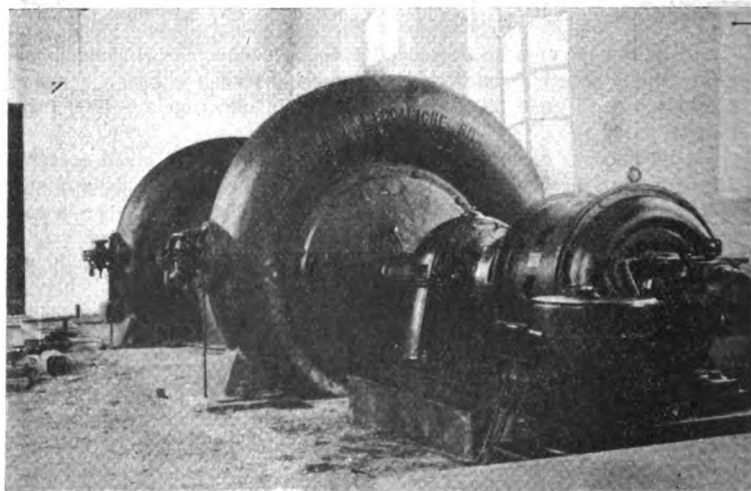


Fig. 1. — Impianto idrovoro di Cavariega.
(Ufficio del Genio Civile di Este).

da me diretto, un tipo di riduttori coassiali (il primo esempio per potenza relativamente forte: HP 135) che sono stati costruiti con un altro principio e cioè sul principio degli ingranaggi planetari. Vi è un pignone centrale che ingrana con tre satelliti, che a loro volta ingrano con una corona dentata interna, fissata al carter. I tre satelliti girano folli sui tre perni collegati assieme da una crociera in un pezzo unico con l'albero lento. Il movimento avviene dunque in questo modo: il pignone centrale fa girare i satelliti che a loro volta girano attorno alla corona trascinando i perni e dando quindi movimento all'albero lento. Il rapporto di riduzione è dato dal numero dei denti

della corona più il numero dei denti del pignone centrale diviso per il numero dei denti del pignone stesso.

L'albero lento e l'albero veloce appoggiano sui rispettivi supporti e la lubrificazione è forzata ed avviene per mezzo di una pompa azionata dall'albero lento che porta l'olio dal refrigerante ai supporti, alle dentature e ai perni dei satelliti. Le dentature degli ingranaggi sono pure a chèvrons ma non del tipo Wüst e cioè coi denti che si incontrano alla cuspide.

I materiali scelti sono: il pignone centrale in acciaio cromo tungsteno ad alta resistenza, i satelliti in acciaio al nichel con tenore di 1 % di nichel, la corona dentata interna in acciaio forgiato duro. Anche in questi apparecchi si è curato che la velocità periferica alle primitive non risultasse troppo elevata, benché il sistema permetta di salire con la velocità fortemente, mentre, per quanto riguarda la sollecitazione sulle dentature, si hanno dei valori relativamente bassi dati i speciali materiali scelti.

Questo nuovo tipo di riduttore presenta rispetto agli altri tipi, due principali grandi vantaggi: il primo quello di avere gli assi sulla stessa linea e quindi occupare minor spazio; il secondo quello di essere perfettamente equilibrato per il principio sul quale è costruito e di avere cioè i supporti che non sono soggetti ad alcuna pressione.

Per quanto riguarda il rendimento, dalle prove fatte, non risulta che ci sia molta diversità tra un tipo e l'altro, raggiungendo entrambi rendimenti che vanno dal 96 al 98 %.

Se si pensa solamente agli inconvenienti che danno le cinghie per effetto degli scorrimenti e degli allungamenti dovuti al cambiamento di temperatura, all'enorme ingombro di spazio ed alla loro breve durata in confronto a quella dei riduttori, e se si considera la sicurezza di funzionamento dei riduttori stessi, ci si persuade subito dell'utilità indiscutibile che presenta l'applicazione dei riduttori rispetto alle cinghie.

Descritte così le varie parti che formano il gruppo idrovoro elettrificato, trovo opportuno di rilevare quale ne è il suo rendimento complessivo onde valutare la potenza che deve essere sviluppata dal motore elettrico.

Il rendimento delle pompe centrifughe di tipo nuovo, cioè studiato per comando elettrico, varia da 0.70 a 0.80, mediamente 0.75; quello dei riduttori di 0.95; quello del motore elettrico di 0.90. Il rendimento complessivo del gruppo, risulta così 0.64; e quindi la potenza richiesta ai morsetti del motore elettrico risulta $\frac{QH}{48}$, cioè circa il doppio di quella utilizzata in cavalli di acqua sollevata.

Tenuto conto di tale rendimento per le bonifiche della zona fra Isonzo e Reno, per le quali si ha un coefficiente udometrico variabile da litri 2 a litri 1.20, e mediamente litri 1.60 per ettaro secondo, e una prevalenza variabile da m. 1.50 a m. 3.50 e mediamente metri 2.50, la potenza richiesta per il prosciugamento di una superficie di un ettaro è di:

$$HP = \frac{1.60 \times 2.50}{48} = 0.083,$$

cioè HP 1 per 12 ettari.

Fra Isonzo e Reno si valutano circa ettari 300.000 di terreni bonificati e in corso di bonifica meccanica, i quali quindi richiedono una potenza complessiva, tenuto conto delle perdite nelle linee e cabine, di circa kW 20.000. Dato un esercizio medio di 800 ore annue si dovrebbero fornire agli impianti idrovori di bonifica 16.000.000 kWh annui.

Coi criteri suesposti si determina la potenza da assegnare ad ogni impianto; ma in realtà negli impianti elettrificati tale potenza fu in generale molto maggiore.

Infatti, esclusi gli impianti di una certa importanza studiati con più cura, nella maggior parte delle piccole bonifiche il macchinario idrovoro installato era di vecchia data e formato con vecchie turbine e ruote idrovore logorate a rendimento bassissimo cosicchè si aveva un forte spreco di forza motrice. Il che fu messo meglio in evidenza dall'adozione del motore elettrico, il quale in molti casi, data l'epoca in cui la maggior parte degli impianti idrovori venne elettrificata ed il forte prezzo di acquisto, sostituì puramente e semplicemente la motrice termica.

Ciò peggiorò ancora le condizioni di funzionamento, non prestandosi il motore elettrico alle variazioni di velocità richieste, alle diverse prevalenze, da idrovore costruite soltanto per funzionare a velocità variabili. Si trovano quindi degli impianti il cui rendimento complessivo non arriva al 40 %.

Per questo è consigliabile, ora che il mercato tende alla normalità, provvedere alla sostituzione delle vecchie pompe, turbine e ruote idrauliche con le nuove pompe che si costruiscono ora espressamente per accoppiamento a motore elettrico a velocità costante e che raggiungono rendimenti dell'80 %.

Con ciò si avranno degli impianti con un rendimento compless-

sivo ottimo e rispondenti a quel sano criterio di economia che è l'elemento fondamentale che caratterizza la perfezione tecnica degli impianti meccanici.

Si terranno così impegnate, e conseguentemente si garantiranno alle Società distributrici di energia, le sole e minime quantità occorrenti; e tale condizione è tanto più interessante in quanto che il numero di ore di funzionamento degli impianti idrovori è assai limitato e si aggira dalle 400 ore annue e certo come media non raggiunge le 1000 ore.

*

Con tali criteri il problema della sostituzione dell'energia elettrica alla termica diventa il problema della trasformazione completa e razionale degli impianti idrovori.

Un esempio di tale soluzione del problema della sostituzione dell'energia elettrica alla termica negli impianti idrovori è quella da me fatta nei due stabilimenti idrovori di Benvignante e Campociego (identici fra loro) nel Consorzio Secondo Circondario Polesine S. Giorgio di Ferrara alla cui direzione tecnica io sono da circa due anni.

Lo stabilimento idrovoro di Benvignante, servente un territorio di ettari 2349, era dotato di impianto termico, costituito da tre caldaie Cornovaglia, da due motorici Neville; con distribuzione Ridder, con condensatore della potenza complessiva di HP 103, azionanti due turbine Girard della portata complessiva di circa litri 2300 al 1'', colla prevalenza media di 1.90, e massima di 2.25.

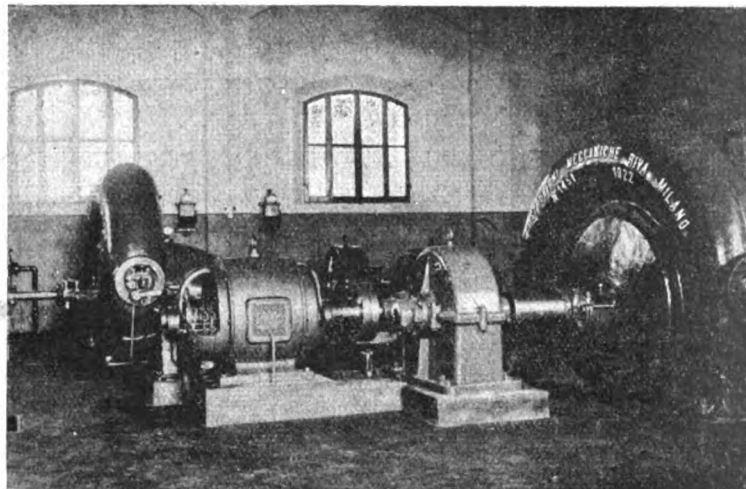


Fig. 2. — Stabilimento idrovoro di Benvignante elettrificato.

Risalendo l'impianto a circa un trentennio apparì subito l'opportunità di sostituire alle turbine di scarso rendimento le pompe centrifughe e ne furono perciò installate due della Ditta Riva di Milano facenti giri 150 al minuto primo e comandate da motori elettrici trifasi asincroni della potenza di 50 kW forniti dalla Compagnia Generale di Elettricità di Milano, con interposti riduttori di velocità ad assi spostati della Ditta V. Fachini di Milano.

Le caratteristiche delle pompe sono le seguenti:

Prevalenza max m.	2.25	normale m.	1.90	minima m.	1.40
Portata al 1'' litri	1500		1600		1650
Potenza assorbita HP	64		62		60
Velocità: giri	150 al 1'				

e si ha quindi una variazione in limiti molto ristretti della portata al variare della prevalenza, e un carico pressochè costante.

Le prove istituite hanno confermato i dati di garanzia.

La cabina elettrica, costruita in adiacenza al vecchio locale, con speciale fondazione in cemento armato dovendo insistere su terreno di riporto, è dotata di tre celle per tre trasformatori da 15.000 a 500 volt di 70 kVA ciascuno, dei quali se ne sono installati solo due, avendo l'altro di riserva nell'altro stabilimento di Campociego.

L'apparecchiatura elettrica è dotata di un interruttore automatico, di apparecchi di protezione della linea e di quanto è comunemente adottato in tali impianti.

Con un trasformatore da 4 kVA, 15000/110 V, si provvede all'illuminazione dei locali e dell'abitazione del meccanico e ai bisogni della piccola officina.

Come riserva termica dell'impianto si è conservata una delle motorici facente circa 70 giri al 1', interponendo un moltiplicatore di velocità fra essa e la nuova pompa centrifuga.

I risultati economici dell'impianto per quanto riguarda il suo esercizio sono notevolissimi.

Coll'esercizio termico per 103 HP effettivi si lavorò in media ne-

periodo 1896-1920 (25 anni) ore 500 con un massimo di ore 1000. Il consumo di carbone fu di kg. 2.2 per HP-ora. Il consumo annuo medio di carbone risulta così di $2.2 \times 500 \times 103 =$ tonnellate 113, che al prezzo odierno del carbone posto in sito, di L. 300 alla tonnellata (255 a Venezia, più trasporti e facchinaggi, immagazzinamento, ecc.).

danno una spesa di L. 113×300 L. 33.900.—
aggiungendo circa il 20 % per spese di pulizia interna ed esterna delle caldaie, fuochista, aiuto fuochista, olio lubrificante, escluso il solo meccanico L. 6.800.—

Si ha un totale annuo di L. 40.700.—

come spesa media, corrispondente a L. 400 per HP e L. 0.80 per HP-ora.

Tale spesa si raddoppia nei casi di massimo esercizio di 1000 ore. L'esercizio elettrico di kW 100 (HP 136) supponendo che la media di lavoro sia sempre di ore 500, di cui: 400 di notte e 100 di giorno, viene a costare:

Di notte $100 \times 400 \times 0.18$ L. 7.200.—
Di giorno $100 \times 100 \times 0.40$ » 4.000.—
L. 11.200.—
Lubrificazione e spese varie circa il 10 % » 1.100.—
L. 12.300.—

corrispondente a L. 90 per HP e L. 0.18 per HP-ora, cioè circa 1/4 dell'esercizio con energia termica. Lavorando esclusivamente di notte la spesa si riduce a L. 72 per HP e L. 0.14 per HP-ora.

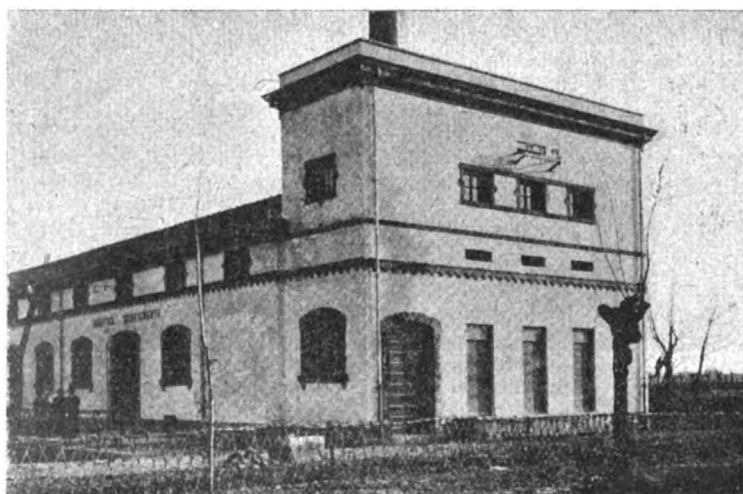


Fig. 3. — Cabina di trasformazione di Benvignante.

Colle economie dell'esercizio si possono quindi ammortizzare largamente le spese di impianto che ammontarono a circa L. 400.000 sulle quali si ebbe un sussidio dallo Stato del 50 % e quindi restano L. 200.000 a carico del Consorzio.

È da rilevare che sulle spese grava un contributo a fondo perduto alla Società fornitrice di Lire 40.000, cioè Lire 400 per ogni kW installato. Tale contributo fu pagato da tutti gli impianti elettrificati, tranne i primissimi, e si aggirò in cifre anche superiori e di molto a quella indicata, a seconda della ubicazione degli impianti e delle necessità di costruire linee più o meno lunghe per allacciamento degli impianti idrovori alle cabine o linee delle Società esercenti; le quali, se in principio agevolavano l'elettificazione degli impianti, di poi avanzarono pretese più onerose. Nonostante ciò è certo che l'economia di esercizio degli impianti idrovori elettrificati è riuscita notevole e lo sarà anche se il carbone dovesse calare ancora di prezzo, perchè il motore elettrico presenta tali vantaggi sugli altri da dovere essere preferito.

Allo stato attuale di costo esso è ancora più conveniente del motore Diesel per quanto questo si avvicini nelle spese dell'esercizio al motore elettrico. Infatti tale spesa, ritenuto un consumo medio di kg. 0,200 di nafta per HP-ora e un consumo di lubrificanti circa 1/3 della spesa del combustibile, cioè:

Nafta 0.200×0.70 = 0.14
Lubrificanti $1/3$ di 0.14 = 0.05

ascende a L. 0.19 per HP-ora, di poco superiore al costo del cavallo elettrico.

Dati i vantaggi del motore elettrico, e ritenuto che la diminuzione di costo del kWh in un prossimo avvenire deve ritenersi sicura, i Diesel sono destinati ad essere superati dai motori elettrici. Essi peraltro sono usati ancora negli impianti nuovi per quali l'adozione dei motori elettrici si rende ancora più vantaggiosa per l'economia di spazio e quindi di spese nella costruzione di fabbricati insistenti di solito su terreni infidi, per costituire un'energia di riserva.

È purtroppo noto che l'esercizio parziale o totale dei motori elettrici non è sicuro, non per difetto intrinseco, ma per eventuale deficienza o mancanza dell'energia che li anima. Questo è un grave inconveniente perchè la bonifica è un'industria che non può soffrire dilazioni o riduzioni o sospensioni.

Già in passato si sono provati i tristi effetti della limitazione dell'uso dell'energia elettrica nel campo industriale e per quanto la crisi ora sia meno acuta e preoccupante, non è il caso di far conto sulla transitorietà del fenomeno che è negata dal ripetersi dello stesso, e dal fatto sintomatico che le società fornitrici esplicitamente non assumono impegni di cessione continuativa dell'energia e nei riguardi delle bonifiche in qualche caso hanno limitato contrattualmente l'impegno a nove mesi dell'anno, e garantiscono in ogni caso la sola fornitura nelle ore della notte con esclusione completa del periodo diurno e impongono altresì negli impianti vecchi di conservare parte o tutta l'energia termica.

Per queste considerazioni ormai in tutti gli impianti nuovi di bonifiche si sono adottati i motori elettrici per circa metà della potenza, installando per l'altra metà motori Diesel. Questi così costituiscono una riserva termica che può funzionare di giorno con economia di spesa data la più elevata tariffa della energia elettrica in confronto alla notturna.

Prima di chiudere la presente comunicazione voglio accennare sommariamente al problema dell'applicazione dei motori elettrici nei nuovi impianti di bonifica, problema che presenta una importanza grandissima e la cui soluzione impegna molto più gli elettrotecnici degli idraulici, ragione per cui esorbitando dalla mia competenza non trovo di potere soffermarmi.

Accennerò solo che per grandi impianti e per notevoli portate e alte prevalenze si preferiscono pompe ad asse verticale coi motori sovrastanti, e che si è studiata e da molti è preferita l'adozione del motore sincrono onde migliorare il fattore di potenza.

Un'altra tendenza degna di rilievo è quella della centralizzazione della riserva termica dei macchinari di bonifica fra Consorzi contermini riuniti, colla costruzione di una centrale autonoma per il comando di più impianti vicini e distinti.

Si riconosce l'opportunità che i macchinari installati nelle grandi bonifiche, mediante la immobilizzazione di cospicui capitali, non rimangano come ora inattivi per la maggior parte del tempo, ma vengano studiati in maniera tale da poter su di essi fare assegnamento anche fuori dei brevi periodi di funzionamento delle idrovore utilizzando la potenza quale riserva per servizi pubblici o per produrre energia da adoperarsi nella lavorazione dei terreni od in altre applicazioni agricole.

Quando si rifletta alla gravità del periodo attraversato per l'insufficienza dell'energia elettrica prodotta dagli impianti idraulici, quando si ricordi che anche in annate di non eccezionale siccità, per consentire un razionale impiego della ricchezza rappresentata dai nostri corsi d'acqua montani, è di necessità ricorrere all'azionamento di centrali termiche che appositamente si costruiscono, si può comprendere di quale utilità sarebbero quelle non poche migliaia di chilowatt di macchine, così spondiosamente installate nelle bonifiche con ampia partecipazione dello Stato, ed ora dedicate ad una quasi perenne immobilità, se fosse dato di servirsi di esse per produrre energia elettrica da distribuirsi nei momenti del bisogno a vantaggio di tutti oltre che dei Consorzi interessati.

Con tali intendimenti lo studio del problema della scelta, della determinazione e della distribuzione del macchinario idrovoro occorrente per le bonifiche è fatto con visione più larga di quella che possa essere contenuta nei limiti territoriali della bonifica stessa, e coinvolge molteplici interessi, primo fra tutti l'utilizzazione dell'energia elettrica nelle campagne che è tema importantissimo delle comunicazioni che si stanno svolgendo presso la nostra Sezione e al quale quindi sono lieto di avere rivolta l'attenzione di voi egregi Colleghi che tanto benevolmente avete voluto ascoltarmi.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

TRE ANNI DI ESERCIZIO DELLA "ANONIMA PER ELETTROAGRICOLTURA" (A. P. E.) DI BOLOGNA

Ing. F. CARNEVALI



Comunicazione alla Sezione di Bologna, 15 aprile 1923

Nel 1918 pochi volenterosi, consci del beneficio che sarebbe venuto alla Nazione dalle applicazioni elettro-meccaniche nella agricoltura, si riunirono in Comitato promotore per la costituzione di una Società che avesse appunto lo scopo di offrire agli agricoltori gli impianti necessari ad eseguire le più comuni lavorazioni agricole con mezzi meccanici azionati da motori elettrici. Questo Comitato promotore dopo un anno di esercizio provvisorio in via di esperimento — esercizio compiuto con grande successo, ma con altrettanto grande sacrificio e rischio finanziario personale per ognuno dei suoi componenti, — costituiva nel 1920 la Società Anonima per Elettroagricoltura con capitale azionario di L. 1.500.000 cedendo a questa le linee elettriche, il macchinario e le apparecchiature per arature meccaniche che avevano servito per l'esercizio sperimentale.

Alla Anonima per Elettro-agricoltura aderirono le Società: Bolognese di Eletticità ed Elettrica Centrale, distributrici di energia elettrica, pochissimi agricoltori (per quanto questi ne dovessero essere i maggiori interessati) e molti, invece, fautori delle applicazioni elettro-meccaniche alla agricoltura.

Già nel 1912 la Ditta Fratelli Violati Tescari, costruttrice di apparecchi di aratura meccanica, con l'ausilio del sig. Ing. Ettore Cesari, allora Direttore della S. E. C., eseguiva a noleggio nella tenuta «Ducato di Galliera» condotta dal Cav. A. Bonora e nella tenuta di Mezzolara, condotta dal Sig. Alfredo Benni, le prime arature meccaniche con motori elettrici. E permettetemi che, a titolo di doveroso omaggio, io citi qui i nomi del Sig. Cav. Bonora e del Signor Benni — i quali, vere tempre di geniali e sagaci agricoltori, sempre pronti ad accogliere ogni innovazione che segnasse un progresso nel campo della agricoltura, — eseguirono, poi, per loro proprio conto, nelle tenute da loro condotte in affitto, impianti di linee e di macchinario per l'aratura elettrica. A questi due, seguirono nella provincia altri pochissimi agricoltori, quali il Sig. Augusto Lenzi ed il Signor Roberto Cremonini a Medicina, ed il Sig. Giuseppe Bolognesi a Molinella.

Ma invero pochi possono essere, anche fra i grandi latifondisti, gli agricoltori che dispongono di così larghi mezzi da permettersi di fare, per loro proprio conto, simili impianti, che sono assai costosi.

La «APE» dispone oggi di circa 130 chilometri di linea elettrica e di macchinario elettro-agricolo per un ammontare complessivo di circa tre milioni di lire e può offrire a qualsiasi agricoltore, in parecchie zone della provincia di Bologna, di fruire dei grandi vantaggi delle applicazioni elettro-meccaniche nei lavori agricoli, senza essere costretto ad immobilizzare forti capitali. La «APE» eseguisce a noleggio, con applicazioni elettro-meccaniche, le lavorazioni agricole più svariate; dalla aratura in terreno asciutto e in risaia, alla erpicatura, alla pompatura d'acqua, alla trebbiatura del grano e del riso, alla essiccazione di questo, alla pressatura di paglia e di foraggio, e si ripromette ora di fare, in un prossimo avvenire, anche degli impianti di irrigazione e di irrorazione. Tutti i lavori agricoli sopracitati la «APE» eseguisce a prezzo conveniente per l'agricoltore e sempre inferiore al costo del lavoro stesso eseguito con qualunque altro mezzo, sia meccanico che animale.

Pur tuttavia, sono ancora pochi gli agricoltori che si valgono dei mezzi di lavorazione offerti dalla nostra Società, e per molti chilometri le nostre linee elettriche, che attraversano delle vastissime zone (da Altedo a Malalbergo, a Bentivoglio, a Baricella e a Medicina) non vengono sfruttate, sia per il ben noto misonismo degli agricoltori stessi, sia anche perchè nei due primi anni di esercizio, per la deficienza di energia elettrica — deficienza causata dalla persistente siccità — i lavori non hanno potuto essere eseguiti tempestivamente e con la continuità desiderata dagli agricoltori. Da ciò la loro diffidenza, che era in gran parte giustificata e che è stata causa di rilevante danno per l'APE, che ha visto inattiva la maggior parte dei propri impianti e non ha potuto raggiungere, in ognuno dei due primi esercizi, tale un ammontare di lavorazioni eseguite che le permettesse di distribuire il benchè minimo dividendo ai propri azionisti.

Nell'esercizio in corso, esercizio che si chiude al 30 giugno

prossimo, non abbiamo, finora per nulla a lamentare deficienze di energia elettrica ed abbiamo ragione di ritenere che questa grave jattura non avrà più a verificarsi, in quanto che la SEC ci ha comunicato di essere ora già collegata alla linea del Trentino, talchè la energia elettrica in qualunque evenienza non potrà fare difetto.

La energia elettrica viene fornita alla APE dalla Società Elettrica Centrale in tre diversi punti di consegna: 1) alla cabina di smistamento di Bentivoglio; 2) alla cabina di smistamento di Baricella; 3) alla cabina di smistamento di Malalbergo; e dalla Società Elettrica Padana in un sol punto di consegna e cioè alla cabina di smistamento di Casolino dell'Opera (Medicina).

Le condizioni di fornitura con la SEC sono le seguenti: Impegno di consumo: kW ora 120.000 annui; impegno di potenza kW 250 di massima richiesta (utilizzazione 480 ore); prezzo L. 0.40 per kWh impegnato e L. 0.45 per kWh di eccedenza; sopraprezzo di L. 0.15 per kWh per la energia distribuita nel paese di Altedo per illuminazione e forza motrice industriale, nonchè per la illuminazione o piccola forza motrice nelle fattorie. La misurazione è fatta mediante sistemi di contatori monofasici opportunamente inseriti sui circuiti, così da avere la misura della energia elettrica attiva assorbita come la valutazione del fattore di potenza medio (cosφ) stabilito non inferiore al valore cosφ 0.7. La durata del contratto di fornitura è stabilito in anni dieci a partire da gennaio u. s. Le condizioni di fornitura dalle linee della Società Elettrica Padana, sono le seguenti: Impegno di potenza kW 100; impegno di consumo kWh 30.000 (utilizzazione 300 ore); prezzo L. 0.60 per kWh impegnato e L. 0.50 per kWh di eccedenza. La misurazione è fatta in modo da valutare il fattore di potenza (cosφ) stabilito non inferiore al valore cosφ 0.75; durata del contratto: annuale; concorso (assolutamente imposto per l'allacciamento alla linea Molinella-Portomaggiore) a fondo perduto L. 500 per kW impegnato (L. 500 × kW 100) L. 50.000, pagabili in cinque annualità.

Da ambedue le Società l'energia elettrica viene fornita sotto forma di corrente alternata trifase, alla tensione di 15.000 volt ed alla frequenza di 42 periodi.

La rete delle linee della APE è divisa in quattro zone: Altedo-Bentivoglio, costruita dal Comitato Promotore nel 1919 lungo il canale Navile (ciò che permetteva di arare le risaie circostanti); di Bentivoglio-Malalbergo, costruita parte nel 1920 e parte nel 1921; di Baricella, costruita nel 1921 e 1922; di Medicina, costruita nell'autunno del 1922.

La estensione totale delle rete della APE è costituita da linee fisse su pali di castagno, larice e pino, per circa un terzo (le principali) colla conduttura in filo rame da 45/10 di mm e 2/3 in trecciola di filo di ferro zincato della sezione di m/m² 12 o filo ferro zincato di 45/10 di mm. Le linee mobili non sono state adottate sui nostri impianti, perchè le poche impiantate in via di esperimento non si sono dimostrate nè pratiche nè sicure.

Colla attuale rete lavoriamo in questo esercizio circa 2000 ettari di terreno — mentre si potrebbero servire oltre 10 mila ettari, qualora le applicazioni elettro-agricole fossero adottate da tutti gli agricoltori i cui terreni si trovano in prossimità delle nostre linee elettriche.

Attualmente il macchinario elettro-agricolo impiegato dalla APE è costituito unicamente da sedici apparecchi di aratura a trazione funicolare indiretta, dei quali quattordici del sistema Violati-Tescari; uno del sistema Casali e uno del sistema Breda. Di questi, 14 apparecchi sono composti ognuno: a) di una cabina di trasformazione mobile piazzata su carro a quattro ruote, chiusa in lamiera di ferro, contenente: trasformatore in olio di 45/50 kVA, rapporto di trasformazione 15.000 a 220 volt, 3 valvole a patrona per alta tensione, 3 serie di bobine self, 3 coltelli separatori, 1 presa di corrente a bassa tensione. La illustrazione mostra la disposizione di tali apparecchi (fig. 1).

b) di un carro motore costituito dal carrello su due ruote con coperto di lamiera, ancorabile col timone mobile (tipo: affusto di cannone) con motore di 45 a 50 HP a 220 volt, giri 600 al minuto primo e con reostato a pieno carico, da quadretto di manovra con interruttore, valvole e amperometro (fig. 2).

c) di un carro argano portante i due tamburi avvolgitori di fune, della capacità complessiva di metri 1500 di fune di acciaio del diametro di mm 14 avente una resistenza alla rottura di chilogrammi 140-150 per mm² di sezione metallica (fig. 3).

d) di un aratro bilanciato monovomero, trasformabile in polivomero, capace di eseguire arature in terreno asciutto fino alla profondità di 40-45 cm per una larghezza di cm 40-50 od arature in risaia e in valle (colla sostituzione di slitte alle ruote) ad una profondità di cm. 30-40 per una larghezza fino a cm. 80. La illustrazione (fig. 3-bis) mostra l'aratro funzionante in risaia ed in terreno asciutto.

e) di due carri-ancora ad avanzamento automatico portanti la

carrucola di rinvio della fune (adozione vantaggiosa per la maggior rapidità di lavoro ed economia di mano d'opera).

f) di ancore e carrucole di rinvio della fune.

Altro apparecchio di aratura meccanica, pure essendo simile agli altri 14 ora descritti, è mancante del carro motore essendo il motore posto sullo stesso carro argano e collegato rigidamente agli organi operanti mediante ingranaggi e giunto elastico. Il motore trifase è di 50 HP a 220 volt comandato da controller per l'attacco, avviamento, regolazione di velocità (fino al 30 per cento) distacco, inversione di marcia. Le opportune resistenze metalliche sono collocate sul carro stesso.

Altro apparecchio d'aratura, pure simile agli altri (ed è ancora quello col quale la Ditta Violati Tescari e la Società Elettrica Centrale, auspice l'Ing. Cesari, hanno eseguito i primi esperimenti di arature elettriche) ne differenzia solo per la forma di energia che anziché a corrente alternata, è a corrente mobile continua. Esso consta:

a) di un carro cabina mobile con trasformatore di 50 kVA, da 15 000 volt a 500, con convertitrice per la stessa potenza, con apparecchi di protezione e manovre;

b) di un motore a corrente continua in serie di 40 HP a 500 volt, collocato sul carro argano e collegato agli operai operanti mediante cinghia. Il comando del motore viene fatto mediante controller per l'attacco, regolazione di velocità, distacco ed inversione di marcia. Le opportune resistenze sono collocate sul carro stesso;

c) un cavo unipolare sezione mm^2 40 isolato a 1000 volt lungo m 600 e filo di ritorno in rame nudo di eguale sezione.

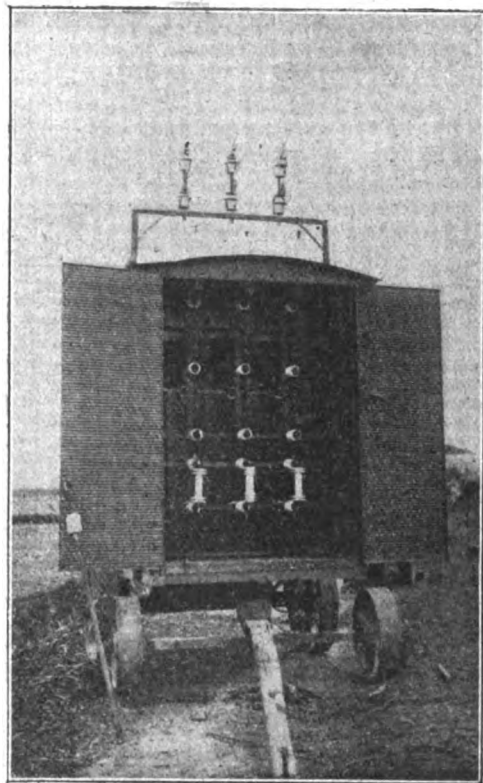


Fig. 1.

I tre sistemi di apparecchiatura di aratura meccanica si sono mostrati egualmente rispondenti allo scopo, ma, però, i primi 14, che hanno il motore elettrico separato dall'argano, presentano il vantaggio di poter utilizzare la stessa apparecchiatura elettrica per l'azionamento di qualunque altro macchinario agricolo. Infatti, le nostre apparecchiature elettriche (cabine mobili di trasformazione e carro motore) possono essere adibite, oltre che per l'aratura, anche per l'azionamento di pompe centrifughe per prosciugamento o per l'immissione di acqua nelle risaie; per azionare le trebbiatrici da riso e da grano; per gli essiccatoi meccanici del riso; per l'azionamento di presse da foraggio, ecc.

Disposizione di piazzamento di aratrice elettrica (fig. 5).

1) Il carro cabina di trasformazione viene posto a pochi metri dalla linea ad alta tensione e viene allacciato a questa mediante tre fili di rame nudo fissati al capo di tre coltelli separatori posti sopra l'antenna mobile che scorre verticalmente lungo la parte alta della cabina.

2) A circa dieci metri di distanza, si piazza il carro-motore collegato alla cabina di trasformazione mediante cavo tripolare.

3) A circa otto metri si fa l'appostamento del carro argano al quale viene trasmesso il moto mediante cinta di cuoio.

4) A pochi metri dall'argano si ancora la prima carrucola di rinvio della fune e a 300 metri al massimo dall'argano stesso si ancora la seconda carrucola.

5) Alla distanza di 300 metri, perpendicolarmente all'argano, inizia l'avanzamento il primo carro-ancora che alla parte opposta (a metri 300 al massimo) e parallela ha il carro-ancora gemello.

6) Fra i due carri, ed in linea ad essi perpendicolare, l'aratro bilanciato percorre in moto di andata e ritorno il campo d'arare.



Fig. 2.

Le segnalazioni dai due carri-ancora verso il manovratore dell'argano, per indicargli il momento di attacco e distacco, vengono fatte a mezzo di banderuole; mentre nelle giornate molto nebbiose od in caso di lavoro notturno, sono acustiche, cioè fatte a mezzo di trombe.

Un apparecchio di aratura piazzato in un determinato posto, e dato che il terreno e le colture lo consentano, può eseguire, senza spostamenti, una aratura di circa 36 ettari di terreno, e cioè un'aratura di quattro appezzamenti di m. 300 x 300 cadauno contigui e formanti un unico quadrato di m. 600 di lato al cui centro sta l'aratrice.

Lo stesso piazzamento serve anche per fare l'epiratura.

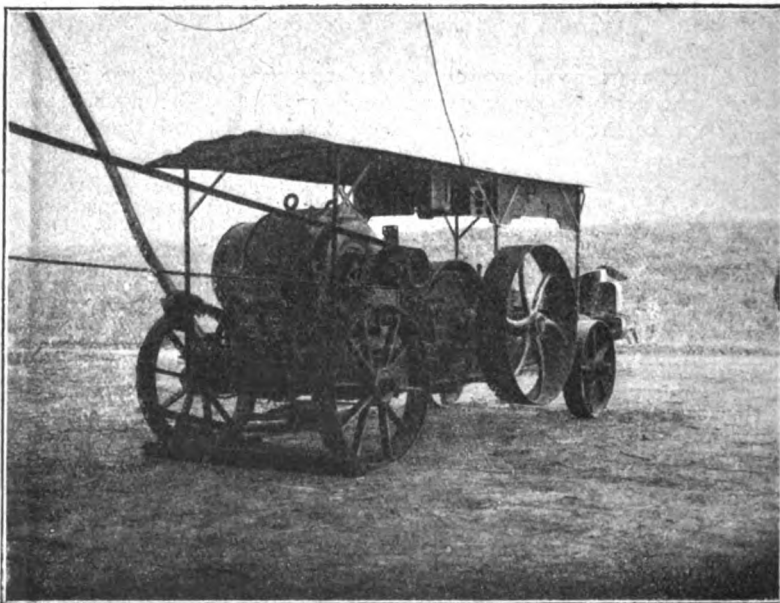


Fig. 3.

Le apparecchiature elettriche composte, come si è detto dianzi, del carro cabina di trasformazione e del carro motore si usano separate dalla aratrice per l'azionamento di:

A) impianti fissi di trebbiatura ed essiccazione del riso facendo muovere, mediante una speciale trasmissione, contemporaneamente la trebbiatrice del riso, il gran crivello, il pulitore, gli elevatori, il ventilatore del forno dell'essiccatoio, il pulitore a secco, ecc. Il piazzamento della cabina di trasformazione e del motore viene eseguito nella stessa maniera come per l'aratura;

B) impianti mobili e fissi di pompe centrifughe, o turbine, me-

diante trasmissione a cinghia nel modo comune a qualunque altro genere di motore meccanico;

C) macchine pressa-foraggi nel modo indicato come sopra.

È intenzione della APE, se assecondata dagli agricoltori e se potrà averne la concessione dalle Società distributrici di energia elettrica, di provvedere a dei piccoli impianti fissi nelle fattorie per l'azionamento: di piccole pompe per irrigazioni e irrorazioni, di trinciaforaggi, di macine da pannello, di trinciaturberi, di macchine per caseificio, di molinetti per biade, di svecciatori e ventilatori per cereali ed infine per la illuminazione delle case coloniche, stalle ed



Fig. 3-bis.

aie per il lavoro notturno. In questo caso, l'impianto verrebbe fatto mediante un trasformatore da palo da collocarsi nel punto più prossimo alla linea dell'alta tensione, di dove poi, con una linea a bassa tensione, (220 volt) si porterebbe la energia alle fattorie, alle stalle e alle aie.

L'utilizzazione della energia fatta fino ad ora dalla APE è evidentemente scarsissima in rapporto alla grande estensione delle linee sue, ma quanto esposto basta a dimostrare come la Società stessa si preoccupi di raggiungere lo scopo massimo pel quale essa è sorta.

Un apparecchio d'aratura che può sfruttare l'avvicendamento delle lavorazioni del terreno (risaie e colture asciutte) può eseguire 200 ettari di aratura per ogni anno (e cioè 75 ettari nei mesi di luglio,

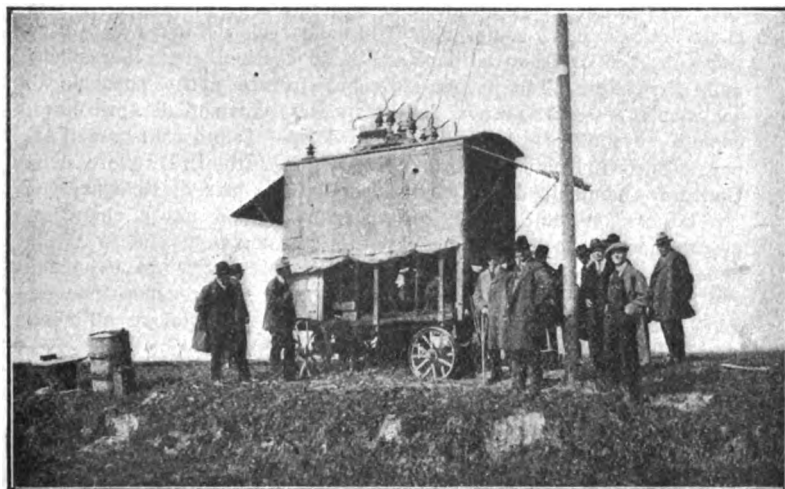


Fig. 4.

agosto, settembre, ottobre in terreno asciutto, ed ettari 25 nei mesi dal dicembre all'aprile in risaie); nei mesi di novembre e dicembre si utilizzano le sole apparecchiature elettriche per la trebbiatura e la essiccazione del riso.

Nei mesi di maggio e giugno si provvede alle riparazioni e ripassature per la buona manutenzione di tutto il macchinario; salvo ad avvicinare qualche apparecchiatura elettrica, dopo la ripassatura, in servizio di pompatura d'acqua.

Con questo avvicendamento, l'utilizzazione del macchinario è fatta nel modo migliore, come non sarebbe possibile in altre zone anche della nostra stessa regione, ma più ancora in altre regioni d'Italia.

Dall'esercizio da noi eseguito possiamo dedurre che:

per l'aratura in terreno asciutto a profondità medie di 35 a 40 cm. ed a velocità media dell'aratro bilanciato di metri 60 al 1', il consumo di energia è di circa kWh 100, circa, per ettaro con una potenza media richiesta di kW 25;

per l'aratura in risaia, a profondità media di cm 30 e di cm 70 di larghezza, il consumo di energia è di circa kWh 90, con una potenza media richiesta di kW 22. (Per le arature in risaia, le ruote dell'aratro bilanciato sono sostituite da speciali slitte) (fig. 6).

Per l'azionamento delle macchine di trebbiatura ed essiccazione del riso — macchine che formano tutto un impianto — il consumo di energia è di circa 2 kWh per quintale di riso trebbiato ed essiccato, con una potenza media richiesta di circa 30 kW.

Per l'azionamento delle pompe, il consumo e la potenza variano a seconda di vari tipi di pompe messe a nostra disposizione dagli agricoltori, ai quali noi forniamo l'apparecchiatura elettrica (carro motore e cabina mobile di trasformazione) e la forza motrice. Comunque la potenza richiesta varia dai 15 ai 35 kW.

Per l'azionamento delle macchine pressaforaggi la potenza richiesta è di kW 10 circa con un consumo di 1 kW ora per quintale di foraggio imballato.

I prezzi ai quali noi eseguiamo a noleggio le diverse lavorazioni agricole sono i seguenti:

- per arature in terreno asciutto normale L. 330 per ettaro;
- per aratura in terreno in risaia normale L. 330 per ettaro;
- per aratura in terreno vallivo (rottura di valle) L. 380 a Lire 400 per ettaro;
- per erpicature in terreno normale L. 100 per ettaro;
- per trebbiatura di riso (la sola prestazione dell'apparecchiatura elettrica e la fornitura della forza motrice) L. 2,00 per quintale;
- per la essiccazione del riso (la sola prestazione dell'apparecchiatura elettrica e la fornitura della forza motrice) L. 1,00 per quintale;
- per la pompatura d'acqua (la sola prestazione dell'apparecchiatura elettrica e la fornitura di forza motrice) da L. 10 a L. 30 per ora di lavoro.

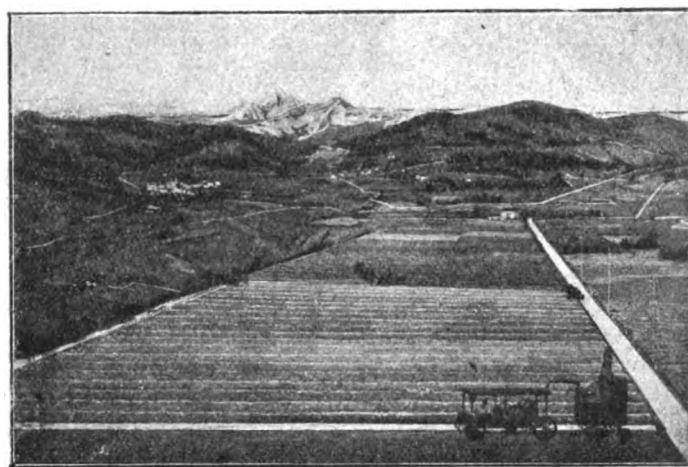


Fig. 5.

Col nostro macchinario, per lavoro di aratura, noi forniamo un solo nostro capo operaio che risponde a noi della buona conservazione del nostro materiale; gli altri operai in numero di 3 a 5 (a seconda che si lavora con carri-ancora ad avanzamento automatico, oppure con sole ancore e carrucole) sono a carico dell'agricoltore, il quale paga a cottimo ad ogni operaio L. 25 per ettaro, ciò che fa ammontare a L. 100, in media, la spesa di mano d'opera a carico dell'agricoltore per ogni ettaro di terreno arato. Il costo totale quindi della aratura elettrica da noi eseguita a noleggio in un normale terreno asciutto od in risaia è di lire 430 per ettaro, prezzo di molto inferiore a quello che l'agricoltore deve pagare per l'aratura eseguita con qualunque altro mezzo meccanico; sia esso il trattore a scoppio, col quale il costo dell'aratura sale ad oltre 500 lire per ettaro; senza contare che l'esperienza ha dimostrato che colla aratura a trazione funicolare indiretta (non calpestando il terreno) si ottiene un quantitativo di produzione di circa il 30 % superiore a quello che si ottiene avendo arato col trattore a scoppio o con la trazione animale. È superfluo aggiungere che con la aratura a vapore, dato l'attuale elevato costo del combustibile, l'aratura viene a costare per ettaro un prezzo ancor molto maggiore.

Il costo risultato alla APE:

- per le linee ad alta tensione, condutture in rame di 45/10 compresi interruttori da palo, è stato di L. 10.000 per km;
- per le linee ad alta tensione, condutture in ferro di 45/10 compresi interruttori da palo, è stato di circa L. 8000 per km;

per le cabine di smistamento (manufatto, apparecchi di protezione, di manovra e di misura) è stato di circa L. 10.000 per ciascuna;

le aratri meccaniche, comprese le apparecchiature elettriche e tutti gli accessori inerenti, sono costate L. 95.000, circa, ognuna.

Dal seguente specchio è possibile constatare il progresso compiuto dall'esercizio della APE:

	Esercizio 1920-21	Esercizio 1921-22	Esercizio 1922-23
Aratura asciutta ed umida	Ett. 817	991	7100
Erpicatura	» 65	214	200
Trebbiatura riso	Q.li 23855	27155	37060
Essicazione riso	» 14828	2700	16287
Pompatura di acqua	kWh 1050	500	1500
Lavori diversi	» 5000	6000	30000

Le spese di esercizio, di manutenzione, generali, di interessi e di deprezzamenti è stata rispettivamente nei tre esercizi di Lire 425 mila; L. 516 mila; L. 570 mila. In questo ultimo esercizio l'ammontare delle lavorazioni agricole da noi eseguite raggiungerà approssimativamente la somma di L. 700.000. In conseguenza di ciò, l'attuale esercizio permetterà di corrispondere al capitale azionario un utile del 5 % e sarà possibile di stanziare una importante quota di ammortamento ai nostri impianti.



Fig. 6.

Parrebbe che una Società, come la nostra, che ha uno scopo così importante per l'agricoltura nazionale e offre così rilevanti vantaggi agli agricoltori, dovesse poter contare incondizionatamente sopra l'aiuto materiale del Governo e sull'incoraggiamento che gli agricoltori dovrebbero dare in modo tangibile, concorrendo all'aumento del capitale azionario, che il nostro Consiglio di Amministrazione ha deliberato nella misura di L. 1.000.000. Non vi è certo da illudersi sulla possibilità dell'interessamento tangibile degli agricoltori, i quali credono già di favorirci impegnandoci del lavoro, mentre, in effetto, è la nostra Società che favorisce loro mettendoli in condizioni di eseguire le loro lavorazioni agricole ad un prezzo molto conveniente e senza immobilizzazioni di capitali!

Per quanto riguarda un aiuto materiale da parte del Governo basterà che io vi esponga che fino dal 1919 il Comitato Promotore per la costituzione della APE si preoccupò di ottenere dal Ministero di Agricoltura la emanazione di un decreto che avrebbe dovuto consentire a quanti eseguissero impianti di elettrificazione delle campagne un concorso finanziario dello Stato. Tale Decreto e il relativo Regolamento, da noi invocati, vennero compilati dal Ministero di Agricoltura e approvati dai Ministri competenti e dovevano essere presentati alla Camera, per la definitiva approvazione, sul finire dello scorso anno, ma, per la caduta del Ministero di quel tempo, non fu possibile di raggiungere l'intento. Tale decreto che porta la data del 2 ottobre 1919, stabiliva che quanti agricoltori privati, o riuniti in consorzio, avessero dopo il 1° gennaio 1919 cominciato ad eseguire impianti di bonifiche usufruendo di energia elettrica, o comunque a fare applicazioni elettro-meccaniche alla agricoltura, avevano diritto ai contributi governativi seguenti:

il 40 % sul costo delle cabine di trasformazione;

un compenso che varia da L. 0.15 a L. 0.25 (a seconda del peso di condutture di rame impiegato) per ogni kg. di filo di rame o di metalli diversi elettricamente equivalenti impiegati nelle condutture;

un compenso di L. 0.03 per ogni kWh di energia consumata. La applicazione di tale decreto avrebbe portato alla nostra So-

cietà il beneficio di un contributo governativo di circa 300.000 lire; senonchè, mentre per le linee e per il consumo di energia il regolamento fissa spettare il contributo a chiunque eseguisca impianti di bonifica o per lavorazioni agricole, invece devolve il contributo per le cabine di trasformazione ai soli agricoltori privati o riuniti in consorzio, e parrebbe escluderne le Società, che, come la APE, hanno lo scopo di eseguire delle applicazioni elettro-meccaniche nella agricoltura.

Non sappiamo se e quali provvedimenti l'attuale Governo abbia in animo di emanare a vantaggio e ad incremento della elettrificazione delle campagne. Riteniamo però che, mirando il Governo ad ottenere quanto più rapidamente possibile la restaurazione dell'erario nessuno debba domandare e possa ottenere dallo Stato benefici pecuniari, anche se per imprese comunque miranti a portare un progresso nell'interesse della Nazione, e quindi ognuno debba valersi dei soli propri mezzi. Il Governo, giustamente, si oppone alla concessione di premi o contributi governativi, che, comunque, rappresentano per l'erario erogazioni di danaro a fondo perduto. Troviamo, perciò molto opportuna la iniziativa già prospettata in questa sede dall'Ill.mo Sig. Comm. Ing. Civita, la quale mira ad ottenere dal Governo la costituzione di un Istituto di Credito Elettroagricolo che conceda delle anticipazioni e finanziamenti ad un tasso minimo ad Enti e privati che abbiano eseguito impianti di applicazioni elettromeccaniche alla Agricoltura. Citava qui l'egregio Ing. Civita l'esempio del Governo francese, che ha stanziato a questo scopo parecchie centinaia di milioni da concedere in finanziamenti al tasso massimo di 2.80 %. Se il nostro Governo vorrà seguire questo esempio potrebbe costituire, fra gli Istituti bancari di emissione, un Consorzio di Credito Elettroagricolo per finanziamenti da estinguere in un periodo più o meno lungo di anni, e al tasso di 4 a 5 %. Ammesso anche che l'Erario dovesse poi corrispondere al Consorzio di Credito Elettroagricolo la differenza fra il tasso di favore concesso a chi ha eseguito impianti elettroagricoli, e il tasso ufficiale corrente, ciò non costerà mai per lo Stato un esborso di danaro a fondo perduto, in quanto che tale sacrificio verrà, ad usura, compensato all'Erario dal maggior reddito che gli proviene dalla aumentata produzione agricola.

A garantirsi del buon fine dei finanziamenti concessi il Consorzio di Credito Elettroagricolo potrebbe prendere pegno sulle linee elettriche e sul macchinario, e, a controllare l'opera oculata e saggia delle Società alle quali è stato concesso il finanziamento, dovrebbe pretendere che un funzionario del Governo trovasse posto nel Consiglio di Amministrazione delle Società stesse. E, valendomi di un'altra ottima idea del Comm. Ing. Civita, troverei opportuno si procedesse anche alla costituzione di Consorzi Tecnici Elettroagricoli ai quali si dovrebbe dare incarico di fare opera di propaganda per la elettrificazione delle campagne, e di fiancheggiare l'opera di enti e privati che si dedicano all'impianto di applicazioni elettromeccaniche nella agricoltura. Tale azione dovrebbe trovare anche appoggio di consulenza presso i Direttori delle Cattedre Ambulanti di Agricoltura, come è avvenuto per la APE, che ha sempre potuto contare sull'appoggio incondizionato dell'Ill.mo Sig. Prof. Zerbini, Direttore della Cattedra Ambulante di Agricoltura per la Provincia di Bologna.

Ed ora ho finito. Altri, con maggiore competenza e chiarezza, avrebbe potuto meglio di me farvi le comunicazioni che io vi ho fatte in modo poco forbito ma con la maggiore precisione e lucidità che mi è stata possibile. Sarò soddisfatto se alla mia esposizione seguirà una discussione tanto pratica ed efficace da giovare all'incremento della elettrificazione delle campagne.

La APE potrà anche vivere, e speriamo anche prosperare, coi soli propri mezzi, ma il nostro Governo non può e non deve disinteressarsi di questo problema che avvantaggerà fortemente lo sviluppo agricolo e le fortune del nostro Paese.

Alcune Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia:

Pei Soci, una copia (broch.)	più per postali	» 10,—
		» 1,80
Pei non Soci (broch.)	più per postali	» 10,—
		» 1,80

Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia

più per postali » 20,—

Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).

più per postali » 2,50

NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici

più per postali » 3,—

NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche

più per postali » 1,—

NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana

più per postali » 1,50

più per postali » 0,80

□ SU LA RIFORMA DEI POLITECNICI E DELLE SCUOLE DI APPLICAZIONE PER GLI INGEGNERI ⁽¹⁾ □ □ □ □ □

LUIGI LOMBARDI

La questione dell'eventuale riforma dei Politecnici, e delle Scuole di applicazione per gli ingegneri, era all'ordine del giorno del I Congresso Nazionale della Federazione Universitaria, indetto a Roma per l'aprile 1922, il quale venne successivamente differito a epoca da destinarsi.

In considerazione della importanza del problema, che formò anche recentemente oggetto di studio da parte di autorevoli Commissioni, e diede luogo a discussioni vivaci in seno alle principali Associazioni tecniche, non sembra inopportuno riassumerne in questo luogo i punti fondamentali, prima che per la risoluzione di esso vengano adottati dal nuovo Governo i provvedimenti definitivi.

L'ordinamento delle Scuole politecniche e di applicazione è strettamente coordinato a quello del biennio di preparazione delle Facoltà matematiche universitarie, intorno al quale dura ancora il dibattito, inteso a stabilire la giusta proporzione e la migliore distribuzione delle singole materie, di carattere propedeutico e applicativo.

Volendo esaminare il problema da un punto di vista più ampio, la questione dell'insegnamento matematico nelle scuole superiori si collega anzitutto a quella della preparazione preliminare, conferita nelle scuole secondarie, intorno a cui un lavoro esauriente è stato fatto dalla Commissione internazionale dell'insegnamento matematico, presieduta da F. Klein, che ebbe membri autorevoli per l'Italia i professori Castelnuovo, Enriques e Scorza. Questa, in una importante conferenza tenuta a Parigi nell'aprile 1914, dimostrò i buoni risultati ottenuti in diversi paesi (Austria, Germania, Francia, Inghilterra) mediante la introduzione del calcolo differenziale e integrale nelle ultime classi delle scuole medie, di che anche in Italia si ebbe la conferma, mediante l'esperimento del liceo moderno, dell'istituto tecnico, e dell'istituto industriale, onde avere potuto trarsi incoraggiamento ad estendere la disposizione anche alle scuole classiche. Salvochè una sostanziale riforma si preannunzia in questo campo dal Ministro attuale della pubblica istruzione, intesa a sopprimere il liceo moderno, modificando in conformità delle nuove esigenze quello classico; riordinando completamente la scuola e l'istituto tecnico su la base di altrettante scuole di carattere professionale per la ragioneria e l'agrimensura; e trasformando la sezione fisico matematica dell'istituto in un liceo scientifico, che dia accesso alle facoltà di scienze e medicina. Uniformandosi meglio in tal modo il grado di coltura, e la preparazione generale di quanti aspirano agli studi universitari, si rimuoverà uno degli attuali inconvenienti, molte volte lamentato, e si aumenterà il decoro degli studi tecnici superiori. Il riconoscimento delle scuole libere, e l'adozione preannunziata dell'esame di Stato, apriranno d'altroché la via anche agli alunni meritevoli delle scuole medie professionali, i quali, pur considerando queste come fisse a sè stesse, possono legittimamente aspirare alle scuole più elevate, quando li soccorre l'altezza dell'ingegno e la forza della volontà.

Non in tutte le Università disgraziatamente si è trovato modo di attuare finora quell'intimo coordinamento dei corsi di analisi e di geometria, che si era invocato nel I Congresso della Società italiana per il progresso delle scienze (1907), e che, precludendo a una sostanziale semplificazione dei loro programmi, doveva permettere la assegnazione definitiva della meccanica razionale al biennio di preparazione, ed una più razionale distribuzione degli insegnamenti di meccanica nel triennio di applicazione.

Frustato lo spirito della riforma, per le molteplici difficoltà, che si incontrarono nell'accordare gli interessi delle Facoltà con quelli delle Scuole di applicazione, ebbe origine il disordine attuale, per cui la maggioranza degli alunni non si trova in grado di assolvere nel secondo anno l'esame di meccanica razionale, e deve implorare la autorizzazione di differirlo al terzo anno, determinando ogni volta un nuovo provvedimento provvisorio, che già indusse alcune scuole ad invocare il ritorno all'antico regime, e taluna a proporre che l'insegnamento di questa materia venga definitivamente attribuito alle scuole di ingegneria.

La questione, così posta, investe peraltro nella sua base fondamentale tutto il problema della preparazione matematica dei futuri ingegneri, per la miglior riuscita della quale è da discutere se giovi meglio l'indirizzo prevalentemente teorico, che per tradizione viene seguito nelle Università, ovvero quello applicativo, che ragionevolmente mostrano di desiderare le Scuole politecniche.

Gli argomenti addotti in favore dell'una e dell'altra soluzione sono oramai troppo noti, perchè sia mestieri ripeterli in questa sede. Da una parte l'insegnamento matematico assume una importanza educativa fondamentale nella formazione del razionalismo, e, come tale, deve impartirsi da persone, che ne abbiano una conoscenza profonda, e non si lascino soverchiamente allettare dal desi-

derio delle semplificazioni, a scapito del rigore scientifico; dall'altra è chiaro che per il tecnico la matematica non deve considerarsi, se non come strumento, per risolvere le molteplici questioni, attorno a cui si affaccia la sua mente, ond'egli necessariamente deve astrarre dalle sottili elucubrazioni, che non attengono alle concrete applicazioni, pur senza rinunciare a valersi dei procedimenti più delicati, ove la natura del problema lo richieda.

Sotto questo aspetto la riforma dell'insegnamento matematico per la Scuole di ingegneri, più che ad una sommaria semplificazione dei programmi universitari, dovrebbe ispirarsi al concetto di una migliore selezione degli argomenti, che hanno relazione con i problemi moderni, atteso che l'indagine dei moti vorticosi in idraulica e in aerodinamica, quello delle deformazioni elastiche in meccanica e delle perturbazioni elettromagnetiche attraverso allo spazio, e la interpretazione dei fenomeni transitori nelle rapide variazioni di regime, importano così complesse considerazioni, da rendere indispensabile l'impiego delle funzioni trascendenti e dell'analisi superiore. Un insegnamento complementare di matematica, intesa a familiarizzare l'allunno con l'uso di questi strumenti delicati, si imporrà certamente nelle future Scuole tecniche superiori, e dovrebbe fin d'ora auspicarsi a integrazione dell'insegnamento del biennio preparatorio.

Per quanto riguarda i legami fra le Scuole di applicazione e le Facoltà universitarie, l'ordinamento di Padova appare sotto un certo punto di vista fra tutti felice, in quanto, pur lasciando alla Scuola degli ingegneri una sufficiente autonomia, le consente di muoversi nel gruppo delle Facoltà, e del Consiglio accademico, stabilendo fra i colleghi una preziosa intimità di rapporti, che è di sprone a intensificare la produzione scientifica, e fa convergere tutti gli sforzi alla finalità comune.

Volendo estendere tali benefici anche alle altre Scuole di applicazione, che hanno conseguito una più larga indipendenza amministrativa, gioverebbe aggregare ai Consigli rispettivi i professori, che insegnano nei bienni di preparazione le materie scientifiche fondamentali, onde il programma di queste venisse soprattutto coordinato ai bisogni delle scuole medesime, i cui alunni costituiscono di gran lunga la maggioranza della scolaresca, laddove, per i pochi aspiranti alle lauree universitarie, nessuna difficoltà si incontrerebbe nella integrazione dei programmi con brevi corsi complementari. La piccola riforma in sostanza apporterebbe una gran parte dei vantaggi, auspicati dalla Commissione ministeriale, nominata da S. E. Baccelli nel 1919, (presidente il senatore Colombo), la quale invocava la creazione dei bienni interni per tutte le Scuole di applicazione, ma trovò insormontabili opposizioni da parte del Ministero del tesoro, per l'onere assai grave, che ne sarebbe derivato al bilancio.

Secondo le proposte di quella autorevole Commissione, le quali dal relatore professor Colonnetti vennero ampiamente illustrate in seno alla Associazione Nazionale degli ingegneri italiani, tutte le Scuole di applicazione avrebbero dovuto assumere il carattere uniforme di Politecnici, con cinque anni di corso, e con la facoltà di conferire lauree distinte nelle sezioni di ingegneria civile, industriale e navale.

Essendo concordemente riconosciuto che, ai bisogni dell'industria navale di costruzioni, sopperiscono sufficientemente la sezione navale della R. Scuola politecnica di Napoli e la Scuola navale superiore di Genova, le altre Scuole politecniche dovrebbero suddividersi uniformemente nelle sue Sezioni di ingegneria civile e industriale. Di tale provvedimento non sembra dubbia la opportunità, a chi consideri l'enorme incremento che ha subito la scolaresca, anche là dove la sezione industriale non venne peranco instaurata, e la convenienza di frazionarla in classi meno numerose e più omogenee, per rendere più efficaci gli insegnamenti grafici e sperimentali, e per consentire ai singoli di seguire l'indirizzo più conforme alle rispettive inclinazioni e attitudini.

Sotto questo punto di vista avrebbe importanza di gran lunga minore la suddivisione ulteriore delle sezioni fondamentali in sottosezioni, o la creazione di sezioni separate per la elettrotecnica o la chimica, atteso che la prima ha con la meccanica una grande affinità, e la seconda, nel campo industriale italiano, non ha raggiunto tale sviluppo, da rendere indispensabile in tutte le scuole la formazione di ingegneri, in essa specializzati.

Nulla vieta naturalmente che tali sottosezioni siano mantenute, ove già vennero costituite, e che le altre scuole, in relazione ai bisogni del luogo e del tempo, istituiscano insegnamenti complementari di perfezionamento, come in parecchie è già avvenuto per la elettrotecnica e l'elettrochimica, per la radiotelegrafia, l'aerodinamica, ecc., da eseguirsi entro o fuori il limite assegnato per la laurea, soprattutto ove sia possibile ottenere per essi la collaborazione di persone, che in questi campi abbiano acquistato singolar competenza, e che, dal quotidiano contatto con l'industria, possano trarre elementi preziosi per uniformare i loro insegnamenti alle esigenze reali di questa. La intimità dei rapporti fra l'industria e la scuola giova grandemente a entrambe, così nella formazione che menti direttive come nell'uso promiscuo dei mezzi di ricerca, che la sola industria può adeguare alla grandiosità dei suoi processi di fabbricazione, ma che la scuola può affinare per gli scopi più sottili dell'indagine, determinando le leggi rigorose dei fenomeni, e suggerendo i mezzi per iscoprire nuovi trovati, e perfezionare quelli già esistenti.

In tal senso è stata particolarmente feconda l'azione del Comitato scientifico tecnico per l'incremento della industria italiana, che

(¹) Da « Problemi Italiani », anno II, fasc. 9.

a beneficio dei laboratori scientifici ha promosso dal Governo e dall'industria notevoli contributi, e assegnato a singoli istituti e insegnanti lo studio di questioni particolari, strettamente attinenti alle pratiche applicazioni. La legittima aspirazione dei nostri laboratori a un corredo più ampio di mezzi sperimentali, ed a sedi più adatte e più capaci, è ormai riaffermata da quanti si occuparono dell'insegnamento tecnico superiore, ed è vivamente da augurare che, per il decoro di questo, essa trovi giusto riconoscimento presso le autorità centrali dello Stato, le quali ne hanno la suprema tutela, e che dal canto loro i professori sentano altamente la nobiltà del loro ufficio, e contribuiscano col loro esempio a suscitare nei giovani alunni lo spirito della ricerca, e col loro lavoro al progresso della disciplina loro affidata.

Poco è da aggiungere a quanto i corpi competenti hanno in genere proposto e adottato, circa l'ordinamento interno degli studi nel corso di applicazione, di cui non sembra opportuno protrarre oltre il triennio la durata, e l'uniformità del quale, almeno nelle linee fondamentali, è necessaria per facilitare il passaggio dall'una all'altra scuola. Taluni spostamenti, suggeriti dalla Commissione ministeriale del 1919, come quello dell'elettrotecnica generale al primo anno, sarebbero di utilità problematica, contribuendo ad aggravare in questo la mole già pesante di una più matura ponderazione; laddove poi per lo svolgimento completo di tale insegnamento, soprattutto gioverebbe il complemento della preparazione matematica, che dovrebbe trovar posto nel primo anno di applicazione.

Importanza considerevole avrebbe bensì l'ampliamento di taluni insegnamenti, come quello delle materie giuridiche, il quale non dovrebbe prescindere dalle teorie economiche; e quello delle applicazioni di matematica, che opportunamente potrebbe includere gli elementi della matematica finanziaria e delle discipline attuariali, oltre ai capitoli speciali già segnalati.

Nemmeno si dovrebbe prescindere nelle Scuole di applicazione dall'insegnamento delle lingue moderne, il quale nelle scuole secondarie è necessariamente circoscritto alla parte grammaticale, laddove la conoscenza perfetta di esse assume negli scambi moderni di natura commerciale e intellettuale una enorme importanza, costituendo esse lo strumento principale per poter seguire rapidamente il movimento economico e scientifico delle altre nazioni.

Al di sopra di queste, che hanno carattere strettamente programmatico, incombe d'altronde la questione, fra tutte più grave, della disciplina scolastica, a cui troppe infrazioni disgraziatamente consentono le nuove tradizioni, aggravate dalla pleora delle iscrizioni.

Una proposta radicale sotto questo riguardo venne enunciata nel 1914 dall'ing. Barbagelata, il quale, in una conferenza all'AEI, suggerì di sopprimere un gran parte delle lezioni orali, e di riservare ai professori il compito di compilare i programmi e pubblicare i libri di testo, fornendo agli alunni le necessarie spiegazioni intorno alle parti fondamentali della materia, e sottoponendoli a periodiche interrogazioni, salvo esporre in un gruppo di lezioni complementari i progressi più recenti della disciplina, e gli argomenti delle loro ricerche originali. Sotto un certo punto di vista non è da escludere che la riforma proposta potesse contribuire al progresso del corpo insegnante, concedendogli maggior libertà di indagine, e accendendo maggior fervore di emulazione; ma per molti altri riguardi essa appariva troppo ardua, e non incontrò il favore degli studiosi, i quali non a torto rivendicarono all'insegnamento cattedratico la sua più alta funzione di critica sistematica e di esposizione coordinata, atta a imprimere nelle giovani menti con la massima efficacia il pensiero scientifico, abituandole alla serena discussione, che è la base della formazione intellettuale, e indirettamente e potentemente contribuendo anche alla serietà del carattere morale.

Quanti scolari e professori riescano a stabilire e conservare fra loro questa ammirabile corrispondenza spirituale, che certamente costituisce il più alto privilegio della scuola, sarebbe forse penoso indagare. Lo spirito sedicente di libertà, che le nuove generazioni assorbono inconscie dall'ambiente irrequieto che le circonda, crea una profonda illusione intorno al valore delle rivendicazioni individuali e collettive, allontanando la mente dalla più diretta percezione del proprio dovere, nell'adempimento scrupoloso del quale è l'elemento più profondo della felicità, e il mezzo più potente del nostro progresso. La sete stessa smoderata del godimento, e il bisogno della ricchezza, reso più acuto dalle lunghe privazioni, e dall'iperbolico ingiustificato aumento dei prezzi della vita, mettono nel cuore una spina dolorosa, che spinge la maggior parte degli uomini a cercar nuove fonti e più rapide di guadagno, e soffoca nei giovani lo spirito dell'idealità, che era la molla più potente del loro miglioramento morale. L'aura malsana pervade anche l'ambiente della Scuola, al pari di tutti gli altri della vita sociale, raffreddando nei professori l'entusiasmo della loro missione, e negli alunni il sentimento del loro dovere; in tutti affievolendo la coscienza della propria responsabilità. E si contende ai maestri la facoltà di arricchire i loro programmi; ai direttori quella di aggravare l'orario o circoscrivere le vacanze; alle Commissioni di esame l'esercizio di una giusta severità.

In questo soprattutto io credo debba essere riformata la Scuola superiore come la media; quella tecnica come la universitaria; instaurando una disciplina severa, nella quale alunni e insegnanti sentano di ritrovare la più sicura salvaguardia delle loro prerogative, e il più adeguato compenso dei loro sacrifici morali e materiali.

L'organismo scolastico è per sé stesso così complicato, da non poter sopportare frequenti mutazioni; come in ogni altra manifesta-

zione dell'attività umana, si può giungere per vie diverse al medesimo fine. La disputa intorno al modo migliore di apprendere o insegnare è pressoché oziosa, se non ci preoccupiamo *a priori* di migliorare l'alunno e il professore. Il libro di testo serve di consultazione preziosa a chi ha già penetrato i concetti fondamentali della materia, ma è guida insufficiente per colui, che ha disertato l'aula e ne fa uno studio affrettato e superficiale. A ridurre fra giusti limiti il numero degli alunni, provvederà automaticamente la crisi parziale dell'industria, ed efficacemente dovrebbe contribuire una giusta severità nelle ammissioni, mediante la quale, allontanando gli inetti, si elevasse il prestigio della Scuola, e si risparmiasse al paese la moltiplicazione degli spostati, ed alle famiglie e agli individui un seguito di irreparabili delusioni.

Venendo per ultimo a considerare la questione del pratico tirocinio intorno a cui troppo si è detto e scritto da chi non aveva una precisa visione del compito circoscritto della Scuola, e troppe illusioni si sono nutrite da coloro, i quali vagheggiarono di poter sopprimere, mediante un aumento di dotazioni e ampliamento di laboratori, a tutte le esigenze dell'esercizio professionale, la Commissione ministeriale del 1919 fu sedotta dall'idea, che esso dovesse compiersi obbligatoriamente da tutti gli alunni prima della laurea, dando loro accesso ai cantieri di Stato ed alle officine private, con libera scelta degli aspiranti, e richiedendo come sanzione il certificato del lavoro compiuto. Salvò che il numero esuberante di alunni, che si laureano ogni anno nelle Scuole di Ingegneria, rende l'attuazione di tale programma eccezionalmente difficile, e probabilmente toglierebbe ai certificati predetti il carattere di serietà, cui necessariamente si dovrebbe subordinare il conferimento di un diploma; a questo molti alunni aspirano d'altronde con particolari finalità, le quali rendono in parte superfluo un congegno si fatto.

Non per questo diminuisce la importanza del sussidio, che lo Stato e le Industrie private possono fornire con leggero sacrificio agli alunni più volenterosi, i quali intendono di completare, con un periodo di pratica attività, la loro cultura, prima di avviarsi all'esercizio professionale, come accade per i dottori in medicina mediante la frequenza negli ospedali, e per gli ingegneri navali e per quelli delle miniere mediante i periodi di preparazione nei cantieri di costruzione e nei distretti minerari.

Dovrebbe a tale scopo presso le Amministrazioni di Stato istituirsi una categoria di Ingegneri Alunni nella quale questi avessero facoltà di entrare, a seguito immediato dalla laurea od entro un breve termine da essa, e di permanere per un certo periodo, con precedenza e libertà di scelta per coloro che hanno riportato le migliori classificazioni, e con diritto a una modesta remunerazione, che non abbia carattere di stipendio, ma di semplice rimborso di spese, ottenendo a fine di tale periodo un certificato del Capo Ufficio, che attesti l'indole e il valore dell'opera prestata, e che possa costituire titolo di preferenza per l'assunzione definitiva presso la medesima od altre affini amministrazioni.

Se si pensa che l'Amministrazione del Genio Civile ha alla sua dipendenza oltre un centinaio di Uffici provinciali e autonomi, la maggior parte dei quali è suddivisa in parecchie Sezioni, e che ognuna di queste potrebbe assorbire alcuni ingegneri alunni; che le Ferrovie e le officine dipendenti dalle altre amministrazioni di Stato potrebbero accogliere senza indugio parecchie centinaia di individui, e non pochi potrebbero entrare alle stesse condizioni presso le amministrazioni centrali e provinciali, telegrafiche e telefoniche; se finalmente si considera la buona disposizione già manifestata da parecchie Ditte private e Società di esercizio e di costruzione, che offrono di accogliere nei loro uffici e nelle officine un certo numero di giovani ingegneri in condizioni analoghe (la Società Idroelettrica Piemonte bandisce, per esempio, ogni anno un concorso per 6 ingegneri e 6 diplomati delle Scuole Industriali), e che tale azione potrebbe estendersi con opportuna disciplina a numerose altre Società; è facile immaginare che parecchie centinaia di ingegneri, fra quelli laureati ogni anno dalle Scuole politecniche italiane, potrebbero senza eccessiva difficoltà e onere finanziario trovare un collocamento decoroso per il tempo necessario a completare la loro cultura, assecondando in massima le proprie aspirazioni, e vedendosi schiusa una via promettente per il seguito della carriera. È chiaro in verità che i più distinti e volenterosi riuscirebbero ad affermarsi come tali in un simile periodo, onde agevole riuscirebbe per le singole amministrazioni scegliere tra essi i futuri funzionari, senza le inutili complicazioni dei concorsi, traendo durante l'anno di tirocinio partito della volontaria collaborazione, certamente più efficace e intelligente di quella di molto personale avventizio e straordinario.

Negli Stati Uniti d'America, dove le grandi industrie hanno subito una gigantesca evoluzione, esse hanno bene riconosciuto l'interesse di cooperare con gli organi dello Stato alla educazione tecnica dei loro futuri dirigenti, e la mente acuta di Steinmetz — imbevuta di idee profondamente democratiche — ammonisce sui vantaggi di tale collaborazione, anche se non appaiono immediatamente tangibili, poichè essi riflettono i rapporti più delicati fra gli organismi centrali e il personale dipendente, aumentano la efficienza del lavoro, diminuiscono le probabilità degli scioperi, e costituiscono un'arma potente di difesa contro coloro, che revocano in dubbio la legittimità delle grandi organizzazioni, cercando di acuire il dissidio fra i loro interessi capitalistici e quelli della classe lavoratrice.

Americani e inglesi hanno perciò giustamente mostrato di interessarsi al problema di migliorare i giovani ingegneri moralmente e intellettualmente, e di far progredire le loro Scuole tecniche superiori. Spigolando nella letteratura, si sentono ripetere dai maggiori

esponenti del loro mondo tecnico i seguenti aforismi, che non hanno mestieri di commento:

«Lo studente deve prima abituarsi a usare la propria testa, e poi cercare di riempirla di utili cognizioni. L'aumento esagerato della popolazione scolastica non giova alle Scuole di ingegneria, poichè i mediocri crescono più rapidamente dei buoni, e, dove i primi danno l'intonazione, il livello dell'istituzione si abbassa». (Lamme).

«La scuola non può sostituire la officina, ma questa non deve prescindere da quella. È un errore la specializzazione prematura esagerata, come la limitazione posta all'avanzamento dei più intelligenti». (Pratt).

«Le unioni sindacali hanno giovato ai loro associati, ma fanno il danno dell'industria, livellando le mercedi, e sopprimendo la emulazione». (Highfield).

«Una buona fondazione può servire per molte diverse strutture. Ognuna di queste cade se non ha solida base». (Hering).

«Il concetto più importante da imprimere nella mente dei giovani è la devozione al loro ufficio; questa deve prevalere nei propri riguardi sul desiderio del guadagno; lo spirito di collaborazione deve prevalere su quello di critica, nei riguardi altrui». (Magnuson).

«Più che l'ingegnere, la scuola deve formare l'uomo atto a diventarlo. Al di sopra dell'abilità tecnica vale la bontà del carattere; sopra il merito proprio è da riconoscere quello altrui; prima di criticare le mancanze altrui sono da emendare i propri difetti». (Dudley).

«Nello sviluppo della tecnica ebbero prima importanza gli inventori, poi i costruttori; oggi l'hanno gli economisti. Saper leggere un bilancio non ha minore importanza di saper interpretare un disegno». (Gill).

«La scienza dell'ingegnere non è solamente quella di fabbricare e far funzionare delle macchine, ma è soprattutto quella di asservire alla volontà dell'uomo le proprietà della materia, e di saper guidare gli uomini, che devono con lui collaborare alla soluzione dei nuovi problemi». (Herr).

«L'Ingegnere non deve vivere di astrazioni, ma produrre quelle cose concrete, e praticamente realizzabili, di cui ha bisogno l'umanità». (Carty).

*

Dalle considerazioni fatte, e dalle molteplici discussioni, che ebbero luogo anche recentemente in seno alle diverse Sezioni della Associazione Nazionale degli Ingegneri e Architetti italiani, cui Delegati, riuniti a Bologna il 26 marzo, non hanno potuto formulare un voto che riassumesse le discordi tendenze, emerge la gravità del problema, e la necessità che esso venga risolto dalla mente illuminata dei nuovi Governanti.

Più che affermazioni di carattere personale, sembrano valere come sintesi dei più ponderati giudizi sull'argomento le proposizioni seguenti:

1. - Al prestigio ed al progresso degli Studi tecnici superiori gioverà in Italia la maggiore uniformità dei titoli di ammissione, e un'opportuna riforma delle Scuole secondarie, abilitate a conferirli, per cui si innalzi il grado di cultura preliminare al livello richiesto per l'accesso alle altre Facoltà universitarie. Più che i rudimenti della matematica e del disegno, la buona preparazione letteraria, storica e filosofica contribuisce a predisporre la mente, che dovrà accogliere e sviluppare le molteplici cognizioni tecniche e scientifiche.

2. - Per il migliore coordinamento degli studi matematici universitari con quelli di applicazione, nelle Scuole che non hanno ancora ricevuto l'ordinamento completo del Politecnico, è desiderabile che si stabilisca un più stretto affiatamento fra gli insegnanti di Facoltà e quelli delle Scuole di ingegneria aggregando a queste i titolari delle materie propedeutiche e scientifiche fondamentali, con l'obbligo di uniformare i programmi alle esigenze delle Scuole medesime, salvo a integrarli con corsi complementari nell'interesse dei pochi aspiranti alle lauree di matematica e di scienze naturali.

3. - L'insegnamento delle matematiche dovrebbe essere, nell'interesse medesimo delle Scuole di applicazione, integrato mediante un corso complementare, nel quale siano sviluppate quelle parti, che appaiono necessarie delle funzioni trascendenti, degli sviluppi in serie, e delle scienze attuariali. È del pari desiderabile che venga esteso l'insegnamento delle materie economiche, e aggiunto quello delle lingue moderne.

4. - È da auspicarsi per tutte le Scuole di Ingegneria la suddivisione nelle due Sezioni fondamentali, Civile e Industriale, riservando a quella di Napoli, già ordinata a Politecnico, oltre che alla Scuola Superiore di Genova, la Sezione Navale, e conservando in quelle di Milano, Napoli e Torino le Sottosezioni speciali di elettrotecnica e di chimica industriale ivi già istituite, laddove le altre potranno autorizzarsi a impartire in queste ed altre materie, a somiglianza di quella di Roma, corsi complementari e di perfezionamento per gli ingegneri già laureati, e per quelle persone che posseggono la necessaria preparazione.

5. - È indispensabile che venga conferito un maggiore sviluppo allo insegnamento sperimentale, corredando di mezzi adeguati i laboratori, e instaurando in tutte le Scuole una disciplina più severa; e che venga promossa una più intima corrispondenza fra i Maestri e gli Alunni, la quale rende possibile una più esatta valutazione delle forze individuali, spingendo i più eletti a progredire, e arre-

stando su la soglia i mediocri, cui debbono riserbarsi forme di attività più modeste. Da parte loro gli Insegnanti debbono sentire la coscienza della loro altissima missione educatrice, e contribuire col loro esempio ad accrescere l'entusiasmo per la ricerca, e, col lavoro sistematico al progresso della disciplina loro affidata.

6. - Non si ritiene opportuna una maggior durata dei corsi obbligatori, nè la imposizione di un tirocinio pratico prima della laurea. Dopo di questa bensi lo Stato e le altre Amministrazioni pubbliche e private potrebbero grandemente facilitare il compimento di un periodo di pratica professionale, accogliendo i volenterosi per ordine di merito nei loro uffici e cantieri, lasciando speciali certificati della opera prestata, ed accordando per questa una modesta remunerazione, che valga a risarcire in parte le spese sostenute. Da parte loro le Amministrazioni se ne avvantaggerebbero, mediante la assunzione definitiva dei giovani più valorosi, senza l'aleatorio esperimento dei concorsi, e mediante la sostituzione dell'opera loro intelligente e volenterosa a quella del personale avventizio e straordinario.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sulla continuità d'esercizio degli impianti elettrici.

La Sezione di Milano dell'A. E. I. ci gira la seguente lettera:

Sull'Elettrotecnica del 15 corr. leggo il verbale di una seduta della Sezione di Milano riguardante l'esercizio di impianti elettrici. Siccome l'esercizio di impianti elettrici rientra nella mia occupazione quotidiana, mi permetto di fare alcune brevi considerazioni in argomento.

Coll'aumentare della tensione e della potenza degli impianti elettrici risultò necessario porre la massima attenzione a due cose:

- 1) resistenza dielettrica degli elementi costituenti l'impianto;
- 2) resistenza meccanica degli stessi. Un impianto largamente dimensionato in questi rapporti, soffrirà meno che uno munito di ingegnosi e complicati dispositivi di protezione contro sovraccorrenti e sovratensioni.

Gli alternatori dovrebbero essere calcolati per tensioni piuttosto basse (6000-8000 volt al massimo) modo di avere, se mai possibile, solamente 1 conduttore per ogni canale dell'indotto. Simili avvolgimenti presentano grande resistenza dielettrica potendo essere, a parità di consumo d'isolante, meglio isolati che avvolgimenti a molte spire per bobina; sono anche meccanicamente più robusti e non esiste il pericolo di perforazione fra spira e spira.

Fra alternatori e trasformatori converrà un pezzo di cavo di opportuna lunghezza (almeno 30 metri) il quale, con la sua elevata capacità, protegge efficacemente l'alternatore contro onde migranti a fronte rapido, venendo questi appiattiti.

I trasformatori vengono oggi costruiti generalmente con torte caduta di tensione e con avvolgimento solidamente ammassato. Converrà eccedere in rigidità dielettrica e robustezza meccanica.

Dalla esperienza fatta personalmente risulta che la maggior parte delle perforazioni di isolamento nei trasformatori in olio avviene nella parte dell'avvolgimento situato vicino al fondo del cassone: ciò dipende dal fatto che la parte più sporca dell'olio si deposita nel fondo; converrà progettare i trasformatori in modo che le spire vicine ai morsetti abbiano a trovarsi più in alto che possibile. Non è sempre possibile ricambiare o filtrare a tempo l'olio specialmente per trasformatori in lontane cabine della rete. Evitare impregnamento delle bobine sott'olio.

Grande attenzione deve essere fatta nel progettare lo schema dell'impianto. Massima semplicità in prima linea. Evitare sbarre a bassa tensione (sbarre alternatori); ogni alternatore connettere direttamente col trasformatore, senza interruttori in olio; l'alta tensione del trasformatore è, mediante interruttore in olio, connessa alle sbarre. Si possono eventualmente predisporre delle sbarre a bassa tensione alle quali ogni alternatore ed ogni trasformatore può essere inserito mediante coltelli allo scopo di congiungere un alternatore qualunque con un trasformatore qualunque, in caso di avarie a un alternatore od a un altro trasformatore.

Questa disposizione diminuisce anche le correnti di corto circuito rispetto a quella disposizione ove gli alternatori sono congiunti da sbarre a bassa tensione, ed inoltre si risparmia un numero considerevole di interruttori in olio.

Interruttori in olio, convenientemente costruiti possono interrompere qualsiasi potenza senza subire avarie nè produrne al macchinario.

Interruttori destinati all'inserzione di trasformatori o di lunghe linee devono essere muniti di una resistenza, che viene, durante la stessa manovra d'inserzione cortocircuitata: tali interruttori dovrebbero evitare scatti all'inserzione di lunghe linee. Non credo invece conveniente l'adozione di interruttori a resistenza sugli alternatori perchè alla loro messa in parallelo si desidera avere nel circuito una impedenza minima onde assicurare l'entrata in parallelo; d'altro canto in tali casi non è da temere la generazione di sovracorrenti (dovute, nell'inserzione di una linea o di un trasformatore, al fatto

che non esiste ancora il campo elettrostatico e rispettivamente magnetico) essendo a monte ed a valle dell'interruttore le tensioni uguali e in fase.

La protezione contro le sovracorrenti delle macchine e dei trasformatori dovrebbe avvenire mediante relais differenziali alimentati da trasformatori di corrente posti al punto stella dell'alternatore e fra trasformatori e sbarre; il relais stacca l'interruttore solo in caso di guasto nell'alternatore o nel trasformatore; tale stacco dovrebbe essere combinato colla preventiva disconnessione del gruppo. L'unico svantaggio di questo sistema è quello di richiedere molti (sei) riduttori di corrente per ogni gruppo; tale svantaggio risulta di molto ridotto con l'adozione di un nuovo tipo di riduttore messo sul mercato dalla Ditta Siemens - Berlino, (hanno la forma e la disposizione di un normale passante). Le linee dovranno essere protette da relais di massima a ritardo. Inoltre si dovrà prevedere lo scatto degli interruttori macchine in caso di corto circuito nel tratto fra interruttori macchine e interruttori linee mediante relais di massima tarato a parecchi secondi, previa disconnessione della centrale.

Per fornire alla centrale l'energia di proprio consumo e rispettivamente per piccole derivazioni alla tensione degli alternatori, conviene fare una presa alle sbarre alternatori sulle quali lavorerà solamente un alternatore. In tal modo eventuali corti circuiti in tali derivazioni -saranno meno violenti e pericolosi; le derivazioni saranno da proteggere con bobine di self.

—Per quanto riguarda la protezione contro le sovratensioni credo che i semplici scaricatori a corna installati secondo giusti concetti siano quanto di più sicuro e di più semplice esista; sono da munire di resistenze metalliche in olio. Se qualche volta danno luogo a disturbi, vuol dire che non sono installati dovutamente; bisogna studiare: resistenza, distanza disruptiva, angolo fra le corna (molto importante; con angolo non giusto l'arco non si spegne facilmente o genera sovratensioni) distanza sufficiente fra le corna ed il soffitto (altrimenti l'arco non si spegne) ottima messa a terra.

Anche contro simili disturbi, alta rigidità dielettrica è la migliore protezione.

Bobine di self installate avanti ai trasformatori oppure all'ingresso delle linee in Centrale appiattiscono anche il fronte ripido di onde migranti oltre a smorzare i corti circuiti.

Nell'impianto da me esercito sono anche installate bobine Campos; non ho avuto ancora occasione di persuadermi se vanno meglio o peggio di semplici bobine di Self.

Bobine di Self formate da poche spire avvolte cilindricamente non servono a nulla; occorre averne di adeguata reattanza (circa 1-1,5 per cento di caduta di tensione).

Sulla questione molto discussa della messa a terra riferirò fra breve.

Con perfetta stima ed osservanza.

Gorizia.

Ing. PAOLO WINTERNIT.

* *

Le grandi arterie di trasmissione elettrica in Italia.

Riceviamo:

Leggo nell'Elettrotecnica riprodotta la comunicazione alla Sezione di Roma del Comm. Ing. Revessi, sull'«Evoluzione tecnica ed economica degli impianti elettrici».

E con vivo compiacimento, che vedo trattato oggettivamente, con lucidità di idee e perspicacia di previsioni, tale argomento, e specialmente affermata, come fondamentale, la necessità dell'esecuzione indipendente delle grandi linee di trasmissione, quali arterie di grande traffico elettrico.

Dico con vivo compiacimento, perchè l'Ing. Revessi, con la sua memoria, è venuto a suffragare la tesi, dai profani incompresa, sostenuta da me energeticamente e recisamente nel Consiglio dell'Ente Autonomo Forze Idrauliche Adige-Garda.

Poichè, sarà certamente funzione di un Ente a sè la ricezione dai produttori, la trasmissione e la riconsegna ai venditori dell'energia alle grandi distanze.

La topografia stessa del nostro Paese, in particolar modo, impone la rapida soluzione di questo problema, topografia ideale per la creazione e l'applicazione di una organizzazione del genere.

Gli impianti alpini ed appenninici sono schierati lungo le falde della Valle Padana, e scendendo per la Penisola si allineano sui due versanti della grande dorsale montana.

E una rete maestra ad altissima tensione con gangli di ricezione e di riconsegna, che si presenta naturalmente al pensiero. Lo Stato deve correre in tempo ai ripari, e proteggere l'economia nazionale dalla iattura dei doppioni di grandi linee di trasmissione, o di costruzioni sporadiche o dirette a fini particolaristici.

Le Società hanno ben capito, che questa è la via per disciplinarle, e alla disciplina si ribelleranno, perchè la disciplina esterna vuol dire infrangere la disciplina interna, ossia tutte quelle intese fra Società, che tendono alla instaurazione e conservazione del monopolio privato, anche contro l'interesse generale e dei consumatori.

Per fortuna siamo all'inizio delle costruzioni delle linee ad altissima tensione. Finchè si trattava di trasmissioni a 40 000 V e a 70 000 V ci trovavamo ancora nei limiti delle distribuzioni provinciali o interprovinciali, che possono restare alle imprese. Oggi cominciamo però ad avviarci alla trasmissione interregionale, che si

estenderà a tutta l'Italia, per passare in un secondo tempo alla trasmissione internazionale.

Si tratta di trasmissioni di più centinaia di chilometri, quindi alle tensioni massime, che rendono necessaria l'applicazione delle ultime conquiste dell'elettrotecnica, e l'immobilizzazione di ingenti capitali.

Le grandi trasmissioni Americane di centinaia di migliaia di cavalli, a 220 mila volt, ce ne danno l'esempio.

Gli interessati diranno, che tutto ciò è bello, ma che è utopistico; a loro va replicato che tecnicamente, come sanno bene, non vi è nulla di utopistico, e che praticamente tutto sta nel rompere quelle reti di interessi malintesi, che rappresentano l'avidità di vivere prosperando oggi per oggi, e lasciando ai posteri, che dovrebbero essere quella grande Nazione che si vuol preparare per il domani, una eredità gravida di difficili conseguenze.

Il senso della grande speculazione industriale, che industrializza la Nazione, e che è il prodotto di più generazioni, deve sentirsi finalmente anche in Italia, sovra gli interessi e le ambizioni immediate dei singoli.

Confidiamo nel nostro Governo, che anche in questo campo provveda, come sa provvedere.

L'impianto e l'esercizio di grandi arterie di trasmissione elettrica hanno un parallelo nell'impianto ed esercizio delle grandi canalizzazioni per il trasporto del petrolio.

Tutti sanno, che la Standard Oil Company si costituì con lo scopo del trasporto a mezzo di tubazioni del petrolio dai diversi centri di produzione ai porti ed ai centri di consumo; che la rete americana di tubazioni supera i 60 mila chilometri, e che il trasporto viene fatto con tariffa per tonn.-chilometro.

Tutti sanno, che il dominio del mezzo di trasporto ha reso la Standard Oil Company, insieme alla Royal Dutch Shell Co., dominatrici del mercato mondiale del petrolio, elementi di guerra e di pace fra le Nazioni.

Il problema analogo delle grandi linee elettriche in Italia è perciò di una importanza così vitale per la Patria nostra, la quale deve dominare e non essere dominata, che non è il caso di tacerne e di nascondere le conseguenze, solo per paura di eccitare la reazione degli interessati.

La trasmissione è uno strumento, che può favorire lo sviluppo della libidine di strapotere nelle maggiori Società; bisogna evitare, che ciò abbia a ledere i grandi interessi nazionali, anche perchè attraverso i gruppi finanziari potremo domani trovarci alla mercè di interessi esteri, che sarebbero in grado di portare la loro influenza deprimente in tutta la nostra produzione.

Non vi è chi non veda, che se col controllo del carbone, del ferro e del petrolio l'estero ci tiene in soggezione, se potesse controllare anche i prezzi della energia elettrica in Italia saremmo schiavi per sempre.

E per questo, che pur ammettendo, d'accordo con le Società, che lo Stato con la sua burocrazia è, o almeno fu, pessimo amministratore industriale ed eterno per remora d'influenze e per fobia della responsabilità delle decisioni, (vedere le infinite discussioni per la elettrificazione delle Ferrovie), non possiamo non elevare una voce di allarme, perchè prima delle persone e delle imprese private venga l'Italia.

Fra due mali sarà minor male, che le grandi arterie elettriche siano in dominio di pubblici Enti.

Concretando, per il trasporto dell'energia elettrica:

a) si deve creare un Ente o più Enti, che eseguiscano ed esercitino le grandi trasmissioni interregionali;

b) le grandi trasmissioni interregionali devono essere attuate secondo un piano generale unico, studiato per tutta l'Italia, con norme imposte dallo Stato;

c) qualunque produttore di energia elettrica potrà consegnarla per la trasmissione ai centri di ricezione, e ritirarla ai centri di consegna, subordinatamente alle norme generali prestabilite;

d) l'Ente o gli Enti a cui è affidato tale compito, non dovranno mai essere privati, ma pubblici.

La costituzione dell'Ente Autonomo Forze Idrauliche Adige-Garda si prestava ad una prima attuazione di un tale programma. per la speciale topografia della Regione interessata, e avrebbe dato vita ad una prima grande arteria longitudinale alpino-apenninica, da innestarsi ad una successiva grande arteria latitudinale della Valle Padana, e ad una longitudinale del litorale Adriatico.

Tutte le centrali attuali e future dei bacini Trentini e dell'Alto Adige, sia di Enti pubblici, che privati, avrebbero dovuto convergere con le loro linee a 70 volt ad un ganglio di ricezione e trasformazione a Trento o a Mori dove la energia, elevata di tensione, sarebbe stata trasmessa con una linea capace di essere ampliata ed adattata alle più alte tensioni. Questa linea scendente da nord a sud per Trento, Verona, Mantova, Modena, Bologna avrebbe riconsegnato la energia agli interessati ed ai grossisti, nel rispettivo centro di ogni Provincia, mentre essi avrebbero potuto sempre essere in possesso delle proprie centrali nel Trentino, nella piana, o sull'Appennino, o di contratti per l'acquisto dell'energia da esse.

E' evidente, che il pedaggio, ossia le tariffe di trasmissione, sono uno strumento potentissimo di dominio e di controllo; e che, se l'Ente è pubblico, questo può esercitarlo in favore degli interessi generali, se del caso anche con indirizzo calmierante.

Di questo i gruppi elettrici tecnico-finanziari, erano convinti, quando confidarono nella loro potenza prima per impedire, e poi per rendere per lo meno innocuo al loro dominio l'Ente Autonomo

Adige-Garda, nel suo sorgere, nel suo finanziamento, e infine nel suo programma.

Una rete di trasmissione a grande distanza, oltre che azione equilibratrice fra la produzione e il consumo, avrebbe efficacia compensatrice sui prezzi dell'energia, che potrebbero essere regolati da una apposita Commissione di quotazione. È evidente, che il suo effetto per l'integrazione reciproca dei diversi impianti di produzione, nei vari periodi dell'anno, con il conseguente massimo rendimento dei capitali immobilizzati, (anche sui vecchi impianti senza serbatoio, e impianti di fiume la cui produzione potrebbe essere elevata, senza aumento di spesa, dal 30 % fino al 50 %), concorrerebbe ad abbassare il costo e quindi i prezzi del mercato dell'Energia Elettrica, che tutti siamo d'accordo a considerare il cardine del nostro futuro sviluppo.

Il chiarissimo ing. Revessi sarà un vero benemerito della Patria, se perseverando nella sua franca e leale iniziativa, con tutti coloro, che agli interessi particolari antepongono l'interesse supremo del Paese, prevarrà suscitando quella forza travolgente che è fatta di necessità e di dovere fortemente sentito.

Ing. S. DE STEFANI.

.. Sunti e Sommari ..

CONDUTTURE.

R. WISEMAN — La rigidità dielettrica apparente dei cavi. (Journal Am. I. E. E., febbraio 1923, pag. 165).

L'A. ricorda anzitutto che la sollecitazione elettrica massima nell'isolante di un cavo monofase, e cioè quella alla superficie del conduttore, è data dalla formula

$$K_{\max} = \frac{0,434 V}{r \log_{10} R/r} \quad (1)$$

e risulta massima, a pari r , col rapporto $\frac{R}{r} = 2,72$. Ma le esperienze sui cavi hanno rivelato che i gradienti di perforazione calcolati da quella formula variano largamente invece di restar costanti, per uno stesso isolante.

Osborne (Trans. A. I. E. E. 29, 1553, 1910) tentò di spiegar ciò con una teoria delle forature puntiformi.

Middleton e Dawes (Trans. A. I. E. E. 33, 1185, 1914; Journ. A. I. E. E. 41, 572, 1922) hanno provato a sostituire alla formula logaritmica la formula empirica

$$K_1 = \frac{5,44 V}{D} \quad (2)$$

pel caso che sia $\frac{R}{r} > 2,72$, ammettendo che la tensione di perforazione sia funzione del diametro D sull'isolante e che la porzione di isolante interna al diametro $\frac{D}{2,72}$ non aggiunga niente alla rigidità del cavo.

D'altra parte Simons (Journal A. I. E. E., 41, 433, 1922), ritiene che i dati di Fernie (B. E. A. M. A., 9, 244 e 368, 1921) comprovino che la tensione di perforazione sarebbe determinata dal gradiente medio ossia dallo spessore isolante. Ma nè la teoria nè le esperienze sulla distribuzione del campo nei cavi monofasi autorizzano ad ammettere ciò.

Anche la teoria del gradiente minimo, per quanto prenda in considerazione la distribuzione del campo, non si può sostenere, secondo le idee dell'A. sul modo di intendere la rigidità di un dielettrico e ritenendo quindi che la rigidità nell'interno del dielettrico all'istante della perforazione è maggiore che alla superficie.

In tutte le teorie proposte si suppone che la rigidità di un dielettrico sia una costante indipendente dalla forma degli elettrodi e che quindi in un caso qualsiasi la tensione di perforazione si possa calcolare dalla forma del campo. Invece l'A. pensa che dalla forma del campo si possa calcolare soltanto la rigidità dielettrica vera, mentre occorra poi un fattore, dipendente dalla forma degli elettrodi, per passare da quella alla tensione di perforazione o rigidità dielettrica apparente. Un tale fattore occorre anche se gli elettrodi sono lastre parallele come è mostrato dalle esperienze di Farmer (Trans. A. I. E. E., 32, 2097, 1913), nello stesso modo come per calcolare la capacità di un condensatore a lastre parallele occorre la correzione per l'influenza degli orli. Visto dunque che la rigidità dielettrica fra lastre parallele è funzione dell'area e dello spessore del dielettrico, quella di un cavo sarà funzione delle superfici del conduttore e del piombo, ossia dei raggi. Tutti i risultati noti si possono spiegare se si ammette di poter applicare anche ai solidi la legge della ionizzazione. Secondo questa teoria, in forza dell'effetto corona, la rigidità dielettrica K di un cavo di raggi r e R , alla superficie del conduttore si ottiene da quella vera K_0 del dielettrico mediante la formula

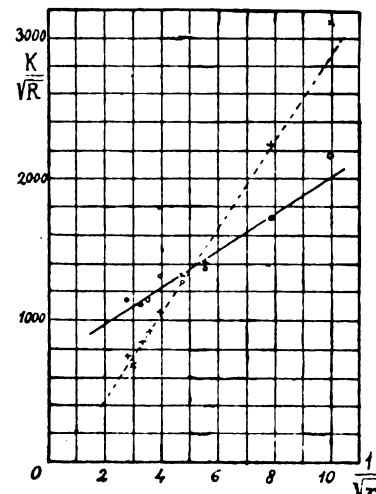
$$K = K_0 \left(\frac{a}{\sqrt{r}} + 1 \right) \sqrt{R} \quad (3)$$

dove a è una costante, e cioè $\frac{K}{\sqrt{R}}$ deve essere funzione lineare di $\frac{1}{\sqrt{r}}$.

L'A. cita una serie di esperienze su cavi da lui eseguite nel 1914-1915 in cui teneva costante il diametro dell'isolante; e questo era costituito da ceresina, che si può avere ben omogenea, pura e senza umidità.

L'A. confronta fra loro le quattro differenti teorie, del gradiente minimo, del gradiente medio, del conduttore ingrossato per $\frac{R}{r} > 2,72$, e della ionizzazione, alla stregua dei risultati di Fernie, Middleton e suoi.

Le teorie dei gradienti minimo e medio le giudica non valide, dato il valore un po' forte dello scarto medio dalla media di quei



gradienti in ogni serie di misure; così pure la teoria del conduttore ingrossato, la quale del resto si mostra affatto insufficiente, portando in vari casi a gradienti di perforazione K_1 variabili regolarmente anziché costanti. La teoria della ionizzazione, colla formula (3) fornisce dei valori di K che si approssimano sempre assai a quelli effettivi calcolati colla (1); essi variano regolarmente nello stesso senso come il rapporto $\frac{R}{r}$ ma di poco, forse per l'omogeneità dell'isolante usato dall'A. La validità della teoria della ionizzazione è pure confermata dalla figura, che mostra come da due serie di misure di Middleton il rapporto $\frac{K}{\sqrt{R}}$ risulta variabile linearmente con $\frac{1}{\sqrt{r}}$.

In un'altra serie di esperienze l'A. lasciò fisso il diametro del conduttore e variò quello dell'isolante. Ma risultò un gradiente di perforazione variabile in senso opposto al rapporto $\frac{R}{r}$ e nessuna delle teorie enunciate risultava applicabile.

Concludendo l'A. ritiene da escludersi senz'altro le teorie del gradiente medio e del gradiente minimo, mentre suggerisce ulteriori ricerche circa la teoria del conduttore ingrossato, per vedere come varia il valore di K_1 calcolato dalla (2), colle dimensioni del cavo; ma essa si riferisce solo ai cavi con $\frac{R}{r} > 2,72$. Invece la teoria della ionizzazione è generale e si è mostrata finora soddisfacente. Questa dunque suppone che si abbia anche in un dielettrico solido la ionizzazione, colla stessa legge dell'effetto corona, e che la rigidità di un dielettrico sia funzione della grandezza e forma degli elettrodi, in particolare nel cavo monofase sia funzione della radice quadrata del raggio del conduttore. Tale rigidità però è quella che l'Autore chiama apparente.

O. B.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

W. BURSTYN — Telegrafia senza fili nello spazio. (Jahrb. f. drahtl. Tel. Vol., 16 novembre 1920, N. 5, pag. 322).

L'A. tratta del problema della radiotelegrafia fra velivoli, e fra questi e le stazioni terrestri, ed ha svolto teoricamente quegli stessi problemi, già trattati sperimentalmente da Baldus, Buchwald e Hase (1).

Dall'esperienza le presenti previsioni teoriche risultarono, almeno qualitativamente, soddisfatte in limiti di altezza (oltre 1000 m) e di distanza (inferiori a 200 km) tali, che nei calcoli potessero essere trascurati gli effetti delle irregolarità del terreno, della curvatura terrestre, delle perturbazioni atmosferiche e della imperfetta conducibilità del suolo. L'ipotesi ammessa di una conduttività perfetta della terra è quella a cui si debbono ascrivere le più serie discrepanze fra teoria e pratica.

(1) L'Elettrotecnica, 23 maggio 1921, Vol. VIII, N. 15, pag. 343, e Boll. R. T., Vol. II, N. 15, pag. 70 e seguenti.

A. — *Velivolo e stazione r. t. terrestre non direttiva.* Sia b la distanza fra velivolo e stazione, a la proiezione di questa sul piano orizzontale, e β l'angolo fra a e b , α l'angolo fra il dipolo equivalente all'antenna rimorchiata dal velivolo e la sua proiezione orizzontale (circa 21°), φ l'angolo fra a e la proiezione orizzontale citata del dipolo, (la quale si trova in un piano verticale leggermente scostato da quello contenente l'asse del velivolo). Esso angolo è contato a partire dalla direzione di allontanamento. Sia k un fattore di proporzionalità e J l'intensità di ricezione, ξ l'angolo che la direzione di irradiazione fa coll'asse del dipolo trasmittente, ed η quello che le linee di forza elettriche in arrivo fanno coll'asse del dipolo ricevente. Si ha allora:

$$J = \frac{k}{b} \sin \xi \sin \eta \quad (1)$$

dato che la presupposta perfetta conducibilità della superficie terrestre permette di sostituire un semplice dipolo verticale all'antenna non direttiva della S.R.T. Il problema generale è quindi: Calcolare la caratteristica delle J fra due dipoli semplici posti comunque nello spazio. Se il velivolo trasmette alla stazione risulta dalla composizione secondo le direzioni:

$$\begin{aligned} \cos \xi &= \sin \alpha \sin \beta + \cos \alpha \cos \beta \cos \varphi \\ \sin \eta &= \frac{\sin \alpha - \cos \xi \sin \beta}{\sin \xi} \quad b = \frac{a}{\cos \beta} \end{aligned}$$

per cui l'espressione generale diventa:

$$J = k \frac{\cos^2 \beta}{x} (\sin \alpha - \cos \alpha \operatorname{tg} \beta \cos \varphi) \quad (2)$$

Passiamo a considerare i casi particolari studiati nelle esperienze.

a) *Il velivolo fa un volo rettilineo ed orizzontale ad altezza $h = a \operatorname{tg} \beta$. Allora:*

$$J = k \frac{1}{h} \cos \beta - \cos \alpha \sin \beta \cos \alpha \sin \beta \cos \beta (\sin \varphi) \quad (3)$$

e nel caso particolare in cui la rotta del velivolo passa sopra la stazione ($\varphi = 0$):

$$J = k \frac{1}{h} \frac{\sin 2\beta}{2} \sin(\alpha \mp \beta) \quad (4)$$

Ove il segno — deve applicarsi se il velivolo si allontana dalla stazione. La (4) è espressa dalla curva piena della fig. 1. La curva pun-

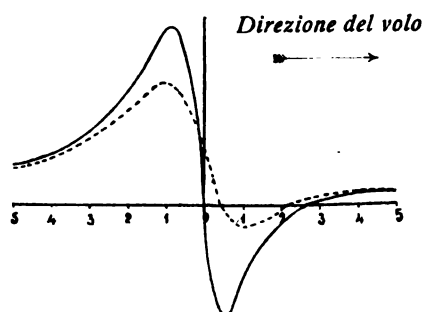


Fig. 1.

teggiata della stessa figura si ottiene invece supponendo che il velivolo passi ad una distanza orizzontale minima c dalla stazione. Anche allora la J si annulla due volte per i valori

$$\sin 2\varphi = \frac{2c}{h} \operatorname{tg} \alpha.$$

Questi due minimi spariscono, ed il massimo negativo compreso fra essi diventa un minimo quando $\frac{h}{c} \geq 2 \operatorname{tg} \alpha$. Dato che negli esperimenti citati $\alpha = 21^\circ$ il caso si verifica quando $\beta < 37^\circ,5$. Nel primo caso la J è massima durante l'avvicinamento alla stazione, subito dopo essa cade rapidamente a zero e questo punto ($\alpha = \beta$) consente la determinazione di α . Dopo questo zero si ha di nuovo la ri-

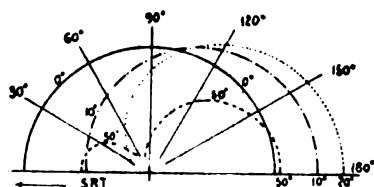


Fig. 2.

cezione con J cambiata di segno. Nell'allontanamento si hanno 3 o 2 massimi più piccoli a seconda che il velivolo passa vicino o lontano dalla stazione.

b) *Il velivolo gira sul posto mantenendosi orizzontale, cioè α e β si mantengono costanti nell'equazione generale mentre varia φ .*

La fig. 2 dimostra le curve risultanti per vari β . Essa ha due capi quando $\beta > \alpha$, è un circolo per $\beta = 0$.

c) *Il velivolo sale su di una verticale.* — Nella figura 3 S R T rappresenta la stazione, ed A il piede della verticale su cui si immagina che si sollevi il velivolo. Sulle rette orizzontali sono scritti gli angoli β e sulla scala orizzontale a partire da A sono misurate le J . Ciascuna curva corrisponde ad un dato valore di φ .

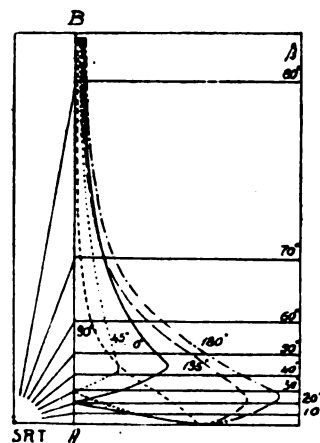


Fig. 3.

d) *Luoghi di J costante.* — Le curve della fig. 4 danno le posizioni che deve avere il velivolo rispetto alla stazione S affinché la J sia costante. Ogni curva è riferita ad un dato angolo β che è scritto accanto ad essa, laddove i valori scritti presso le rette uscenti da S sono quelli dell'angolo β .

Nel discutere i confronti fra le indicazioni teoriche ed i risultati pratici innanzi citati l'A. deplora che le esperienze non siano state fatte fra una nave ed un velivolo per eliminare gli effetti della superficie terrestre e dei conduttori elettrici distesi alla sua superficie. Egli però non mostra di tener presente che le sovrastrutture di navi hanno

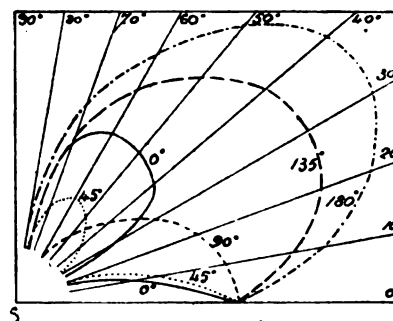


Fig. 4.

effetti non trascurabili sulle direzioni rilevate. L'A. osserva forti discrepanze quantitative fra la teoria e le prove pratiche nella diminuzione delle J in funzione della distanza; praticamente questa diminuzione risulta assai più accentuata del previsto:

B. — *Corrispondenza fra due velivoli.*

L'angolo β è definito dall'angolo che la loro congiungente forma colla proiezione orizzontale, gli angoli φ sono formati dalle proiezioni

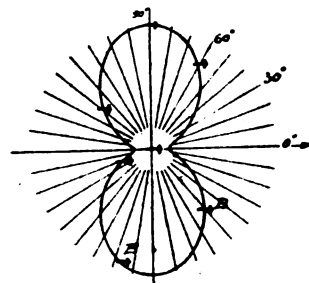


Fig. 5.

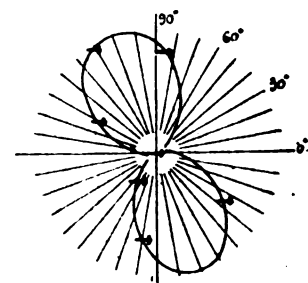


Fig. 6.

orizzontali delle antenne e la proiezione orizzontale della distanza. La formola generale (2) estesa di nuovo a mezzo di considerazioni stereometriche al caso presente diventa:

$$J = \frac{k}{6} [\cos \alpha_1 \cos \alpha_2 \cos (\varphi_1 - \varphi_2) + \sin \alpha_1 \sin \alpha_2 - (\cos \alpha_1 \cos \varphi_1 \cos \beta - \sin \alpha_1 \sin \beta) \times (\cos \alpha_2 \cos \varphi_2 \cos \beta - \sin \alpha_2 \sin \beta)] \quad (5)$$

Sono interessanti specialmente i seguenti casi:

Due velivoli per i quali $\alpha_1 = \alpha_2 = 21^\circ$ volano nella stessa direzione ed alla stessa altezza; due velivoli volano nello stesso piano verticale e nella stessa direzione. Nelle fig. 5 e 6 sono date le rispettive curve per J costanti successivamente nei due casi. La fig. 5 si intende disegnata in un piano orizzontale e la 6 in un piano verticale.

C. — Rilevamenti di velivoli.

L'A. considera il solo caso di un'antenna a spira chiusa su terreno perfettamente conduttore. Mantenendo inalterate le definizioni precedenti sia ϵ l'angolo fra il piano della spira verticale e la proiezione orizzontale della congiungente velivolo-stazione radiogoniometrica (S.R.G.), contato nello stesso senso di φ . La J è come prima data dalla (1) salvo che all'angolo η deve sostituirsi l'angolo X che le linee del campo magnetico irradiato formano coll'asse magnetico della spira, e che risulta:

$$\sin X = \frac{-\cos \alpha \sin \beta \cos (\epsilon + \varphi) + \sin \alpha \cos \beta \cos \epsilon}{\sin \zeta}$$

per cui tenendo conto che $b = \frac{a}{\cos \beta}$ la (1) risulta:

$$J = k \frac{\cos \beta}{2} [-\cos \alpha \sin \beta \cos (\epsilon + \varphi) + \sin \alpha \cos \beta \cos \epsilon] \quad (6)$$

Questa formola dà risultati diversi dalla (2), però l'A. la discute soltanto in quanto la impiega per calcolare gli errori di rilevamenti ra-

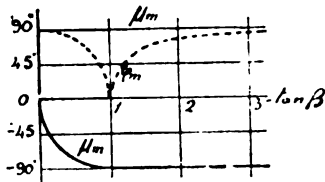


Fig. 7.

diogoniometrici di velivoli. Egli osserva che qualunque sia il procedimento esso consiste in sostanza nel far ruotare l'aereo semplice o la spira chiusa fino a che J risulti zero. Se il trasmettitore fosse una stazione r. t. terrestre, la spira dovrebbe essere orientata secondo $\epsilon = 90^\circ$ per ottenere la ricezione nulla. Al contrario nel caso del velivolo si ha in tali condizioni una deviazione $\mu = 90^\circ - \epsilon_0$. Infatti per $J = 0$ la (6) dà:

$$\operatorname{ctg} \epsilon_0 = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi - \operatorname{tg} \beta} \quad (7)$$

Si ha quindi deviazione zero soltanto quando $\varphi = 0^\circ$ o $\varphi = 180^\circ$ cioè quando il velivolo dirige sulla stazione o se ne allontana; o quando $\beta = 0$ cioè il velivolo è nelle stesse condizioni di una stazione terrestre; o quando $\alpha = 90^\circ$ cioè quando il velivolo equivale ad un dipolo verticale.

Devesi inoltre osservare che se $\beta < \alpha$ vi sarà sempre una φ , tale che $\cos \varphi = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}$ e quindi $\mu = 90^\circ$. In generale però i velivoli da rilevare saranno distanti, allora $\beta < \alpha$ ed il denominatore sarà negativo, cioè la μ di segno opposto a φ , e quindi la direzione rilevata ritardata su quella vera. La massima deviazione si avrà allora per $\cos \varphi_m = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{\beta}$ e sarà $\mu_m = \varphi_m - 90^\circ$, cioè sempre minore di 90° . Per velivoli bassi o lontani ($\beta \approx 0$) la deviazione è massima per $\varphi \pm 90^\circ$

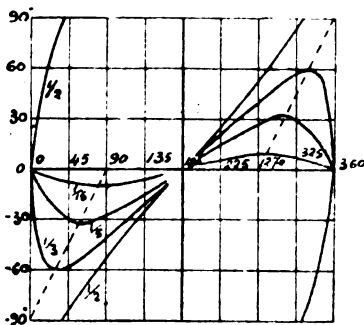


Fig. 8.

cioè quando il velivolo presenta il fianco alla stazione. La fig. 7 mostra le relazioni fra β , φ_m e μ_m . La fig. 8 mostra le curve di deviazione di un velivolo che gira sul posto ed avente $\alpha = 21^\circ$ per i casi in cui:

$$\operatorname{tg} \beta \text{ è } \frac{1}{15}, \frac{1}{5}, \frac{1}{3} \text{ e } \frac{1}{2}$$

I massimi per $\beta < \alpha$ sono situati sulle rette tratteggiate. Da quanto sopra per la pratica risulta quindi che i rilevamenti radiogoniometrici di velivoli non danno affidamento se essi non sono molto distanti,

a meno che essi non abbiano $\alpha = 90^\circ$. L'A. rileva che le esperienze citate mostrano buona coincidenza con queste considerazioni teoriche. Egli infine suggerisce la forma più semplice per una stazione radiogoniometrica «spaziale». Essa sarebbe formata da 2 antenne, e precisamente da un dipolo elettrico ed uno magnetico, il primo costituito da un conduttore teso nel cui mezzo sarebbe posto il detector, il secondo da una spira chiusa. Entrambi debbono potersi girare in qualsiasi posizione e devono essere distanti fra loro in modo da evitare induzioni mutue. Il dipolo elettrico riceve al massimo quando la sua direzione è quella d'arrivo del campo elettrico, la spira quando essa è normale al campo magnetico. In un mezzo uniforme ed isotropo le linee di forza elettriche e magnetiche sono rispettivamente meridiani e paralleli di una sfera al cui centro si trovi convenientemente orientato il trasmettitore. Se quindi le due antenne riceventi sono disposte nella posizione di ricezione massima, la direzione su cui deve trovarsi il trasmettitore risulta dall'intersezione del piano equatoriale del dipolo lineare col piano della spira. Naturalmente il rilevamento può anche ottenersi in base alle posizioni di ricezione minima. Ciascuna delle due antenne riceventi può essere sdoppiata in due, che possano rotare soltanto intorno ad assi fissi, per es., quello orizzontale e quello verticale cosicchè occorrerebbero 4 regolazioni semplici per prendere un rilevamento «spaziale».

L'A. fa osservare che con ricevitori moderni le antenne diritte potrebbero essere di lunghezza non superiore ad un metro, esse dovrebbero essere disposte alcuni metri al di sopra del suolo, reso perfettamente conduttore a mezzo di una rete metallica del raggio di 50 metri al massimo.

F. Li.



**Associazione .
Elettrotecnica Italiana**

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXVII RIUNIONE SOCIALE

MILANO - 1°-8 Ottobre 1922

VERBALI

3ª Seduta - 3 ottobre 1922.

Presiede il Presidente Generale comm. ing. Ulisse Del Buono; funziona da Segretario il Segretario alla Presidenza ing. Grillo.

Presidente: Apre la seduta alle ore 9,15. Riprende la discussione sugli argomenti che fanno parte del secondo gruppo di memorie presentate dai soci sulle «Centrali e Macchinario Elettrico», ricordando come la seconda seduta si sia chiusa con la interessante esposizione fatta dal *prof. Lombardi* sugli studi americani relativi alle sovratensioni. Da la parola all'ing. Campos per alcune osservazioni sulla memoria presentata dall'ing. Pfiffner nella seduta precedente.

Campos: La comunicazione del sig. ing. Pfiffner sembra presentare notevole interesse, e, pur non consentendo su tutti i punti trattati, ritiene vada data lode all'autore per aver portato in discussione l'argomento che riguarda il nuovo tipo di condensatore.

Rimanda la discussione relativa alla compensazione del cos φ in confronto ai motori sincroni a quando si tratterà tale argomento; e piuttosto che di quanto nella comunicazione Pfiffner si riferisce alla applicazione in genere dei condensatori, si occupa del nuovo tipo di condensatore presentato, del quale sono da rilevare due punti essenziali: l'impiego del dielettrico *cellone* e la speciale costituzione dei bordi.

L'impiego del cellone sembra permettere un rapporto 5 tra tensione di perforazione e tensione di funzionamento: sarebbe interessante conoscere qual'è il coefficiente corrispondente che il Pfiffner ritiene si possa applicare ai condensatori con dielettrico vetro del tipo Moschicki. Gli sembra che la domanda presenti speciale interesse in quanto egli nella applicazione dei suoi tipi di protezione con condensatori è stato ostacolato dalla mancanza — a suo parere — di un tipo che offrisse sufficienti garanzie di sicurezza per l'impiego su linee ad alta tensione, sui 15.000 volti.

Quanto alla questione dei lembi che dal Mosciski era stata risolta genialmente con un accurato studio del rinforzamento graduale dello spessore del vetro nel suo noto tipo a tubi, essa nel nuovo tipo è anche molto elegantemente risolta con l'applicazione di un lembo di grande resistenza, atto a graduare il potenziale in modo da ridurre gli effluvi e le loro perdite.

Giacchè l'inconveniente degli effluvi sta, com'è noto, nelle perdite e nel corrispondente riscaldamento che può deteriorare il dielettrico; in se stessi gli effluvi potrebbero anche essere utili aiutando la graduazione del potenziale: un condensatore costituito da due piastre metalliche ed una lastra di mica p. es. si perfora assai prima nell'olio che nell'aria, perchè qui appunto intervengono gli effluvi e diminuiscono il gradiente ai bordi e la sollecitazione del dielettrico. La stessa

azione nel nuovo tipo è affidata al lembo resistente, col vantaggio di minori perdite se è opportuna la costruzione.

L'ing. Pfiffner ha accennato a due tipi di lembi: continuo e discontinuo; forse non si deve vedere tra questi una differenza essenziale giacché nel deposito d'argento è probabile che anche il tipo che appare continuo sia in realtà costituito da piccolissimi elementi separati, tra i quali ancora si producano effluvi o un seguito di minutissime scintille. Lo schema sarebbe nei due casi differente. Il lembo continuo sarebbe rappresentato da una semplice resistenza, lungo la quale avverrebbe la caduta ohmica di tensione dovuta alle correnti di capacità e ad un residuo di effluvio terminale. Il lembo discontinuo invece sarebbe rappresentato da un sistema di tratti conduttori con interposte resistenze d'effluvio tra quelli più interni, con isolamento perfetto tra gli esterni, dove l'effluvio può anche essere completamente cessato; e da un sistema di capacità dei singoli tratti tra loro e con la opposta armatura, tali da determinare una distribuzione graduata del potenziale analogamente a quanto avviene appunto nei rulli del Wurtz citati dal Pfiffner, nelle catene d'isolatori, ecc. Il tipo discontinuo potrebbe quindi essere assolutamente senza effluvi marginali esterni, ma non si vedrebbe come possa essere del tutto senza perdite, rimanendo quelle dovute agli effluvi intermedi. A proposito delle perdite sarebbe bene poter conoscere come è ottenuto il valore $r_s = 10^{12} \Omega/\text{cm}$ per la resistenza del bordo.

Ad ogni modo nel funzionamento di tali strati resistenti marginali dobbiamo vedere un'altra applicazione delle resistenze, non direttamente qui contro le sovratensioni, ma contro gli effluvi; e forme in questo senso altre utili applicazioni sono possibili, come pure in tal senso possiamo vedere un collegamento fra la memoria di Pfiffner e quella da lui esposta in precedenza.

La disposizione del dielettrico Cellone e delle armature in una lunga banda hanno permesso d'avvolgere questa a spirale, ottenendo elementi di capacità relativamente grande, sui valori della quale l'ing. Pfiffner potrà forse fornire qualche dato che non figura nella sua comunicazione.

Egli potrebbe anche dire se è assolutamente sicuro che nella disposizione di più condensatori in cascata e in caso di un'onda corrente a ripida fronte i singoli elementi supposti di eguale capacità siano tutti contemporaneamente sottoposti ad una stessa tensione frazione della totale; o se invece non sia possibile che la distribuzione delle sollecitazioni sia in un primo istante non del tutto uniforme, richiedendo quindi in tal caso un maggiore coefficiente di sicurezza. Gli sembra che questa disposizione di condensatori in cascata non abbia dato in pratica almeno con altri tipi, risultati incoraggianti, perciò l'ha guardata sempre con diffidenza pur non avendo verso i condensatori le prevenzioni esagerate esposte dal Prehm e da altri. Sembra molto interessante la descrizione del passante a Condensatore di grande capacità, ed utilissima la sua applicazione.

Quanto all'impiego dei condensatori in genere come protezione contro le sovratensioni e per ridurre il gradiente di tensione sul fronte delle onde correnti, quel che l'ing. Pfiffner dice di essi si applica anche alle induttanze di protezione, essendo correlativo il funzionamento dei due dispositivi.

La questione può ritenersi ormai esaurita dai numerosi lavori sull'argomento; rammenterò quindi soltanto che il noto diagramma riportato dal Pfiffner per l'appiattimento di un fronte verticale prodotto da un condensatore è identico a quello relativo ad un'induttanza.

La questione della preferenza è piuttosto questione economica, e non c'è dubbio che per le altissime tensioni il vantaggio sta dalla parte delle self le quali presentano inoltre la possibilità di sopprimere qualsiasi collegamento a terra, mentre per le tensioni relativamente più basse sono più convenienti i condensatori.

L'affermazione del Pfiffner che le self presentino grave inconveniente per le risonanze si estende analogamente ai condensatori, giacché appunto risonanza si ha tra induttanza e capacità; e come una semplice self può entrare in risonanza con la capacità delle linee o degli apparati, così facilmente può un semplice condensatore trovare un avvolgimento induttivo con cui entrare in risonanza. Per impedirlo interviene l'azione delle resistenze, da ciò la proprietà delle induttanze con resistenze in parallelo, di evitare le risonanze come anche l'ing. Pfiffner rammenta nel suo lavoro; ma da ciò la stessa proprietà per i condensatori con resistenza in serie, in questo perfettamente equivalenti. Che l'aggiunta così fatta di resistenze alle induttanze e ai condensatori produca una diminuzione dei loro valori equivalenti, cioè del loro effetto come tali, ebbe campo di dimostrare egli stesso nel suo lavoro originale; ma produce insieme un effetto protettore che non possiedono né le semplici induttanze né i semplici Condensatori, l'effetto di smorzamento. E a questo certamente non basta la resistenza della linea, salvoché si parli di frequenze estremamente elevate in cui intervengono e preponderano infine altri fenomeni, caso che non corrisponde generalmente a quanto succede in pratica.

Conferma la sua opinione sfavorevole, già espressa in altra occasione, relativa all'impiego di induttanze in filo di ferro rafforzata anche dall'autorevole parere del prof. Lombardi e ormai da molti condivisa.

Osserva che l'impiego di resistenze con condensatori può farsi facilmente nel passante a condensatori descritto dall'ing. Pfiffner, nel quale (come anche nel suo tipo di condensatori in cascata) alle piastre metalliche con cui termina ogni elemento possono opportunamente associarsi delle piastre o altra forma di materiale resistente. Anche l'accenno che ha sentito fare di trasformatori di misura composti di ele-

menti in cascata è molto interessante ed augura si possa presto sentire da lui qualche particolare in proposito.

Capart: Domanda scusa se prende la parola in francese non essendo possibile esprimersi in italiano: parlerà brevemente e lentamente e spera di essere compreso da tutti. Gli è molto gradito il potere assistere ai lavori del Congresso dell'A.E.I. e ricorda di avervi preso parte nel 1913: desidera portare nella discussione il contributo delle sue osservazioni personali sullo scotante (brûlant) problema delle sovratensioni.

Dopo la guerra per rimettere se stesso dalle sovratensioni della campagna fatta ha effettuato un viaggio di studi agli Stati Uniti d'America durato oltre tre anni. Riferendosi a quanto nella seduta precedente ebbe a dire il prof. Lombardi egli non approva affatto il sistema americano di proteggere indirettamente le installazioni elettriche contro le scariche atmosferiche e contro le sovratensioni con un rinforzo esagerato degli isolanti. Oltre al fatto che questa soluzione è molto costosa bisogna dire — e questo non si legge nelle riviste — che malgrado la detta precauzione onerosa si verificano ugualmente e spesso degli accidenti nelle reti di trasmissione degli Stati Uniti, a differenti tensioni.

Durante la sua permanenza oltre oceano ha potuto avere notizie di due gravi sinistri originati da scariche atmosferiche, ed aventi per conseguenza l'uno la distruzione completa di una centrale e l'altro quella di una sottostazione. In parentesi va detto — e questo non si trova anche in alcuna rivista, né in alcun corso di elettrotecnica — che negli ultimi 10 anni scorsi si sono avute oltre 15 grandi centrali distrutte dal fulmine. Tutti ricordano quella di Wangen in Svizzera, e pochi giorni or sono quella della centrale di Jonage presso Lione. Gli altri paesi non sono stati risparmiati: la Norvegia, la Germania, gli Stati Uniti, l'Inghilterra, hanno avuto ognuno i loro disastri.

La ragione che aveva spinto gli americani a sopprimere qualsiasi sistema di protezione per rinforzare soltanto i coefficienti di sicurezza e gli isolanti è dovuta unicamente al fatto che i metodi diretti di protezione, parafulmini a corna e parafulmini elettrolitici hanno dato luogo a disillusioni.

Ritiene che verrà giorno in cui quando ci si sarà reso conto che i metodi moderni di protezione sono realmente efficaci, si farà obbligo agli esercenti impianti elettrici di installare delle protezioni contro i fenomeni di sovratensione, e ciò con l'appoggio di una speciale legge, allo stesso modo che si fa obbligo a chi possiede un impianto di generatori di vapore di mettere una valvola di sicurezza per ciascuna caldaia. Si è oggi arrivati a trovare un metodo razionale di protezione contro le sovratensioni? Prima di rispondere vuole salutare in gruppo tutti coloro che hanno portato materiali necessari alla costruzione di questo edificio, tra i quali si trovano tanti dei nostri: cita a caso i nomi di Lombardi, Semenza, Campos, Piazzoli, Pizzuti, Sartori, Gilé, Petersen, Karl Willy Wagner, Rudenberg, Blathy, Creighton, Steinmetz, Pfiffner. Il problema delle protezioni può essere considerato da un doppio punto di vista:

A) Protezione indiretta;

B) Protezione diretta.

Rispetto al caso A) è bene ripetere che è utile adottare buoni coefficienti di sicurezza per gli isolanti allo scopo di prevenire gli incidenti di esercizio. Questo metodo solo non è sufficiente. Egli ne ha avuto un esempio convincente all'inizio dell'esercizio dell'impianto del Lötschberg. La casa Oerlikon, che costruisce magnificamente bene, aveva realizzato dei trasformatori le cui bobine erano state isolate per resistere alle sovratensioni di servizio in opportuni limiti.

Malgrado questa precauzione si verificarono piccole scariche quando per effetto della messa a serra si produssero delle sovratensioni.

Il prof. Lombardi ha ben dimostrato che dal punto di vista economico questa soluzione non è elegante. Non verrebbe mai in mente ad alcuno di costruire dei ponti metallici con un coefficiente di sicurezza 20 quando basterebbe soltanto un valore di 9.

Per quanto concerne le protezioni dirette le tendenze attuali, sulle quali pare che si potrà realizzare l'accordo dei tecnici, sono le seguenti: per proteggere una rete aerea bisogna realizzare tre condizioni:

- 1.° convogliare le cariche statiche;
- 2.° spegnere le onde ad alta frequenza o di natura simile;
- 3.° assorbire le onde di grande ampiezza.

Queste tre condizioni possono essere realizzate oggigiorno mediante apparecchi economici robusti e semplici.

Riguardo alla comunicazione così interessante dell'amico ing. Pfiffner vorrebbe fare una osservazione sola.

Per la costruzione di un condensatore, quale che sia il sistema, egli preferisce la mica a tutte le sostanze organiche: cellone, acetato di cellulosa, carta impregnata, ecc. Per tutte queste sostanze c'è da dubitare che col tempo — il tempo è un così grande fattore in elettrotecnica — si produrrà una profonda modificazione nel valore del dielettrico. Al contrario la mica è una sostanza minerale che ha subito l'esperienza dei secoli, e fortunatamente la ricchezza mondiale di questo minerale è sufficiente per scegliere i buoni fogli adatti alla costruzione dei condensatori. E la sola osservazione che ha da fare alla bella invenzione dell'ing. Pfiffner.

Rossi: Riferendosi a quanto ebbe a dire il prof. Lombardi in merito al sistema americano di messa a terra dei trasformatori, egli si preoccupa di una questione, in qualità di ingegnere appartenente ad una ditta costruttrice di simili apparecchi, e cioè: se ad una ditta viene fatta commissione di un trasformatore da installarsi con la messa

del neutro a terra senza protezioni, tenuto presente che esso sarà allacciato ad una rete in cui tutti gli altri trasformatori sono protetti, esso verrà ad essere il cireneo dell'impianto, in quanto sopprime a tutti i disturbi eventuali che verranno a verificarsi nell'impianto stesso. Dovrà la Ditta essere chiamata responsabile di danni gravi che dovessero verificarsi, e tali da mettere fuori servizio l'apparecchio? Egli pone questa precisa domanda e prega gli si risponda in modo da togliere il dubbio esposto.

Lombardi: Gli sembra che la questione sia semplice. Andando a terra una delle fasi del trasformatore si stabilisce un circuito locale, e però gli pare che in una data rete possano benissimo prestare servizio un trasformatore messo a terra direttamente ed altri protetti con i sistemi soliti, senza che venga a crearsi una condizione di servizio sfavorevole per il primo apparecchio. La messa a terra del neutro è certamente quella che limita nel modo più efficace le possibili sovradelevazioni di potenziale nelle diverse fasi. Gli americani in qualche caso mettono a terra un polo del trasformatore e impiegano un solo isolatore passante molto robusto. In sostanza la questione prospettata dall'ing. Rossi non presenta importanza notevole.

Roncaldiet: E d'accordo col prof. Lombardi per quanto riguarda la domanda del collega Rossi.

Pfiffner: Domanda scusa se parla in francese non essendo in grado di farlo in italiano. Ringrazia i colleghi italiani riuniti a congresso per la benevola attenzione prestata all'argomento da lui presentato, e ringrazia il prof. Lombardi per la lucida esposizione fatta dell'argomento delle sovratensioni e dell'autorevole critica al nuovo tipo di condensatore da lui studiato.

Riconosce che la questione dei condensatori è importantissima e che è impossibile giudicare della bontà di uno di questi apparecchi prima di averne fatto una serie esauriente di prova in condizioni normali di esercizio. Altro infatti è la dimostrazione matematica e la prova di laboratorio relative alla bontà di un apparecchio, altro è la sicurezza di funzionamento in condizioni normali di esercizio. In sostanza in tema di condensatori la soluzione reale non è stata ancora trovata. Certo la costruzione di un simile apparecchio è molto difficile perchè non si riesce a stabilire sia le condizioni esatte del suo funzionamento, sia il valore delle cariche elettriche applicate nel dielettrico o ai bordi o nelle armature.

Quando si vuole studiare un nuovo tipo di condensatore si cerca di stabilire quali sono realmente i difetti degli apparecchi simili già esistenti.

La bottiglia del Mosciski ha permesso a questo riguardo di compilare una statistica interessante. Molti condensatori non hanno dato buona prova in pratica perchè nella loro costruzione non erano state tenute presenti alcune norme essenziali: così il 15% delle rotture si è avuto nel vetro per effetto di variazioni di temperatura; il 70% per effetto delle perdite ai bordi. Il Mosciski ha rinforzato il collo della bottiglia, ma nella fabbricazione del vetro non si è potuto raggiungere quella pressione che era necessaria. Egli ha provato che lo stabilirsi di *caviteaux* ed il deterioramento del collo è dovuto alla presenza di effluvi. Il gran numero di rotture che le statistiche segnalano ha portato all'adozione di speciali resistenze applicate ai bordi, le quali possono differire dalle semplici resistenze metalliche. Si è vista la possibilità di avere la resistenza di un parafulmine Wurtz.

Per quanto riguarda l'osservazione fattagli dall'ing. Capart sull'impiego del cellone piuttosto che della mica, egli afferma che ha scartato il vetro nella costruzione del suo condensatore per la fragilità che presenta pur essendo un ottimo dielettrico, ed ha scartato anche la mica per la difficoltà di trovare qualità di fogli adatti e per evitare complicazioni costruttive nell'applicazione delle armature. Riguardo a questo argomento del dielettrico rimanda l'ing. Capart ad un articolo comparso nel numero di settembre del *Journal of the American Institute of Electrical Engineers*. E' accertato che applicando la stagnola sulla mica si hanno degli effluvi sotto la cui influenza la rigidità del dielettrico cambia, e si ha un deterioramento.

Rispondendo all'ing. Campos, il quale gli ha domandato quale è il coefficiente che si possa applicare ai condensatori con dielettrico vetro del tipo Mosciski dice di non potere dargli una risposta precisa al riguardo. Il tempo in cui lo sforzo si propaga nei vari dielettrici se non è istantaneo è presso a poco infinitamente corto, e la distribuzione dello sforzo avviene secondo la lunghezza del dielettrico e secondo la lunghezza d'onda. Accenna quindi rapidamente all'impiego dei condensatori come apparecchi di protezione e alla loro efficacia dibattuta.

Prof. Lombardi: Crede esagerate le preoccupazioni dell'ing. Campos relative all'impiego dei condensatori in cascata. Nell'impianto del Volturmo a Napoli si hanno condensatori in cascata che funzionano egregiamente. Sarebbe opportuno studiare l'applicazione per la radio-telegrafia di *coherer* costituiti mediante strati sottilissimi di metallo parzialmente discontinui del tipo ideato dall'ing. Pfiffner per le armature dei suoi condensatori.

Semenza: Ritiene che sul tema delle sovratensioni e sulle protezioni relative, che ha dato luogo a così ampia e interessante discussione, si debba concludere ponendo il problema nei suoi termini schematici.

Per la protezione contro questi fenomeni si deve tendere piuttosto a rinforzare gli apparecchi in genere o si devono applicare dispositivi protettivi speciali? A questo riguardo si hanno due scuole, delle quali la prima tende al primo sistema, mentre la seconda è per l'altro. Ha avuto campo di vedere applicati i criteri tanto dell'una quanto dell'altra

scuola, e ritiene che nessuno dei due metodi da se solo risolva completamente il problema. Egli crede quindi che si debba e rinforzare gli isolamenti e proteggere opportunamente; ma si tratta di vedere quale dei due criteri deve prevalere. Propende per il rinforzo e pensa che a questo concetto debbano ispirarsi tanto i costruttori di macchinario in genere quanto gli ingegneri che ordinano le forniture.

Il lesinare sui prezzi costringe i costruttori a lesinare sulla bontà del materiale: è un criterio errato che porta a spese molto più gravi per manutenzione e riparazioni di danni, e che gli americani hanno assolutamente bandito. Si augura che anche i tecnici italiani si convincano della necessità di pagare bene per avere materiale robusto e sicuro.

Presidente: Esaurita la discussione sulle sovratensioni dà la parola all'ing. Campos sul tema:

19. CAMPOS - Un wattometro sommatore ed altri dispositivi di comparazione. — *Elettrotecnica* N. 28, 5 Ottobre 1922, pag. 671.

Campos: Riassume la comunicazione presentata. I Colleghi avranno agio di vedere nella loro gradita visita alle officine C. G. S. un nuovo dispositivo di misura che egli ha avuto occasione di studiare recentemente, per la totalizzazione di più potenze.

In altra riunione annuale dell'A. E. I. ebbe a parlare della totalizzazione di due potenze a frequenza differente, ottenuta sovrapponendo in circuiti comuni le correnti e le tensioni a differente frequenza, le quali agivano indipendentemente e venivano poi a sommare le loro azioni wattometriche.

Qui il problema era più generale, trattandosi di totalizzare più potenze trifasi indipendenti ed eventualmente distanti fra loro; e venne risolto in modo più generale ancora, cioè valevole per il caso di potenze qualsiasi, monofasi, trifasi, a corrente continua, o parte di un tipo e parte di un altro; e in modo che si applica anche alla totalizzazione di più correnti, e si presta altresì a misure di natura differente, nonché ad una facile trasmissione a distanza di questi valori totali, con strumenti indicatori, registratori o contatori. Venne risolto con l'impiego di quegli strumenti comparatori che già vennero adoperati da altri a scopo diverso, e per realizzare i quali si presta mirabilmente il noto tipo a relais della C. G. S.

Prendiamo per semplicità il caso di due potenze monofasi a cui si riferisce lo schema presentato e il dispositivo presentato in funzionamento alla C. G. S. Ognuna di queste potenze, indipendentemente, agisce sopra uno strumento comparatore costituito da un wattometro a relais, ossia a riduzione automatica a zero, in cui si è tolta la molla che ordinariamente contrasta l'azione wattometrica e si è aggiunto invece sull'equipaggio un amperometro magneto-elettrico. Questo vien fatto percorrere da una corrente continua automaticamente regolata dal motorino o relais, azionato a mezzo contatti dallo strumento stesso, in modo da mantenere costantemente l'equilibrio delle coppie, wattometrica e magneto-elettrica sull'equipaggio. La corrente risulta così in ogni istante proporzionale alla potenza e può fornire la misura la quale risulta indipendente dalle variazioni sia della tensione continua, sia della resistenza del suo circuito; e potrà essere indicata, registrata e integrata (facilmente anche a distanza) mediante strumenti a corrente continua. Il motorino non essendo qui meccanicamente collegato col rispettivo strumento può anche esserne opportunamente allontanato.

Questo per ciascuna delle potenze da totalizzare. Basta dare ora la stessa costante di misura alle correnti continue proporzionali alle singole potenze erogate, e sommare indi queste correnti continue unendole in parallelo su di una sola linea, per ottenere dalla corrente totale il totale della potenza; e ciò in modo perfetto non solo, ma estremamente semplice, a differenza di altri complicatissimi dispositivi che si dovettero escogitare allo stesso scopo particolarmente in America dove il problema si è pure presentato come in Italia per la trazione ferroviaria.

Nello schema presentato sono indicati con W , W' i due wattometri che rispettivamente misurano la potenza delle due linee indipendenti (per semplicità monofasi) L , L' . Con A , A' ; V e V' sono segnati i rispettivi avvolgimenti amperometrici e voltometrici, fissi i primi, i secondi portati dallo equipaggio del rispettivo strumento il quale porta pure la bobina mobile (b o b') di un amperometro a magnete permanente (m o m') per corrente continua.

Non vi sono molle; su ogni equipaggio l'amperometro contrasta ed equilibra l'azione del wattometro. Quando per una variazione nella potenza erogata cessa l'equilibrio, l'equipaggio a mezzo dei contatti C o C' e di alimentazioni ausiliarie I o I' comanda il movimento di un motorino (M o M') che a sua volta mediante la regolazione di una resistenza (R o R') modifica il valore della corrente continua (i o i') che attraversa la bobina mobile dell'amperometro e che è fornita da una sorgente locale (B , B') ristabilendo l'equilibrio dell'equipaggio corrispondente. In tal modo le correnti continue i o i' sono proporzionali alle potenze sulle linee L , L' .

I due circuiti a corrente continua sono riuniti in parallelo e l'intensità totale $I = i + i'$ misura la potenza totale sulle due linee; tale potenza è indicata, registrata e integrata dall'amperometro indicatore A , dal registratore Ar e dal contatore amperometrico Ah . A scopo di dimostrazione possono inoltre inserirsi sulle linee L , L' due normali wattometri a relais, i quali diano separatamente i diagrammi di carico delle due erogazioni. Situando l'uno a fianco all'altro i due wattometri, i loro spostamenti possono sommarsi meccanicamente mediante apposito dispositivo sommatore (e anche di questo potrà vedersi il funzionamento allo stabilimento C. G. S.), ottenendo così un unico diagramma, somma

dei due, il quale coincide col diagramma dato dall'apparecchio amperometrico a corrente continua prima descritto.

Il dispositivo sommatore a corrente continua può evidentemente farsi per un numero qualsiasi di erogazioni, e facilmente si ottiene che queste possano eventualmente cambiar segno, dando nel sommatore la somma algebrica delle potenze. Le tensioni, le frequenze, la natura delle correnti possono essere qualsiasi. Inoltre analogamente possono totalizzarsi delle intensità alternate o continue, per le quali ultime i dispositivi comparatori si presentano come particolarmente utili nel caso di grandi intensità, quando anche trattasi di una sola erogazione, facilitando il collocamento degli apparecchi indicatori registratori e contatori lontano dalle sbarre di grande intensità.

In generale la totalizzazione di più erogazioni con i dispositivi descritti di comparazione può facilmente eseguirsi e trasmettersi, come si è visto, a distanza, e si presterebbe eventualmente alla utilizzazione, già da altri attuata per semplici misurazioni, non per totalizzazione, dei conduttori telefonici.

Presidente: Ringrazia l'ing. Campos per la interessante comunicazione, e mette in discussione l'argomento.

Barbagelata: Si rallegra coll'ing. Campos per la soluzione proposta ricordando che, per lo stesso problema, si sono attuate in America soluzioni meno eleganti ed assai più complicate. La General El. Comp. ha adottato un sistema a corrente continua che ha una certa analogia col sistema del Campos, perchè somma esso pure delle correnti proporzionali alle singole potenze; ma il sistema per ottenere e regolare tali correnti, è assai meno semplice ed ha il grave inconveniente di richiedere una assoluta costanza nella tensione di alimentazione — per il che il dispositivo è sempre completato da un regolatore automatico di tensione. A tal sistema fu obiettato il pericolo di errori derivanti da possibili dispersioni di corrente: inconveniente che sarebbe comune anche al sistema proposto dal Campos. Per evitare tale pericolo la Westinghouse realizza un sistema ingegnoso ma molto complicato — che fu descritto sull'Elettrotecnica — nel quale si generano frequenze proporzionali alle singole grandezze da sommare e si sommano tali frequenze.

Ricorda ancora che, avendo dovuto risolvere un caso pratico di somma delle indicazioni di due diversi Wattmetri registratori, adottò con successo un sistema che è in un certo senso correlativo a quello del Campos, sommando in Voltmetro graduato in Kilowatt, delle tensioni (anzichè delle correnti) proporzionali alle singole potenze. Il procedimento non è, e non doveva essere, rigoroso, bastando un risultato solo industrialmente approssimativo, e si poté quindi prescindere dalle piccole variazioni delle forze e.m. adoperate (piccole batterie d'accumulatori). Il procedimento poté essere applicato (alla Fonderia Milanese d'acciaio) con mezzi ed apparecchi semplicissimi quasi improvvisati.

Campos: Dice di avere avuto agio di sperimentare anche il sistema citato dal prof. Barbagelata riscontrando che l'inconveniente principale che presenta è quello di dipendere dalla regolarità della tensione che deve essere con ogni cura tenuta costante. Il sistema americano si presenta per questo molto complicato.

Presidente: Dà la parola all'ing. Bacchini.

20. **BACCHINI - I Termometri elettrici.** — Elettrotecnica, N. 28, 5 ottobre 1922, pag. 673.

Bacchini: Rileva come tutti i tecnici siano d'accordo sulla utilità della misura della temperatura nelle macchine elettriche; e però è bene porre in discussione questo problema insieme all'altro della scelta e determinazione dei punti in cui devono effettuarsi le misure stesse.

Si hanno intanto due casi, per i quali il problema del sistema di misura da adottare è uguale, ma nel primo di essi, che consiste nel rilievo della temperatura negli avvolgimenti delle macchine, si ha la complicazione del problema costruttivo, dovendosi praticare delle prese termometriche nelle matasse di filo. C'è poi da tenere in molta considerazione il problema dell'isolamento, in quanto che, trattandosi di macchine a tensione elevata, si vengono a costituire dei punti che presentano minore resistenza isolante. I due sistemi che più si dimostrano pratici per il rilievo delle temperature sono la coppia termoelettrica e quello a resistenza, chiamati propriamente pirometri i primi e termometri i secondi. Nell'insieme i due sistemi presentano vantaggi e svantaggi. I termometri funzionanti col principio della coppia hanno il vantaggio di fare un rilievo per punti della temperatura, ossia di segnalare la temperatura del punto giusto in cui la coppia è applicata, quindi se questa è sufficientemente piccola si limita parecchio lo spazio che costituisce la sede di applicazione. Hanno lo svantaggio derivante dal fatto che per temperature non elevate, ad esempio di 100 gradi, la coppia sviluppata è molto debole, quindi si ha bisogno di apparecchi molto sensibili e delicati. Inoltre la curva caratteristica della forza elettromotrice non è regolare; e si ha poi la questione del giunto freddo, l'ordine della temperatura misurata può far variare notevolmente la misura. Si va incontro inoltre ad una facile saturazione dell'apparecchio.

Con le bobine termometriche a variazione di resistenza si ha lo svantaggio di un rilievo della temperatura non puntuiforme oltre all'altro di dovere adottare bobine di notevoli dimensioni, onde possano sopportare il carico senza surriscaldarsi per effetto Joule. In quanto alle bobine il materiale usato per le resistenze deve avere un coefficiente costante e deve presentare una buona curva caratteristica.

Il materiale migliore è il platino perchè incorrodibile, inalterabile e di dilatazione uniforme, ma costa troppo e quindi costringe a sostituirlo. Si può adoperare in sua vece il nickel puro che costa molto meno

del platino e si presta abbastanza bene allo scopo. Quanto alla resistenza delle bobine il problema è anche interessante perchè se il fare bobine piccole consente il vantaggio di meglio realizzare la localizzazione della temperatura, si verifica anche che la bassa resistenza porta ad una ripercussione della variazione della resistenza del circuito esterno sulla misura della temperatura.

La variazione di resistenza può derivare sia dalla lunghezza del filo sia da perturbazioni nella sua alimentazione, e si ovvia all'inconveniente che ne deriva o col sistema a tre fili oppure col sistema potenziometrico, 4 fili. Con tre fili portando il vertice del ponte di Wheatstone alla estremità della bobina si riesce a contenere entro stretti limiti la influenza delle variazioni sulla deviazione.

Presidente: Ringrazia l'ingegnere Bacchini per la interessante memoria presentata sul delicato argomento e ritiene opportuno raccomandare ai costruttori di macchinario elettrico che tengano presente questo problema del rilievo della temperatura nell'interno delle macchine, cosa tanto necessaria nella pratica, e studino accuratamente la disposizione di piccole finestre o sedi in cui il rilievo si possa effettuare facilmente.

Si passa quindi all'esame e discussione delle memorie del III Gruppo: *Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica*, di cui al seguente elenco:

III GRUPPO - TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

21. **Revessi.** — Studi sulle trasmissioni.
22. **Della Verde.** — Su alcuni problemi relativi al funzionamento degli impianti elettrici.
23. **Rebora.** — Pali a traliccio per linee elettriche.
24. **Zorzi.** — I Pali in cemento armato centrifugato.
25. **Norsa.** — Il Calcolo meccanico dei conduttori.
26. **Picchi.** — Calcolo meccanico delle condutture aeree.
27. **Semenza.** — Isolatori a perno e isolatori sospesi.
28. **Prinetti.** — Sulle distribuzioni di potenziale nelle catene di isolatori a sospensione multipla.
29. **Emanuelli.** — Le perdite nel dielettrico dei cavi isolati in carta impregnata, per trasporto di energia.
30. **Sacchetto.** — Considerazioni sull'impiego di cavi monofasi per trasmissioni d'energia a corrente alternata ad altissima tensione.
31. **Incontri.** — La bobina di Petersen e la terra dei neutri.

Presidente: Dà la parola all'ing. Revessi per esporre la sua Memoria:

21. **REVESSI. - Studi sulle trasmissioni.** — Elettrotecnica, N. 25 del 5 settembre, 1922 pag. 543.

Revessi: Ritiene utile di presentare ai colleghi un metodo che può dirsi un comodo utensile per la soluzione dei problemi che sempre più di frequente si presentano nella tecnica delle linee ad altissima tensione.

Questo metodo non aspira a risultati esatti, ma se può essere ancora conveniente l'applicazione di metodi teoricamente esatti finchè i nuovi problemi tecnici, che sono destinati ad essere risolti, si presentano nella forma più semplice — quale potrebbe essere nel nostro argomento il caso di una semplice linea di trasmissione alimentata da un solo estremo — così fatta convenienza finisce necessariamente prima o poi per cessare quando lo sviluppo della tecnica conduce i problemi verso complicazioni sempre maggiori, come quando si è passati dalla semplice linea di un tempo ai grandi anelli o alle linee inserite fra due centrali con più di una sottostazione da alimentare. Non va del resto dimenticato che anche dove l'impiego degli strumenti di misura più perfetti si è accoppiato coll'applicazione dei procedimenti matematici più elevati, come ad esempio in geodesia, il progresso si è specialmente affermato quando si è imparato a trascurare in confronto ai termini di maggiore importanza le grandezze piccole di ordine superiore.

Il metodo applica le curve caratteristiche di tensione e di corrente delle trasmissioni allo studio per qualunque entità, tipo e distribuzione di carichi, della distribuzione delle correnti e delle tensioni nei circuiti chiusi e nelle linee alimentate da entrambi gli estremi, dove per il valore elevato della tensione di esercizio o per trattarsi di cavi si debba tener conto anche della corrente di spostamento ed eventualmente di dispersione, merito principale del metodo essendo, oltre la rapidità del processo che permette facilmente di considerare un circuito sotto le più svariate condizioni di carico, l'evidenza del contatto fra la rappresentazione grafica ed il fenomeno fisico, evidenza che rende interessante l'applicazione e difficile l'equivoco.

Tralascia il caso, già prospettato nella memoria, di due linee diverse per dimensionamento e tracciato saldantesi in una sottostazione terminale, e per mettere in evidenza il merito particolare del metodo, spiega il caso prospettato in figura di una linea di 600 km. una volta chiusa ad anello su di una sola stazione generatrice, e un'altra inserita fra due centrali diverse, e alimentante due sottostazioni, l'una a 100 km. da un estremo e l'altra a 250 km. dal medesimo, con la condizione che in quest'ultima la tensione sia mantenuta costante, qualunque sia la distribuzione dei carichi considerati.

Il confronto tra il primo e il secondo diagramma mette subito in evidenza quanto innanzi è detto: nel primo è supposta sotto carico la sola sottostazione di mezzo con 56 A: l'impiego delle due caratteristiche di tensione relative a detta sottostazione per $\cos \varphi = 0,7$, mantenuto poi lo stesso per tutti i diagrammi successivi, permette con una

costruzione intuitiva di stabilire subito che le 56 A sono provvedute per 25 da una parte e per 31 A dall'altra con la tensione stellata comune in partenza di 70.750 V. se la linea è ad anello, e che la distribuzione diventa invece di 17 e 39 A. rispettivamente se la tensione della centrale di sinistra è tenuta p. es. ai medesimi 69.400 V. a cui è tenuta la sottostazione, mentre la tensione della centrale di destra sale a 71.500; nel secondo è invece supposta carica la sottostazione di sinistra, mentre quella centrale, pur rimanendo scarica, è mantenuta alla tensione normale di 69.400 V.: ebbene se si ripetesse senz'altro la precedente costruzione solo passando alla caratteristica dell'altra sottostazione si commetterebbe un errore fondamentale, e ciò perchè, corrispondendo ora a questa sottostazione il punto più basso, occorre tenere conto del carico che virtualmente si presenta nella sottostazione di mezzo per la corrente di spostamento e di dispersione relativa al tratto interposto tra le due sottostazioni, carico positivo per il tronco di linea a destra della sottostazione centrale, identico ma negativo per il tronco di linea sinistra; la costruzione deve allora essere fatta tenendo anche conto di questo carico e delle relative caratteristiche di tensione, ed i risultati appaiono in figura.

L'analoga differenza di procedimento per lo spostamento del punto di tensione più basso da una sottostazione nell'altra appare fra il terzo ed il quarto diagramma che rispecchiano il caso che entrambe le sottostazioni siano sotto carico.

Gli esempi numerici assunti possono sembrare assai semplici; già la semplice loro verifica, partendo cioè dalla conoscenza dei risultati, richiede coi procedimenti normali un ben più lungo lavoro.

Presidente: Ringrazia il prof. Revessi, quindi dà la parola all'ing. Dalla Verde.

22. DELLA VERDE - *Su alcuni problemi relativi al funzionamento in parallelo degli impianti elettrici.* — *Elettrotecnica*, N. 25, 5 Settembre 1922, pag. 600.

Dalla Verde: Riassume brevemente l'oggetto della comunicazione presentata accennando ai vantaggi e svantaggi che presenta il funzionamento in parallelo degli impianti. Tra i vantaggi va notato il migliore sfruttamento delle centrali a serbatoio e delle piccole centrali, la migliore utilizzazione del macchinario installato a causa del fattore di carico più conveniente e la maggiore costanza della tensione e della frequenza. Fra gli svantaggi sono la ripercussione di un accidente locale su tutto il complesso degli impianti, l'aumento della corrente di capacità con i gravissimi effetti derivanti dalla messa a terra di una fase, e l'aumento della corrente di corto circuito nelle linee. Il funzionamento in parallelo di varie centrali si presenta più o meno difficile a seconda che si tratta di alimentare una sola rete o due reti distinte, nel quale ultimo caso è necessario regolare la tensione sulle linee indipendentemente dalla tensione delle macchine in centrale.

Lo studio del funzionamento in parallelo fra due impianti riesce molto facile quando esso è fatto con l'impiego del diagramma di Perrin e Baum il quale, oltre a permettere la determinazione della tensione in partenza per varie condizioni di carico, dà anche una rappresentazione chiara di tutte le altre grandezze interessanti una trasmissione di energia. Accenna al caso di linee a media tensione e media lunghezza lavoranti in parallelo, e al caso di linee di grande lunghezza e ad alta tensione, dimostrando come il diagramma predetto si presti benissimo alla determinazione degli elementi incogniti.

Per quanto riguarda la regolazione della tensione essa può essere fatta col variare la eccitazione degli alternatori opportunamente perchè il carico venga trasmesso con un dato fattore di potenza. Il sistema è semplice ma produce forti perdite di linea a causa della corrente sfasata e dà forti variazioni di tensione ad ogni cambiamento di carico. Per ovviare al primo inconveniente bisogna procurare di lavorare con un cos ϕ uguale circa all'unità, per ovviare al secondo bisogna ricorrere ad apparecchi che aggiungano o sottraggano una certa tensione supplementare a quella fornita dalle macchine.

Questi apparecchi possono essere rappresentati o da trasformatori in serie — aventi un avvolgimento in serie sulla linea e l'altro in derivazione sulla tensione che si vuol regolare e con varie prese — o con regolatori ad iniezione costituiti essenzialmente da un motore a campo Ferraris con lo statore in serie ed il rotore che può girare solo per 1/2 giro guidato da un volantino di regolazione.

Si può fare uso anche di un devolatore-servomotore sincrono oppure dell'inserzione in serie sulla linea di un generatore asincrono, o infine di regolatori agenti sulla potenza reattiva quali i condensatori statici e quelli sincroni.

Nel caso di lunghissime linee di trasmissione a forte capacità diventa preziosa la proprietà dei condensatori sincroni di potere assorbire potenza reattiva lavorando sottoeccitati, perchè in tal modo viene diminuita la forte sopraelevazione di tensione che si ha a vuoto.

In conclusione il funzionamento in parallelo degli impianti presenta varie difficoltà di ordine tecnico alle quali si può in buona parte sopperire con accorgimenti opportuni. Raccomanda l'impiego del diagramma di Perrin e Baum in tutti i casi in cui sia da studiare il problema della marcia in parallelo, in quanto che con esso si ottiene sempre una chiara rappresentazione di tutti i fenomeni che si verificano in questo genere di esercizio.

Presidente: Ringrazia l'ing. Dalla Verde per la comunicazione presentata che tratta di un argomento tanto importante.

Il metodo del diagramma di Perrin e Baum è ben conosciuto in Italia ed è anche sovente adoperato. Ma è che, data la lunghezza delle

nostre trasmissioni, che di rado superano i duecento o i trecento chilometri, anche i metodi grafici per determinare la caduta di tensione lungo la linea servono bene. Essi consentono un'approssimazione di calcolo e di previsione sufficiente, e servono in tutti i casi di variazione del fattore di carico e di potenza. Ricorda come anche il metodo del prof. Rebora serva bene allo scopo.

23. REBORA - *Pali a traliccio per linee elettriche.* — *Elettrotecnica*, N. 21 25 luglio 1922, pag. 457.

Rebora: L'origine del lavoro svolto dalla «Commissione Pali» fu la seguente: Qualche anno fa il prof. Barbagelata, l'ing. Semenza ed altri; avevano avuto campo di occuparsi dello studio dei pali ed avevano raccolto un insieme di documenti molto interessante. Ma non si era venuti ancora ad una conclusione ben definita in merito a questo argomento, nel senso di stabilire norme concrete sul calcolo e la resistenza dei pali di sostegno delle linee aeree; e poichè di esse si sentiva il bisogno, fu nominata una commissione nella quale egli fu relatore. Gli argomenti trattati nella memoria presentata sono tre: 1.° spinta del vento sui pali a traliccio; 2.° calcolo delle sollecitazioni nel palo; 3.° elementi relativi che entrano in gioco, sollecitazioni dovute alle variazioni di temperatura, al ghiaccio, neve, ecc.

In merito alla spinta del vento sui pali cilindrici massicci si erano fatti degli esperimenti molti anni or sono e si era arrivati a stabilire un coefficiente numerico. Quando si considerino velocità di vento contenute in determinati limiti si può accettare la legge dei quadrati per pali massicci; per pali a traliccio di ferro non si avevano esperienze di sorta e si erano perciò adottate regole empiriche. Si prescriveva una volta che il calcolo fosse fatto in base ad una spinta unitaria di 300 kg; questa poi si era venuta riducendo a 100 e poi a 90 kg, onde si osservava col progresso di tempo una diminuzione del valore di questo coefficiente. La commissione suddetta che affronti lo studio razionale dei sostegni eseguì una serie di esperimenti aerodinamici a Roma, nello speciale laboratorio dell'Istituto Centrale Aeronautico. Si prepararono due modelli di pali da sottoporre a prove nel tunnel aerodinamico, alti ottanta centimetri, dei quali uno fatto di lamierino di ferro ad un solo traliccio e l'altro comprendente due o tre tralicci allo scopo di vedere se il primo per effetto della riduzione in scala presentasse un eguale comportamento delle aree ridotte rispettivamente all'effetto del vento.

Sperimentati i due pali si sono trovati risultati sensibilmente identici, e si è avuto quindi la certezza che il modello corrispondeva bene alle ricerche sperimentali che su di esso si volevano eseguire. Del resto una conferma ancora si ebbe dai tecnici dell'Istituto che si servono sempre di modelli in scala per i loro esperimenti. Si sono eseguite prove su elementi piatti di traliccio, su ferri angolari e anche su modelli di pali pieni adottando per i primi la formula: area moltiplicata per un coefficiente moltiplicata per la velocità al quadrato. Si è poi adottata per i tralicci la formula adottata dalle Ferrovie dello Stato, e si sono avuti i risultati esposti nella memoria stampata. In conclusione si può ritenere che lo sforzo esercitato dal vento su di un palo a traliccio è proporzionale ad un coefficiente moltiplicato l'area della prima faccia e moltiplicato il rapporto tra vuoti e pieni. Le esperienze fatte orientando questi pali hanno dimostrato che la spinta del vento è massima quando esso investe un palo nella direzione di uno degli spigoli, avendosi un aumento del 10 al 15% sul valore della spinta. Confrontando le diverse formule si è veduto che dati i rapporti medi costruttivi dei nostri pali si ottengono valori abbastanza concordanti. Concludendo quindi le formule proposte tendono tutte a dare risultati convergenti verso quelli ottenuti con le prove aerodinamiche eseguite a Roma, con la differenza però che questi ultimi risultati sperimentali sono sicuri e danno garanzia di corrispondere alle condizioni pratiche a cui i pali sono esposti in campagna, mentre gli altri, derivanti dai sistemi di calcolo esistenti, non presentavano uguale sicurezza, derivando da premesse empiriche.

Il calcolo dei tralicci si può fare consistere in due elementi: valutare gli sforzi nelle singole membrature, e considerare gli effetti di flessione-pressione. Questo secondo calcolo rappresenta l'argomento più discusso, e per esso si sono tenute presenti le disposizioni fissate dalle Ferrovie dello Stato per gli attraversamenti di linee aeree. Per ogni rapporto di $\frac{l}{r}$ si ha un valore della sollecitazione che parte da 12 kg. e va diminuendo; si ottiene così una curva dei coefficienti consentiti.

D'altra parte si hanno le formule di Eulero e di Tetmayer che danno una curva dei valori dei coefficienti fino allo sfilamento del solido, ossia fino al valore critico oltre il quale il solido si piega.

Viene il desiderio di fare un raffronto tra le formule di Eulero e quella delle Ferrovie dello Stato, e si ottiene che tra i valori critici dati dalla prima formula e quelli dati dalla seconda si ha un rapporto di circa tre. Valore questo raccomandato in pratica.

Per la valutazione degli elementi fisici esterni, temperature, sopracarico di ghiaccio, e neve, si sono raccolti molti dati sperimentali basandosi sulle osservazioni raccolte negli Annali di Meteorologia.

Presidente: Ringrazia il prof. Rebora per la comunicazione che ha voluto presentare al Congresso e che gli sembra interessantissima. Perciò sarà nominata una commissione che metterà insieme tutti i dati desunti dagli esperimenti e dagli studi eseguiti in modo da farne una pubblicazione propria dell'A. E. I. sull'argomento dei pali a traliccio.

Eredia: Vuole fare una osservazione in merito ai dati meteorologici, velocità del vento, ecc., che sono stati tenuti presenti nei calcoli. Ritiene che non si sia attinto a tutte le fonti per i valori delle velocità del vento nelle varie regioni e che non si sia tenuto conto delle

vibrazioni prodotte nei pali dalla pulsazione delle correnti d'aria che produce un tormento non trascurabile. Queste pulsazioni continue mettono il solido in condizioni ben diverse di resistenza alle raffiche da quel che esso presenta in condizioni di stabilità normale. Un altro fenomeno da tenere presente nel calcolo delle trasmissioni aeree è la formazione di manicotti di ghiaccioli intorno ai conduttori e alle parti dei sostegni, i quali manicotti sono prodotti dalle forti brinate e costituiti di ghiaccioli aghiformi. L'effetto di questi va sommato con l'azione del vento. Ritiene che dalla collaborazione o consultazione dei meteorologi i tecnici potrebbero trarre notevoli vantaggi nello studio di tali problemi pratici. Per quanto riguarda il suo ufficio egli tiene ben volentieri il materiale statistico e scientifico di cui è dotato a disposizione dei tecnici che ne avessero bisogno.

Rebora: Ringrazia molto il prof. Eredia e si dice lieto delle osservazioni che lo stesso ha fatto e che si cementi anche in questo congresso una intesa di collaborazione fra tecnici e meteorologi. Egli ritiene di avere assunto i valori massimi di velocità di vento nei suoi calcoli sui pali a traliccio. Ricorda di aver voluto calcolare lo sforzo che aveva piegato un travetto a T che si era inflesso stando in opera, e di aver trovato una velocità di vento di 130 km. Per la determinazione degli sforzi in casi speciali di sovraccarico saranno certo di grande ausilio i dati attinguti agli uffici di meteorologia.

Crivellari: Domanda se le norme date dalle Ferrovie dello Stato per i sostegni negli attraversamenti sono definitive e giudicate tecnicamente perfette.

Presidente: Risponde che le norme in parola non sono ancora definitive, essendo esse state sottoposte all'esame di una commissione costituita da rappresentanti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana e dell'Associazione Esercenti Imprese Elettriche, quindi si aspettano le decisioni che prenderanno le FF. SS. in seguito alle osservazioni della Commissione suddetta.

Crivellari: Vorrebbe sapere se, in considerazione che la massima sollecitazione alla flessione sui tralicci avviene nella zona mediana dove la sezione del profilato è completa, si deve nel calcolo delle membrature dei tralicci detrarre della sezione resistente, la sezione dei chiodi.

Rebora: Ritiene che per prudenza si debbano detrarre le sezioni dei chiodi.

Danusso: Conferma l'opinione del prof. Rebora.

Presidente: La Commissione per lo studio dei pali di sostegno si riserva di esaminare anche questo elemento di dettaglio. Essa si occuperà anche delle fondazioni dei piloni di sostegno; e si preoccuperà di assodare i limiti massimi di velocità di vento da assumere per i calcoli, essendo discordi i pareri dei tecnici a questo riguardo e sugli urti che producono. Cita a questo riguardo il disastro verificatosi sulla linea elettrica di Castiglione in cui si ebbero 40 pali abbattuti, e ricorda di avere calcolato una velocità di vento di 130 km.

Semenza: Riferendosi all'effetto di urto del vento di cui si discorre dice che occorre fare una distinzione se lo sforzo prodotto dal vento è trasmesso dai conduttori al palo, a seconda che la linea è montata con isolatori a perno, o con isolatori sospesi. Ritiene si debba affidare allo studio della Commissione il quesito se nei due casi si debba adottare lo stesso coefficiente di sicurezza.

24. **ZORZI - I pali in cemento armato centrifugato.** — Elettrotecnica numero 29, del 15 ottobre 1922, pag. 686.

Montagni: Prende la parola in sostituzione dell'ing. Zorzi che si scusa di non potere intervenire al Congresso. Da circa 20 anni, ossia da quando il cemento armato ha avuto le sue applicazioni in tutta la tecnica edilizia, gli studi dei tecnici e degli ingegneri si sono anche rivolti ad ottenere un palo in cemento armato che potesse rispondere alle esigenze di trasportabilità e di resistenza. Accenna alle prove fatte a Torino nel 1898 dalla Ditta Purcheddu, poi dalle Ditte Bourgeat e infine dalla Ditta Siegwart. La Ditta Purcheddu costruì un palo servendosi di una sagoma di legno di forma quadrangolare e mettendo un rondino di armatura nei quattro spigoli. Ne ottenne un palo in cemento armato che per vari motivi facili a comprendersi non ebbe alcuna pratica applicazione. La Ditta Bourgeat fabbricò dei pali rivestendo pali di legno con tondini di ferro tenuti a relativa distanza e il tutto rivestito a sua volta di uno strato più o meno spesso di calcestruzzo. La Ditta Siegwart costruì dei pali rivestendo un'armatura metallica tubolare, precedentemente preparata, con una specie di fasciatura di calcestruzzo, servendosi di una macchina di costruzione geniale, la quale però non potè mai dare un prodotto omogeneo e di conveniente resistenza. Tale il cammino percorso nell'intento di ottenere pali in cemento armato. Un passo avanti in quest'ordine di idee rappresentano certamente i pali in acciaio beton centrifugato. L'idea di centrifugare il calcestruzzo per ottenere una maggiore omogeneità e compattezza, è una idea che già nel 1908 fu applicata a Roma dalla Ditta Vianini per ottenere delle tubature di sufficiente resistenza.

Il processo di fabbricazione dei pali Scac si riassume in breve come segue: Su di un'anima di legno costituita da quattro segmenti riuniti a cerniera una macchina speciale fa dapprima un avvolgimento a spirale di filo di ferro. Nel tempo stesso viene preparato su di una serie di cavalletti una specie di tappeto di tondini di acciaio che vengono legati fra di loro alla distanza voluta. Detto tappeto viene sovrapposto all'anima di legno e quindi la macchina precedentemente menzionata rinnova la spiralezione destrorsa e sinistrorsa.

Ciò fatto, l'anima viene levata e si ottiene una gabbia tubolare me-

tallica rigida che costituisce l'armatura del futuro palo. Quest'armatura viene messa in una forma di legno dotata di opportuni rinforzi metallici, divisa a metà secondo la lunghezza e rappresentante nel suo rivestimento interno la sagoma esterna del palo. Quindi detta forma viene riempita nella sua metà inferiore di calcestruzzo, viene chiusa e introdotta nella macchina centrifuga e fatta ruotare a 500 giri al minuto.

Il calcestruzzo che si trovava nella metà inferiore della forma, per effetto della rotazione si assesta dapprima nella parete interna della forma e coll'aumentare della velocità si comprime in egual misura in tutta la sua struttura. Dopo 10 minuti il palo è fatto. Ciascun granello di sabbia ha trovato il posto suo nell'impasto assolutamente compatto ed omogeneo. Il palo si leva dopo 24 ore dalla forma e si mette a stagionare per quattro settimane sotto sabbia umida. I materiali adoperati per la fabbricazione sono, come sopra detto, filo di ferro crudo per le spirali, acciaio a 80 chilogrammi per mmq. per l'armatura, cemento a lenta presa (Portland) per l'impasto. Il palo tubolare ottenuto in tal modo presenta innumerevoli vantaggi: elasticità, resistenza, assolutamente compatto ed omogeneo, può essere trasportato e messo in opera con facilità. Costa un terzo meno del corrispondente palo di ferro, non richiede alcuna manutenzione, richiede un blocco di fondazione di molto inferiore a quello necessario per un palo a traliccio di dimensioni corrispondenti.

A questi vantaggi si oppone l'unico inconveniente del peso e del trasporto il quale ultimo si effettua comunemente a mezzo di carri ferroviari e attraverso la campagna con camion e rimorchio. I pali centrifugati data la loro elasticità possono essere scaricati con tutta facilità e senza soverchio riguardo, e vengono comunemente messi in opera con l'aiuto di un falcone alla cui cima viene applicato un paranco che solleva il palo afferrandolo un po' sopra il proprio centro di gravità. Da circa 10 anni una gran quantità d'impianti con tali pali furono eseguiti in Germania, in Boemia, nella Svezia, ecc. e dovunque essi hanno corrisposto pienamente all'aspettativa. Per salire sui pali ci si serve di staffe speciali che li rendono anche più sicuri dei pali di ferro. Le mensole vengono applicate mediante collari di ferro.

Parecchi sistemi di calcolo furono adottati per stabilire la resistenza dei pali così costruiti, e le esperienze fatte recentemente al politecnico di Milano e di Torino ne hanno dimostrata l'esattezza. La qualità più caratteristica dei pali centrifugati, la elasticità, è d'immenso vantaggio in tutte le palificazioni per il trasporto di energia elettrica. Nelle linee costruite già parecchi anni or sono si fece a parecchie riprese l'esperienza che i pali centrifugati resistono anche superiormente all'aspettativa allo sforzo dinamico del vento che li colpisce, durante un turbine o un temporale.

È certo che se un giorno le palificazioni in cemento armato dovranno diffondersi, — come fatalmente dobbiamo credere se consideriamo lo sviluppo immenso che il cemento armato ha preso in ogni campo, onde oggi non si costruiscono più ponti in legno, in pietra o in ferro, ma esclusivamente in cemento armato, e come pure non si può pensare più a costruzione edilizia alcuna senza servirsi del cemento armato, — il palo in acciaio-beton centrifugato è sicuramente quello che più di ogni altro risponde allo scopo. L'impianto maggiore fino ad ora costruito facendo impiego di questi sostegni è una linea a 110.000 volt lungo 320 km. che parte da Stoccolma.

Presidente: Ringrazia l'ing. Montagni che ha esposto e riassunto il contenuto della memoria presentata dall'ing. Zorzi, e manda un ringraziamento all'autore. Ritiene che il peso di questi pali e le difficoltà di trasporto conseguenti siano le circostanze principali che ostacolano il largo impiego dei pali di cemento armato.

Sartori: Ha avuto occasione di costruire una linea elettrica lunga 15 o 16 chilometri nel 1896 tra Redipuglia e Podgora armandola su pali Bourgeat. La tesatura della linea presentò difficoltà non indifferenti, ma queste si possono superare. C'è invece un altro rilievo da fare a riguardo della elasticità dei pali in cemento armato. Il vento in una zona anche limitata non ha una forza costante: si ha un massimo in un punto e poi a 100 metri di distanza si ha una sacca, perciò durante giornate di vento di bora ha potuto osservare su di un tratto rettilineo della trasmissione, dopo Redipuglia verso Gorizia, l'esistenza di forti oscillazioni della linea. E quindi da temere che con i pali centrifugati dotati di elasticità piuttosto notevole si possano avere oscillazioni forti sotto la sferza del vento, tali da procurare accidenti gravi. Pertanto prima di affermare che la elasticità dei pali sia un buon requisito, bisogna por mente alle conseguenze che può portare in pratica, e attendere i risultati di esercizio.

Danusso: Al prof. Sartori osserva che eventuali spostamenti delle teste dei pali nel senso normale alla linea, producendo allungamenti trascurabili nelle tesate, non possono avere ripercussioni apprezzabili nel regime degli sforzi. Ritiene invece che l'elasticità dei pali possa avere influenza benefica di primo ordine nel regime suddetto quando si prendano in esame anche gli sforzi dinamici.

Ha udito parlare di pali in ferro ed in cemento centrifugato. Ebbe occasione di sperimentare in entrambi i tipi e di notare che i secondi possono avere una deformabilità, a parità di grado di sicurezza, circa tripla dei primi. Se si studia il fenomeno oscillatorio forzato derivante da eccesso di carico sopra una tesata con successiva rottura della tesata stessa, in seguito alla quale rottura il palo di linea compreso fra la tesata rotta e quella rimasta (supposta per semplicità allineata colla prima) scatta come una molla, si riconosce facilmente che, raggiunta la compensazione fra il lavoro motore ed il lavoro resistente, termina la prima escursione con la produzione di sforzi interni, che possono essere da due a tre volte maggiori dei normali nei pali in ferro e da 1,5 a 2 volte

soltanto nei pali centrifugati per la maggior capacità che questi hanno di molleggiare.

La ricerca può farsi comodamente, come fu proposto dal prof. Colonnetti, sovrapponendo in uno stesso disegno il diagramma di deformazione del palo in questione e la curva delle variazioni che subisce la tensione orizzontale della tesata (rimasta integra) col variare della distanza fra gli attacchi compensando fra di loro le aeree rappresentatrici delle energie in gioco.

La maggior flessibilità del palo influisce dunque mitigando fortemente lo sforzo derivante dall'azione dinamica.

Per il confronto dei due tipi di pali bisogna far notare un'altra cosa. L'ing. Rebora ha accennato alla fragilità dell'acciaio di certi pali metallici. Orbene la fragilità è una caratteristica che i materiali sembrano perdere non appena siano presi nelle strette di un fluido in pressione o semplicemente di una massa di calcestruzzo. Valgano in proposito: da una parte le esperienze di laboratorio su cilindri immersi nell'olio ad alta pressione e compressi ulteriormente lungo l'asse: dall'altra le esperienze (più prossime alle applicazioni pratiche) su colonne di ghisa immerse in un mantello di calcestruzzo cerchiato (brevet ing. Emperger di Vienna); esperienze che rivelarono caratteristiche palesi di plasticità in materiali che, lasciati nudi, sarebbero stati fragili. Orbene, mentre sotto un'azione dinamica violenta il palo a traliccio che, per evitare i pericoli della fragilità durante la posa, dev'essere costruito in acciaio dolce, può raggiungere la fase critica di snervamento, quello in beton centrifugato armato di acciaio duro (con 70 kg per mmq a rottura) ma non più fragile per la protezione del calcestruzzo, che ha subito per la centrifugazione, una compressione incomparabilmente superiore a quella dei getti ordinari, potrà rimanere entro limiti di sollecitazione ancora ammissibili senza pericolo.

L'oratore non entra in merito alla convenienza dei pali centrifugati rispetto all'acquisto, alla posa, ed all'esercizio perchè uscirebbe dal campo della sua diretta competenza. Non si propone altro fine che di richiamare i Colleghi ad alcuni confronti che crede utili e soprattutto in linea generale, all'apprezzamento dei fenomeni dinamici che sono ben più caratteristici di quelli statici per la vita dei materiali da costruzione e che per gli Elettrotecnici abituati ad ascoltare il polso ritmico delle correnti a frequente alternanza devono formare oggetto di singolare intuizione.

Rebora: Osserva che i pali di cui parla il prof. Sartori hanno una forte anima di legno mentre quelli di acciaio-beton centrifugati non presentano la stessa struttura. Nel caso dei pali Bourgeat non si può dire come si comportano i due materiali differenti che costituiscono il sostegno di fronte agli sforzi che subiscono; certo è che i due materiali non costituiscono una massa unica e compatta.

Accenna ad alcuni sostegni di questo genere che in un punto del fronte italiano servivano durante la guerra ultima ad aggiustare i tiri delle artiglierie nemiche.

Si cercò, di notte, di abatterli con pochi strappi sincroni, dati ai capi di filo penzolanti.

L'operazione fu facile, essendo i sostegni flessibilissimi: senonchè la rottura avveniva non alla base, ma a due o tre metri al suolo. Ritiene però che i pali di cemento centrifugato abbiano un comportamento tutto affatto diverso dai sostegni Bourgeat.

Danusso: Interloquisce nella discussione sulla Relazione Rebora osservando che la convenienza di dedurre il foro del chiodo dalla sezione resistente, si riconosce non solo dalle osservazioni dello stesso ing. Rebora, ma anche ricordando che la distribuzione delle tensioni nella sezione resistente corrispondente al diametro del foro è tutt'altro che uniforme, come praticamente si ammette. Essa è invece tale che sui margini del foro si hanno tensioni molto più forti rapidamente degradanti di mano in mano che ci si allontana dai margini stessi. L'ipotesi dell'uniforme distribuzione, dettata unicamente da ragioni di pratica comodità, sarebbe assolutamente accettabile se non fosse almeno in parte compensata da altri criteri prudenziali, primo fra tutti quello di metter in calcolo la sezione depurata del foro.

Montagni: Tiene a far rilevare come la elasticità dei pali Scac non costituisce una caratteristica che deve preoccupare i tecnici quando vogliano presceglierli a sostegno delle linee. I pali possono essere costruiti rigidi o elastici a volontà, è questione di scelta preventiva ed un po' anche di prezzo. Comunque quest'ultimo non è mai così elevato da risultare proibitivo e da consigliare l'adozione di altri tipi di sostegno.

Presidente: Toglie la seduta alle ore 12,30 compiacendosi dell'attivo contributo alle discussioni che danno i colleghi, e rimanda alla prossima seduta il seguito della discussione degli altri temi del terzo gruppo di memorie presentate.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

Ciclo di conversazioni sulla continuità o regolarità di esercizio degli impianti elettrici.

Verbale della 5ª Seduta - 23 marzo 1923.

Semenza apre la seduta invitando a riprendere la discussione sull'uso de relais e dà la parola all'ing. Barbagelata.

Barbagelata, riferendosi all'invito espresso dal presidente alla fine della precedente seduta ha creduto utile raccogliere una serie di schemi sui più moderni sistemi di uso dei relais. Espone quindi, col sussidio di numerose proiezioni, la sua comunicazione (di cui verrà pubblicato integralmente il testo) nella quale sono passati in rassegna i vari tipi relais usati nelle distribuzioni di tipo radiale (relais a massima, a tempo variabile e fisso, relais a caduta di tensione) e i vari tipi di relais a direzione di energia, per la protezione dei guasti interni delle centrali e per la localizzazione dei guasti nelle reti. Alla fine sono pure passati in rassegna i diversi schemi usati per la disseccitazione automatica e per la regolazione automatica dell'intensità.

Chiude ricordando la necessità di usare buoni interruttori, largamente dimensionati (accennando alla recente comunicazione dell'ing. Palestino alla Sezione di Torino) ed augurando una maggior collaborazione fra i direttori dei vari impianti per la miglior coordinazione degli efficaci mezzi di protezione che oggi la tecnica possiede.

Semenza ringrazia il collega Barbagelata e fa notare come fosse opportuno e quasi necessario questo elenco dei vari tipi di relais e dei vari schemi di installazione. Spera che ora la discussione possa esser più proficua, e fa una piccola aggiunta relativa al caso speciale di due linee in parallelo sulle stesse sbarre. Nel caso che entrambe le linee fossero munite di relais di massima tarati per il doppio della corrente normale, avvenendo uno scatto su una linea, anche l'altra esce di servizio perchè tutta la corrente si porta sulla linea non colpita dal guasto.

Negli impianti americani si mette un sistema per cui scattando una delle linee la taratura dell'altro relais viene portata ad un valore maggiore di corrente.

Barbagelata osserva che questo è un corollario indispensabile a quanto ha detto prima.

Semenza chiede se i sistemi mostrati prima possono applicarsi facilmente anche per quelle linee in cui il senso dell'energia si inverte senza seguire una regola fissa.

Barbagelata obietta che neppure da noi molte linee si trovano in quest'ultima condizione.

Locatelli dice che un fenomeno che si produce di frequente quando vi sono molte sorgenti in parallelo è l'invertirsi della corrente sulle linee di certe centrali negli istanti in cui il carico diminuisce. Ciò avviene facilmente nei paralleli con le centrali dell'Adamello e con quelle della Dinamo. In questi istanti il ritorno d'energia è sempre piccolo, ma però cogli apparecchi descritti sussiste sempre il pericolo di uno scatto.

In reti molto complesse l'impiego di relais deve quindi essere studiato molto a fondo presentando gravissime difficoltà.

Barbagelata dice che si può evitare il pericolo accennato adottando anche i relais a massima.

Broggi fa notare la complicazione che ne deriva, e la necessità quando si fa un parallelo di stabilire anche tutti i collegamenti dei relais.

Barbagelata ricorda come in America il controllo e la manutenzione dei relais sono affidati ad un Ufficio speciale che continuamente fa prove usando apparecchi appositi, e seguendo criteri rigorosamente uniformi.

Manfredi fa notare come, in confronto di quanto esposto dal Prof. Barbagelata, i nostri impianti sono ancora ai primi passi in fatto di relais. Il buon funzionamento dei sistemi descritti dipende però dalla sensibilità e dalla taratura dei relais stessi; ne consegue, per reti complesse con carichi molto variabili la necessità di un personale o di un ufficio apposito che si occupi continuamente di ciò, coordini e disponga i servizi con criteri generali.

Circa i dispositivi di disseccitazione automatica osserva che essi sono in uso anche da noi in quasi tutti gli impianti più recenti e lo saranno in altri, attualmente in costruzione. A completamento degli schemi esposti, occorrono, per centrali funzionanti in parallelo con altri impianti, i relais di ritorno di corrente.

Barbagelata suggerisce come relais di ritorno d'impiegare quelli differenziali. Fa notare poi che i relais di massima vengono tarati per valori pericolosi della corrente.

Vi sono poi anche dei relais studiati allo scopo di spegnere gli archi che si formano verso terra; ne risultano schemi complicatissimi, ma che però danno buoni risultati.

Broggi chiede se escludendo una linea a causa di guasti, il relais differenziale non rende difficile la ripresa del servizio.

Barbagelata obietta che escludendosi una linea automaticamente resta escluso anche il suo sistema di relais.

Abbonamenti per Laureandi Ingegneri

È aperto un abbonamento speciale all'*Elettrotecnica* per il corrente 1923 (annata completa) al prezzo ridotto di L. 40,— per gli studenti regolarmente iscritti all'ultimo anno della Scuola di Ingegneria del Regno.

Gli studenti che desiderano abbonarsi devono inviare cartolina vaglia all'Ufficio Centrale con una dichiarazione della Direzione o di un Professore della Scuola da cui risulti la loro qualità di Laureandi Ingegneri.

Semenza conferma l'opinione di *Manfredi* circa la grande importanza dell'ufficio che si occupa dei relais; è inoltre indispensabile un ottimo sistema telefonico. Circa alla somma che si può spendere per questo ufficio, si domanda quanto costino alla fine di un anno le interruzioni in causa della mancata vendita d'energia e dei guasti che le producono. In America dove si è fatto questo bilancio si è ritenuta pienamente giustificata la spesa per l'Ufficio dei relais.

Teme che nei nostri impianti non si sia mai studiato a fondo l'argomento.

Semenza in seguito all'affermazione di *Manfredi* che realmente l'argomento in questione non è stato studiato, ripete che è forse vero che i nostri impianti sotto questo aspetto si possono considerare come primitivi e invita a dar maggior attenzione al problema.

Manfredi dice che la generalità dei nostri impianti è protetta con interruttori a massima corrente a tempo differito.

Essi risultano assai semplici, ma facilmente una linea anche secondaria provoca uno scatto generale su tutta la rete.

Locatelli nota che sono appunto queste interruzioni generali che danno perdite economiche non indifferenti, perchè nelle fermate generali grandi potenze non vengono vendute e spesso anche per periodi piuttosto lunghi richiedendosi un certo tempo per la ripresa del servizio. Questo potrebbe giustificare anche una spesa d'ordine piuttosto rilevante nei riguardi dei relais.

Manfredi osserva che, essendo la perdita economica in rapporto diretto colla durata della interruzione, ha più di tutto importanza il problema della ripresa rapida del servizio con eliminazione delle parti guaste; e ciò specialmente negli impianti in cui, per sistemi meno perfetti di relais o per altre circostanze, non si riescano ad ovviare intempestive fermate generali.

Semenza crede che per ottenere una rapida ripresa del servizio la migliore soluzione sia quella del dirigente unico. Un'applicazione di questo concetto sarà presto attuata dalla società Idro-Elettrica Piemonte. Col dirigente unico la condotta del servizio, la ripartizione del carico sulle varie centrali, e la ripresa del servizio in caso di guasti, restano affidate ad una sola persona. In America vi sono tre o quattro tecnici che si danno il cambio in questo ufficio, e quando sono in servizio assumono il comando assoluto del funzionamento della rete. Il dirigente unico ha davanti a sé uno schema in cui figurano tutte le macchine e tutti gli interruttori dell'impianto; questi ultimi sono rappresentati da lampadine in modo che sia facile rendersi conto delle condizioni di collegamento dell'impianto stesso. Un vasto sistema telefonico collega il dirigente colle varie centrali. Guardando lo schema che ha davanti il dirigente unico si rende conto di come circolano le correnti in un dato istante, e così seguendo i diagrammi forniti dall'ufficio tecnico, può ripartire il carico nel modo migliore tra gli impianti ad efflusso continuo, quelli a serbatoio e le centrali termiche della rete, raggiungendo così la massima economia d'esercizio. In caso di arresto generale il dirigente individua rapidamente il punto dove è avvenuto il guasto, e può quindi ordinare le manovre per la ripresa di servizio nel minor tempo possibile, dato anche che generalmente i guasti si ripetono nelle stesse condizioni. Non essendovi il dirigente unico, la ripresa del servizio avviene a mezzo di discussioni telefoniche tra i vari capi officina, discussioni che alle volte vanno per le lunghe per mancanza di affiatamento fra il personale. In America il sistema ha dato ottimi risultati è interessante attendere l'esito dell'esperimento tentato dalla Idroelettrica Piemonte.

L'impiego della telefonia senza fili può forse convenire per il collegamento tra il dirigente unico e le varie centrali.

Barbagelata crede che il sistema se venne largamente adottato in America deve dare buoni risultati economici. Per dare un'idea della importanza che colà si dà alla questione economica ricorda come nell'impianto della ferrovia elettrica Chicago-Milwaukee siano predisposti degli automatici che riducono la tensione alla linea, rallentando ed arrestando se necessario la marcia dei treni piuttosto che lasciar superare il consumo massimo d'energia fissato nei contratti colle Società fornitrici.

Colombo a proposito dei relais wattmetrici accenna ad uno schema della Oerlikon basato sull'impiego di un solo relais unipolare inserito nel ponte di carico maggiore.

Barbagelata fa alcune osservazioni circa i vari schemi di inserzione dei relais wattmetrici trifasi ed accenna ai tipi ad induzione che prendono la corrente di un filo e la tensione degli altri due.

Semenza rammenta come nelle prossime sedute saranno comunicate la relazione dell'Ing. Vannotti sui moderni interruttori ad alta tensione ed una nota dell'Ing. Campos sull'impiego delle reattanze.

*

Colle due sedute del 4 e dell'11 maggio si è chiuso presso questa Sezione il ciclo di conversazioni sulla continuità e la regolarità d'esercizio negli impianti elettrici.

La sera del 4 maggio si apre la conversazione con una discussione sulle sovratensioni che si manifestano all'apertura degli interruttori alla quale partecipano gli ingegneri *Semenza*, *Vannotti*, *Lo-*

catelli e *Manfredi*; dopo di che l'Ing. Campos continua la sua comunicazione sull'impiego industriale delle reattanze e l'Ing. Emanueli espone uno studio interessante sul riscaldamento dei cavi, illustrandolo con alcuni diagrammi.

La sera dell'11, dopo alcune osservazioni dell'Ing. Perego sui guasti ai telefoni, l'Ing. Taccani, ricordando le sue prime osservazioni sulla necessità di considerare anche l'aspetto economico del problema esamina quali sono a suo avviso le ragioni economiche che hanno contribuito a turbare la regolarità di esercizio dei nostri impianti e conclude augurando che una più equa valutazione delle necessità economiche degli impianti elettrici valga a togliere tutti i vincoli e le restrizioni che ne impacciano lo sviluppo ed il perfezionamento tecnico.

La conversazione continua quindi con alcune osservazioni degli Ingg. Piazzoli, Giorgi, Rebora e *Semenza* ed infine *Semenza* prende la parola per chiudere il ciclo delle conversazioni. Dopo una lucida sintesi degli argomenti trattati, stabilisce le principali conclusioni alle quali permettono di arrivare le discussioni delle sedute precedenti.

Constata con legittima soddisfazione il grande interesse suscitato da queste conversazioni e crede di poter affermare che esse furono anche utili per aver messi in luce i problemi relativi ai disservizi ed i mezzi per attenuare le conseguenze.

Invita i presenti a dare la loro opera in questo senso perchè l'Italia, che si è affermata da tempo con ottima fama nella tecnica degli impianti elettrici, possa meritare un giudizio altrettanto lusinghiero per l'inappuntabilità del servizio.

*

La sera del 28 maggio u. s., il Prof. G. Rebora, espone ai numerosi colleghi intervenuti i risultati di interessanti sue ricerche sul raffreddamento di trasformatori nell'olio, a raffreddamento naturale, che gli hanno permesso di stabilire una formula pratica che dà risultati più che sufficientemente approssimati qualunque sia il tipo del cassone (liscio o ad ondulazioni più o meno profonde). Espone infine alcune osservazioni sull'impiego del telefono come indicatore di zero nel metodo di opposizione applicato alla misura del rapporto di trasformazione dei trasformatori industriali.

Seguì una interessante conversazione, sull'argomento del raffreddamento dei trasformatori e sulla misura del rendimento per mezzo della misura del calore asportato dal fluido raffreddante. Vi parteciparono ripetutamente, col Presidente: *Semenza* e col prof. Rebora, i colleghi *Barbagelata*, *Broggi*, *Izar* e *Vannotti*.

* *

SEZIONE DI BOLOGNA

Le due prossime riunioni saranno dedicate a « Gli impianti idroelettrici per trazione delle Ferrovie dello Stato sull'Alto Reno e sulle Limentre ».

7 giugno, ore 21: Comunicazione dell'Ing. L. Manfredini. Aula B della R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri.

10 giugno: Gita agli impianti.

XXVIII RIUNIONE ANNUALE

VENEZIA - Autunno 1923

Tema generale del Congresso:

Applicazioni dell'energia elettrica

Argomenti da trattare:

- 1) Applicazioni dell'energia elettrica all'agricoltura e alle bonifiche.
- 2) " meccaniche: Laminatoi, Gru, ecc.
- 3) " termiche: Cucine, Accumulazioni, Ricuperi, Termocompressori, ecc.
- 4) " elettrochimiche: Azoto, Ammoniaca sintetica.
- 5) " alla illuminazione.
- 6) " Radiotelegrafiche e radiotelefoniche: Corrispondenza a onde libere e ad onde convogliate per trasporti di forza.
- 7) Applicazioni varie.

L'ascensione continua della nostra A. E. I. pel costante aumento dei Soci dev'essere parallelamente accompagnata dal continuo progredire anche della sua produzione scientifico tecnica.

Inviare le memorie entro il mese di Giugno alla Sede Centrale dell'A. E. I. - Via S. Paolo, 10, Milano (3).

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

E' GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Da Milano a Venezia.

Buona parte del presente numero è dedicato ai verbali delle discussioni svoltesi a Milano durante la riunione dello scorso autunno. Certamente non pochi lettori si meraviglieranno constatando lo sviluppo e l'ampiezza raggiunte da tali discussioni — del tutto insolite nelle passate riunioni — e l'elevato interesse tecnico più di una volta conseguito. E tutti si convinceranno che così, e non diversamente, dovranno svolgersi d'ora in poi tutte le nostre riunioni. I recenti cicli di conversazioni tecniche, svoltesi a Bologna — sull'elettrificazione dell'agricoltura — ed a Milano — sulla regolarità dell'esercizio degli impianti — (di cui rimangono ancora da pubblicare parecchi interessanti verbali) attestano d'altra parte la piena maturità della nostra Associazione, per un siffatto ordinamento di congresso. Non resta pertanto che vincere l'abitudine nostra, giustificata dal viluppo di tante e diverse occupazioni, di aspettare sempre l'ultima ora per concludere (e talvolta anche per iniziare!) un prefissato lavoro.

Ci sono già pervenuti i primi manoscritti di lavori destinati alla riunione autunnale di Venezia, e noi siamo vivamente grati ai diligenti Colleghi, ma vorremmo che essi trovassero subito numerosi imitatori. I Consoci dovrebbero persuadersi che non è senza serie ragioni che la Presidenza generale ha stabilito che i manoscritti debbano essere presentati con tanta anticipazione sulla data del Congresso: basta ricordare quello che avvenne lo scorso anno. Negli ultimi quindici giorni che precedettero la riunione di Milano, si dovettero comporre e pubblicare, sul giornale o sotto forma di bozza, tanti scritti che avrebbero potuto formare materia di cinque o sei numeri del giornale, con uno sforzo del tutto eccezionale e che non è dato sempre di ripetere. E non mancarono i ritardi, i malcontenti e le lagnanze. Per evitare queste e quelli — fermo restando che non potranno essere ammessi alla discussione i lavori non pubblicati precedentemente — è dunque indispensabile che i Colleghi che hanno in animo di presentare qualche lavoro, si affrettino a condurlo a termine ed a trasmettercene il testo. L'esperienza del passato, e la vastità del programma — le applicazioni dell'energia elettrica — ci assicurano che i lavori presentati saranno alla fine oltremodo numerosi: tre mesi di tempo, ossia otto-nove numeri del giornale non saranno certo esuberanti per la loro pubblicazione.

La bobina di Petersen e la continuità del servizio.

Oltre che la vastità del programma, ciò che assicura a priori il successo delle nostre riunioni è anche l'indissolubile concatenamento che lega i vari rami ed i vari problemi della nostra tecnica.

Così oggi pubblichiamo una nota analitica dell'Ing. INCONTRI sul dispositivo del Petersen, la quale avrebbe potuto rientrare perfettamente nell'ambito delle recenti discussioni di Milano, a seguito delle quali ci sono pervenute nuove interessanti lettere che pubblicheremo nei prossimi numeri.

Nella nota odierna l'Incontri si mostra fautore convinto del dispositivo Petersen su cui, com'è noto, i pareri dei tecnici sono alquanto disparati: solo i risultati dell'esperienza potranno pertanto, come sempre, chiarire il valore vero del nuovo sistema di protezione.

La Fiera Campionaria di Milano.

La Fiera campionaria tenutasi lo scorso Aprile a Milano, per quanto assai discussa sotto più di un aspetto, ha assunto senza dubbio una notevole importanza. L'industria elettrotecnica vi era assai irregolarmente rappresentata: accanto a belle affermazioni si notavano numerose assenze di Ditte importantissime. Abbiamo tuttavia creduto utile riassumere per i nostri lettori quanto la Fiera raccoglieva nel campo elettrotecnico, anche se tale riassunto non può dare che un'idea molto parziale dello sviluppo delle nostre industrie specializzate. Ringraziamo qui l'Ing. R. SAN NICOLÒ che si è voluto assumere il compito di tale lavoro.

LA REDAZIONE.

□ L'ELETTROTECNICA ALLA FIERA DI MILANO DEL 1923 □ □ □ □ □ □ □

(Ing. RENATO SAN NICOLÒ)

La Fiera di Milano ha ormai acquistato, nei pochi anni di vita, uno sviluppo ed una importanza degna della Metropoli lombarda che la ospita. Sorta per una iniziativa audace, in un momento in cui l'industria nostra attraversava la gravissima crisi del dopo guerra, essa apparve nei primi anni un atto di fede nella vitalità della nostra compagine sociale di popolo lavoratore e operatore. Ma la Fiera di quest'anno fu realmente qualche cosa di più di un atto di fede, e riuscì una affermazione solenne della ripresa di tutte le nostre energie vitali migliori. Accanto alla rinnovata energia di Governo, l'industria ed il commercio italiani elevarono alla Fiera di Milano una imponente manifestazione della potenza produttrice e creativa della nostra Nazione, cosicchè dalla visita alla Fiera si ritornava con un rinnovato sentimento di fiducia ed un sano orgoglio di Italiani, colla convinzione che la Patria nostra, passati i torbidi fumi e superata la stanchezza dello sforzo immane, aveva ritrovato la sua via e ripresa la sua fatale ascesa.

Da tutte le parti d'Italia erano affluite alla Fiera le più varie manifestazioni di attività e le più diverse fogge di prodotti e di lavori. Tuttavia sarebbe naturalmente del tutto erroneo ritenere che la Fiera di Milano riassumesse in sé l'industria italiana. Non si formerebbe certamente un quadro completo della nostra produzione e della nostra attività, chi si limitasse nel suo apprezzamento a quanto era esposto negli stands della Fiera. Nel suo complesso essa è una manifestazione eterogenea, dove spesso le minori industrie appaiono numericamente meglio rappresentate che non le industrie maggiori, più progredite, più sviluppate.

Si capisce ad esempio come una Ditta che abbia già conquistato il suo mercato, e si sia affermata in modo da rendere il proprio nome ben noto nel mondo commerciale, possa anche rinunciare ad intervenire alla Fiera, giudicandola una forma superflua di reclame. Ciò spiega come alla Fiera molte Ditte, anche delle più forti e migliori, non fossero rappresentate.

Anche nella Elettrotecnica, che formava quest'anno un Gruppo a sé, il XIX, era lamentata l'assenza di qualcuno fra i migliori rappresentanti della industria nazionale. E questo deve riferirsi non soltanto all'industria elettrotecnica propriamente detta, ma anche, e forse più ampiamente, a quanto riguarda la costruzione dei motori primi, termici o idraulici, per servizio delle Centrali generatrici.

La breve esposizione che ci proponiamo di fare, del materiale raccolto nel XIX Gruppo, non può quindi in alcun modo ritenersi come riassuntiva dello stato attuale dell'industria elettrica italiana, ma solo come un indice dello sviluppo e della perfezione che tale industria ha saputo rapidamente prendere nel nostro Paese, affermandosi ormai ripetutamente anche fuori di esso.

Nè d'altra parte deve credersi per quanto si è detto, che il Gruppo della Elettrotecnica alla Fiera di Milano fosse rappresentato in modo inadeguato o meschino. Basti pensare che esso comprendeva più di 100 stands e che oltre 60 Ditte vi erano rappresentate; e ciò senza contare le molte altre manifestazioni dell'industria elettrotecnica che erano sporadicamente presenti negli altri gruppi, dal Padiglione degli Sports a quello delle Piccole Industrie, dalla Mostra di Meccanica agraria agli stands della Lavorazione delle Pietre.

*

Campeggiava nel Gruppo, per l'ampiezza del fabbricato non solo, ma per l'importanza intrinseca dell'esposizione in esso contenuta, il grande padiglione della *Mostra speciale dell'Impianto Elettrico*.

Concepito e costruito dalla Associazione Esercenti Imprese Elettriche insieme alla Associazione Elettrotecnica Italiana, esso riusciva la solenne consacrazione di quella meravigliosa, e non sempre sufficientemente nota ed apprezzata, catena di studi, di sforzi, di sacrifici che con tenacia mirabile condusse due generazioni di tecnici e di industriali a dotare l'Italia di quel meraviglioso complesso di

Centrali e di linee, che giustamente può formare vanto nostro e che costituisce ormai l'ossatura fondamentale dell'Industria Nazionale. Un grande plastico della penisola al 500.000, dava, con successive accensioni di lampadine bianche e rosse, l'immagine evidente dello sviluppo, di quinquennio in quinquennio dal 1895, assunto dagli impianti idro e termo elettrici.

Era in quel quadro la storia della nascita e dello sviluppo del nostro Paese come grande Nazione industriale, e davanti ad esso la giusta soddisfazione del lavoro compiuto si fondeva colla pensosa meditazione del molto lavoro da compiere.

Nel padiglione, oltre trenta grandi Società ed Imprese di produzione elettrica illustravano ampiamente, con carte, profili, plastici e diagrammi, lo sviluppo graduale e la potenzialità attuale dei propri impianti funzionanti o in costruzione.

Il Gruppo S. I. P. (Società Idroelettrica Piemonte; Alta Italia e Società collegate) esponeva con diagrammi lo sviluppo raggiunto partendo dai 100 milioni di kWh prodotti nel 1912 e dai 38.000 kW installati nel 1914, fino ai 300 milioni di kWh prodotti e agli 80.000 kW installati nel 1922.

Un'ampia planimetria e numerose fotografie delle Centrali di Venaus e Gran Scala illustravano gli impianti della Società per le Forze Idrauliche del Cenisio.

La S. I. P. Breda illustra i propri impianti già eseguiti di Gressoney (15.000 kW) e Pont Saint Martin (30.000 kW) e quelli in progetto a Chemonal, Gaby e Fontainemore.

Con una bella rappresentazione plastica della Val Masino e Val del Mallero, e un'altra dell'Alta Valle Brembana, si faceva notare la Società Lombarda.

Il complesso sistema di impianti che la Società per Imprese Elettriche Conti ha costruito o progettato nell'Alta Valle d'Ossola era pure riccamente illustrato. Specialmente ammirate le ben note eleganze architettoniche delle Centrali. Diagrammi riassumevano il graduale progresso della Società che nel 1905 aveva 5000 HP installati e distribuiva 20 milioni di kWh, mentre attualmente dispone di 107.000 HP e distribuisce oltre 300 milioni di kWh.

La Società Adamello espone dei grandi plastici dei propri impianti e di quelli del bacino dell'Ossola, e una planimetria delle linee e delle cabine che si spingono fino in Garfagnana per allacciarsi alla rete della Società Ligure-Toscana.

La Trezzo d'Adda, oltre a illustrare il proprio impianto, espone insieme alle Società con esse collegate, la Società Idroelettrica Alto Noce, (S.I.A.N.) e la Società Industrie Elettriche Trentine (S.I.E.T.), il poderoso gruppo di impianti in costruzione nel Trentino; l'insieme di questi impianti, nella zona della Val di Non e della Val di Sole, sarà capace di produrre molte centinaia di milioni di kWh.

La Società Bergamasca, la Crespi, e l'Azienda Elettrica Municipale di Milano, illustrano pure con fotografie e schemi i loro impianti.

Il Veneto era rappresentato specialmente dalla Società Adriatica di Elettricità e dalle altre Società con essa collegate. I grandi impianti di Santa Croce, in costruzione, erano rappresentati da grandi plastici, mentre una planimetria mostrava la estensione delle reti di distribuzione che, come è noto, spingono delle linee ad alta tensione fino a Bologna e alle Marche. Il gruppo delle Società collegate alla Adriatica che nel 1906 disponeva di 13.000 HP (oltre a 2.000 HP termici) ed eserciva 200 km di linee, può oggi disporre di 100.000 HP idroelettrici e 24.000 termici, e salirà nel 1930 a 370 mila HP, mentre le linee servite hanno già raggiunto i 2.000 chilometri.

L'Unione Esercizi Elettrici fra i molti suoi impianti ha scelto per la Mostra quello del Furlo inaugurato recentemente.

Nella Mostra della Società Italiana di Elettrochimica si ritrovano i disegni dei ben noti impianti del fiume Pescara colle cinque Centrali rappresentanti oltre 128.000 HP installati, e con una capacità di produzione che dai 60 milioni di kWh del 1908 è oggi di 235 milioni di kWh, dopo aver superato i 260 milioni durante la guerra.

Interessante pel lato storico era la Mostra dell'Anglo-Romana che riportava i documenti relativi all'impianto idroelettrico di Tivoli del 1890, colla prima linea monofase del mondo da Tivoli a Roma. Da allora la Società ha fatto grandi passi raggiungendo attualmente una potenza complessiva, installata agli utenti, di 46.000 kW.

Per Roma esponeva pure l'Azienda Elettrica Municipale.

Il Meridionale d'Italia era largamente rappresentato.

La Società per le Forze Idrauliche della Sila richiamava in modo particolare l'attenzione per i famosi impianti Silani di cui tanto si parla, e per l'arditissimo progetto dell'attraversamento, in catarina sospesa dello stretto di Messina.

Notevole la partecipazione della Società Meridionale di Elettricità che esponeva una ricca serie di fotografie degli impianti del Lere, del Tusciano, del Tanagrò, dell'Aventino e del Matese. Appositi diagrammi permettevano di confrontare i 180 kVA idrici e i 4700 kVA termici del 1902 coi 92.000 kVA delle attuali Centrali idroelettriche e coi 23.000 delle Centrali termiche.

La Società Generale Elettrica della Sicilia, illustrava gli impianti del Cassibile, dell'Alcantara, e in modo particolare quello, recentemente inaugurato, dell'Alto Belice.

Per la Sardegna, che negli impianti di accumulazione idrica potrà trovare il proprio avvenire, esponeva la Società Forze Idrauliche del Tirso, di cui era specialmente ammirato il modello della Diga

colla Centrale incorporata in essa, nonchè il piano regolatore per le bonifiche.

Anche lo Stato aveva preso parte alla Mostra, per mezzo del Ministero dei Lavori Pubblici e del Servizio di Elettrificazione delle Ferrovie dello Stato che illustravano numerosi progetti di nuovi impianti.

Si può dunque asserire che il Padiglione speciale dell'Impianto Elettrico riassumeva veramente lo sviluppo assunto dalle Imprese Elettriche in Italia, e l'enorme importanza di esse nella economia nazionale; sviluppo ed importanza che erano opportunamente esposti dalla Associazione Esercenti Imprese Elettriche in un apposito quadro statistico dal quale risultava che la potenza attuale degli impianti Elettrici in Italia (escluse le Terre redente) ammonta a 1.637.000 HP e 546.000 HP termici, oltre ad altri 874.000 HP in costruzione.

*

Accanto alle grandi imprese ideatrici, i tenaci ed arditi costruttori. Il padiglione dei costruttori, costituiva quest'anno una interessante novità ed era un necessario complemento del Padiglione degli Impianti, per dimostrare come anche da noi si sappia non soltanto genialmente concepire, ma anche organizzare sapientemente ed eseguire con tecnica severa e capacità grande. Sarebbe stata desiderabile una più ampia partecipazione dei costruttori; tuttavia anche così come era, il padiglione ad essi destinato riusciva una buona affermazione della Tecnica italiana.

I Fratelli Fadini (Milano, via Durini, 31), illustravano con un'ampia serie di fotografie le linee da essi costruite negli anni del dopo guerra. L'Ing. Fadini è uno dei nostri più anziani costruttori e di lui si ricorda la linea dell'Impianto di Brusio, primo esempio in Italia di trasmissione a grande distanza, costruita per conto della Società Lombarda (Vizzola). Fra i molti lavori della mostra dei Fratelli Fadini si faceva specialmente notare la linea Dro-Mori-Bussolengo costruita per cura della Società Trentina di Elettricità; la linea, lunga 70 km, prevista per sei conduttori da 100 mm² (è ora montata una sola terna) e filo di guardia da 50 mm, equipaggiata per 75.000 V in linea e 135.000 V agli ammassaggi, fu eseguita in 180 giorni lavorativi, consumando 12.500 tonnellate di ferro e 12.000 m³ di calcestruzzo; la tesatura dei conduttori (220 tonnellate di rame) fu effettuata in 60 giorni lavorativi. Anche le cinque linee costruite per il gruppo piemontese S. I. P. costituiscono un insieme imponente di lavori (complessivamente 175 km di linea con oltre 1000 pali e 18.000 tonnellate di ferro messe in opera).

Gli Ingegneri Cavacini e Masini presentavano copiose fotografie dei molti sifoni autolivellatori eseguiti. Se ne contavano circa 200 a tutto il 1922, dei quali ben 37 applicati all'acquedotto pugliese. Particolarmente interessanti le batterie di sifoni dell'Impianto di Robbiate (85 m³) della Società Edison e del canale di Santa Caterina (50 m³) per il Genio Civile di Este. Vi erano anche fotografie dei sifoni autolivellatori per 250 m³ al secondo installati a Cristiania in Norvegia dal compianto ingegnere Gregotti. Altre serie di fotografie illustravano altri lavori importanti degli stessi costruttori; ricordiamo quelli per le Centrali di Crego e di Verampio della Conti, della Boscaccia Nuova e del Roasco Inferiore per l'Azienda Elettrica Municipale di Milano, degli impianti Piave-Santa Croce, e dell'impianto Aventino. Notevoli le fotografie riguardanti l'impianto termoelettrico per gasificazione di lignite, previsto per una potenza di 30.000 kW a 90.000 V, della Banca Conti di Firenze.

Le Imprese Girola (Milano, via Broletto, 5) illustravano in modo particolare la lunga ed importante serie di lavori eseguiti nell'Alta Val Formazza per conto della Società An. Imprese Elettriche Conti. Gli impianti della Conti sono ben noti ai lettori di «Elettrotecnica» dove essi furono largamente descritti, e l'importanza di essi ed il modo perfetto con cui risposero allo scopo per cui furono progettati, attesta nel modo migliore della serietà dell'Impresa assuntrice e della accuratezza della costruzione.

Altre interessanti fotografie di importanti lavori eseguiti esponevano gli Ing. Anselmini e Meroni di Torino, e la Ditta Pasqualini e Vienna di Milano.

*

Nel campo del macchinario si ritrovavano parecchi fra i migliori nomi dell'Industria Italiana.

La Società Anonima Ercole Marelli (Milano), universalmente nota specialmente per i motori di piccola potenza nei quali si è fatta una vera specialità affermandosi vittoriosamente sul mercato mondiale, ha voluto in modo particolare ribadire nel mondo tecnico ed industriale la convinzione che la Ditta è in grado di costruire qualunque genere di macchina elettrica, per unità di grande potenza e per avvolgimenti ad alta tensione.

Essa concesse il posto d'onore nel proprio campionario appunto ai tipi di grossa potenza ed espone una serie di macchine per ordinazioni dall'estero. Fra esse abbiamo osservato quelle che qui brevemente ricordiamo. Un trasformatore da 3600 kVA, a 50.000 V da montarsi in cassa d'olio con raffreddamento a circolazione d'acqua in serpentino; lo statore di un alternatore da 275 kVA a 9000 V (250 giri) per accoppiamento diretto a turbina idraulica; un alternatore completo con eccitatrice coassiale da 600 kVA a 525 V (500 giri); un motore asincrono trifase da 170 HP a 600 V (giri 1220) su cuscinetti a sfere per accoppiamento diretto, mediante riduttore di velocità ad ingranaggi, con una pompa centrifuga da bonifica. Non mancavano

però gli esemplari di piccola potenza: particolarmente interessante due gruppi generatori di corrente ad alta tensione per radiotelegrafia per distanze fino a 120 km; uno dei due gruppi azionava un piccolo alternatore con carcassa in alluminio da 100 W, frequenza 375 periodi, tensione 150 V elevata da un trasformatore fino a 6000 V; l'altro gruppo azionava una piccola dinamo produttrice corrente continua a tensione di ben 1800 V. La produzione della Ditta per piccoli motorini adatti a ogni applicazione della industria è troppo nota per venir ricordata in modo particolare.

Il *Cantiere Navale Triestino* (Monfalcone) presentava un campione dei propri trasformatori a secco (rapporto 10000 a 389) che vengono costruiti fino a potenze di 100 kVA e riescono perfettamente silenziosi; un trasformatore da 150 kVA in olio, tipo che la Ditta costruisce anche per potenze superiori, con raffreddamento ad acqua e con particolari accorgimenti nei collegamenti ed ancoraggi delle bobine che permettono di escludere ogni possibilità di deformazioni o di spostamenti. Vi era poi tutta una serie di motori, da quelli di frazioni di cavallo o da 1 o 2 HP con rotore a gabbia di scoiattolo, a quelli da qualche decina di HP; tutti studiati con grande accuratezza e dimensionati in modo che i riscaldamenti rimangano assai al di sotto dai limiti fissati dalle Norme dell'A. E. I., e capaci di sopportare notevoli sovraccarichi. La produzione della Ditta comprende poi anche gruppi di convertitori, ventilatori, ecc.

La *Società Elettromeccanica Lombarda Ingg. Crugnola e Solari di Sesto San Giovanni*, specializzata da oltre venti anni nella costruzione di macchine elettriche, offriva una ricca mostra di macchinario di ogni genere: motori trifasi fino a 200 HP; motori trifasi a collettore per comando di ventilatori per camini Prat, con variazione della velocità ottenuta mediante spostamento delle spazzole, e annesso trasformatore a più prese per ridurre la tensione al rotore alle diverse condizioni di carico; motori monofasi a induzione avviatissimi sotto carico; motori monofasi a ripulsione a collettore, ecc., ecc. Merita speciale menzione una dinamo per galvanoplastica da 2500 A, di cui poteva notarsi la perfetta lavorazione del collettore e la confezione dei portaspazzole che realizzano una pressione costante non ostante l'usura delle spazzole. Per i laboratori delle Scuole la Ditta esponeva un gruppo specialmente studiato per permettere un grande numero di esperienze, e un trasformatore pure costruito in modo particolare per permettere lo studio delle proprietà del trasformatore con diversi collegamenti. Anche questa Società non ha voluto trascurare i nuovi campi della tecnica ed espone una dinamo a 1500 V per radiotelegrafia e un gruppo convertitore con alternatore a 500 periodi, pure per radiotelegrafia. Nello stand della Ditta vi era poi un ricco assortimento di altro macchinario di ogni specie: regolatori a induzione, variatori di fase, gruppi per cinematografo, per carica di accumulatori, ventilatori, elettropompe, bobine d'autoinduzione per saldatura elettrica, ecc.

Macchine di grande potenza, (relativamente a quanto è possibile di trasportare ed esporre in una Fiera) troviamo esposti dagli *Stabilimenti Elettrotecnici dell'Ansaldo* (Cornigliano Ligure). L'alternatore da 500 kVA a 500 giri 5250 V e 50 periodi esposto alla Fiera non differiva, come tipo di costruzione, da quelli di potenza ben maggiore (22000 kVA e oltre) e velocità più elevata, che l'Ansaldo costruisce; la ruota polare è in acciaio forgiato, come lo sono i nuclei polari fissati al disco per mezzo di una coda di rondine ricavata essa pure alla forgia, esattamente calibrata e con gli angoli arrotondati. L'Ansaldo, che si occupa molto di trazione elettrica, esponeva anche, oltre al materiale mobile di cui diremo in seguito, una commutatrice esafase da 800 kW appunto destinata a impianti di trazione. Ricordiamo ancora un motore da trazione a corrente continua, dei controllers, due gruppi elettrogeni a vapore da 5 kW, e apparecchi telefonici dei più moderni tipi. Deve essere ricordato che tutto il macchinario costruito dalla Ditta Ansaldo è composto di materiale proveniente dagli stabilimenti della Ditta, a cominciare dalle lamiere, prodotte negli stabilimenti siderurgici di Aosta, per venire ai getti di acciaio, di ghisa, e di bronzo provenienti dalle Fonderie di Cornigliano Ligure, ed al rame anch'esso prodotto da uno degli Stabilimenti della Ditta.

La *Società Anonima Italiana Ing. Nicola Romeo e C.* ha dedicato alla elettrotecnica le proprie grandiose officine di Saronno, ed esponeva alla Fiera dei campioni di trasformatori trifasi, sia a secco che in olio, per tensioni medie e piccole potenze. Un trasformatore monofase a 15000 V destinato alle sale di prova per prove di isolamento, si faceva notare per l'accurata finitura del lavoro. Pure destinato a prove di isolamento era un trasformatore a 20000 V, caratteristico perchè montato su un carrello che lo rende assai facilmente manovrabile e trasportabile, e provvisto di apparecchi di commutazione, di regolazione e di sicurezza, nonchè degli strumenti di misura. La parte più importante della mostra della Società An. Romeo, come quella dell'Ansaldo, era però costituita dai locomotori elettrici di cui diremo più oltre.

La *Compagnia Generale di Eletticità*, di costituzione recente, ma succeduta allo Stabilimento Elettrotecnico Franco Tosi a sua volta continuatore della Thomson Houston, produce nelle sue grandiose officine ogni genere di macchinario elettrico, dalle unità di grande potenza fino agli apparecchi domestici per aspirazione della polvere o per la lavatura delle stoviglie, e dalle caldaie elettriche ai piccoli bollitori casalinghi. Questa ecletticità di produzione si rispecchiava nella mostra dello stand della Ditta dove si rinvenivano esemplari del più svariato macchinario elettrico.

Di recente affermatasi nella produzione di materiale elettrotecnico, la *Società Italiana Ernesto Breda*, ha voluto in occasione della Fiera Campionaria attuale dimostrare quanto essa possa produrre nelle proprie Officine elettromeccaniche (Stabilimenti di Sesto San Giovanni), dove essa è ora in grado di costruire oltre a equipaggiamenti elettrici di trazione ferroviaria e tramviaria di qualunque tipo, anche materiale elettrico in genere e specialmente quello di grande potenza richiesto dai moderni impianti. Fra il materiale esposto ricordiamo quello meritevole di particolare menzione. Fra questo era un alternatore trifase da 750 kVA specialmente costruito per la sala prove, che può funzionare a tensione variabile fra 600 V e 4000 V, con velocità da 630 a 750 giri, e con frequenza modificabile da 42 a 50 periodi.

In modo speciale riusciva interessante, come tentativo che può avere ripercussioni pratiche larghissime, un motore da trazione per locomotori, destinato a funzionare con correnti a frequenza industriale (45 periodi). La Ditta Breda ha attualmente in costruzione dieci locomotori equipaggiati con tali motori. La tensione di alimen-

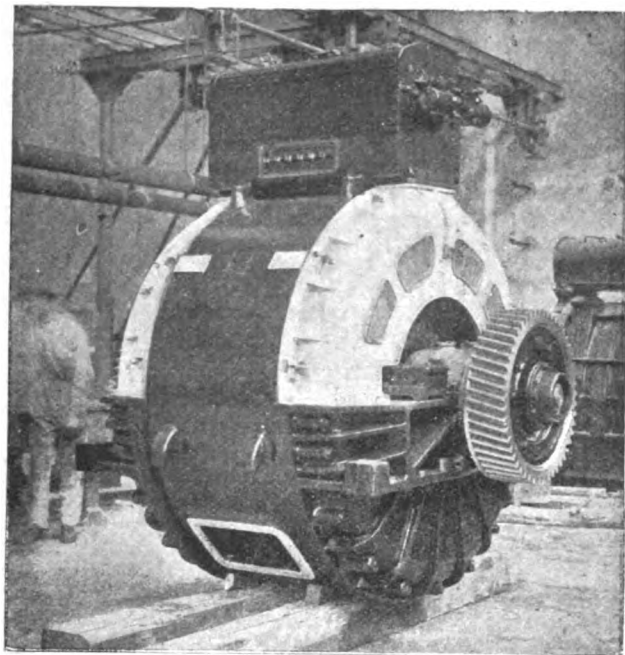


Fig. 1. — Motore da trazione a frequenza industriale.
(Ditta Breda).

tazione è di 10000 V e viene ridotta a 1600 V con appositi trasformatori. Ogni locomotore ha due motori, con bobine commutabili per 8 poli e per 12 poli, e che possono anche funzionare in cascata. La potenza di ogni motore è di 1320 HP con connessioni a 8 poli (giri 675) e di 1250 HP con 12 poli (giri 450); lo sforzo complessivo di trazione sviluppato dai due motori è nel primo caso di 8500 kg, e nel secondo caso di 12000 kg. La velocità oraria che è di 75 km con 8 poli, scende a 50 km con 12 poli, e a 37,5 km coi due motori collegati in cascata.

Ricordiamo ancora, della Breda, un interruttore automatico di massima bipolare in olio, speciale per trazione con resistenze di inserzione (10000 V, 250 A normali), ed un altro interruttore in olio tripolare, per inserzione motori, tipo 3000 V e 10000 A; entrambi gli interruttori sono a comando elettropneumatico a distanza.

Merita di non essere dimenticata anche la mostra delle *Officine Elettromeccaniche C. e E. Bezzi* (Milano, Via Rossini, 5) che espongono una serie di motori trifasi che vanno dalla frazione di cavallo fino ai 50 HP, nonchè dei trasformatori in aria o in olio, monofasi e bifasi fino a potenze da 200 kVA e tensioni di 15000 V. Vi erano poi dei gruppi elettro-pompe da 50 HP, limitatori di corrente fino a 3 A, aspiratori d'aria ed altro materiale diverso.

Una ricca mostra di motorini, ventilatori, ecc., si trovava anche nello stand della *Ditta Ing. Bassani e Sala* (Milano, Via Ravizza, 19).

Del tutto particolare era lo stand dell'Ing. *Gaetano Malaguti* (Milano, Via Melzo, 13), che esponeva le sue ben note macchine per applicazioni elettrometallurgiche. La novità di quest'anno era costituita da una macchina saldatrice provvista di controller di saldatura. È noto che nella saldatura così detta per punti l'operaio stabilisce ad occhio il momento in cui il chiodo è formato, per interrompere la corrente mediante un pedale; ora la Ditta ha studiato un apparecchio il quale automaticamente assicura che tutti i chiodi vengono formati eguali indipendentemente dalla attenzione e dalla abilità dell'operaio, l'apparecchio è aggiustabile in modo da poter ottenere chiodi di diversa lunghezza. L'esperienza ha dimostrato che oltre ad ottenere saldature perfette uniformi e regolari, e ad evitare tutti i difetti dipendenti dai riscaldamenti eccessivi, si ottiene un risparmio notevolissimo nel consumo di energia e nella durata degli elettrodi. L'apparecchio può adattarsi anche alle macchine per saldatura continua

ed è particolarmente utile nelle saldature di pezzi molto delicati, di orologeria, meccanica di precisione, ecc.

Oltre ad altri diversi esemplari di macchine per saldare, la Ditta Malaguti esprimeva dei campioni di forni elettrici. I forni Tammann sono specialmente destinati alle più alte temperature, necessarie specialmente per ricerche di metallografia, per lo studio dei refrattari, ecc. Essi permettono di ottenere rapidamente temperature fino a 2500°; l'apparecchiatura annessa permette di regolare e controllare le temperature con tutta comodità. Il forno consiste in un tubo di carbone speciale che viene riscaldato fino alla temperatura voluta, e che può essere utilizzato solo, o introducendovi orologi di carbone, di porcellana, di quarzo ecc.; se ne costruiscono per potenze da 3 fino a 30 kVA.

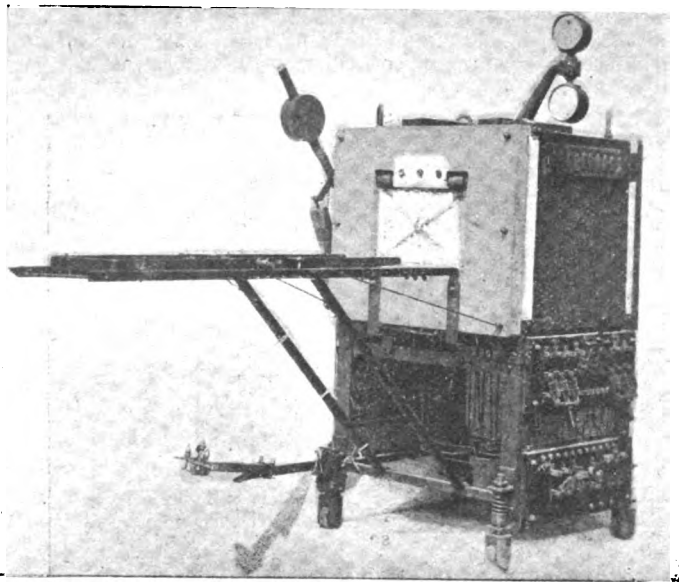


Fig. 1 bis. — Forno a pirolite (Ditta Malaguti).

Per i forni a resistenza venne abbandonato il nichel-cromo, sostituendolo con un materiale speciale detto «pirolite» che non è metallico e non è soggetto a ossidazioni; gli elementi di pirolite non sono avvolti esternamente alle muffole, ma vengono collocati entro le stesse in apposite cavità ottenendo così una diminuzione del gradiente termico necessario per trasmettere una certa quantità di calore, ed una più rapida entrata in funzione del forno. Gli elementi a pirolite hanno una resistenza elevatissima cosicché non vi è bisogno di trasformatori o resistenze ausiliarie per ridurre l'intensità di corrente.

Meritano di essere ricordate anche le lampade per illuminazione di sicurezza, intese ad assicurare l'illuminazione anche nel caso di interruzione della corrente nella rete di distribuzione. L'apparecchio è costituito da una lampada comune, dalla lampada di sicurezza, da un accumulatore speciale e dall'inseritore automatico. Al cessare della corrente l'inseritore collega l'accumulatore alla lampada di sicurezza che si accende. Per le reti a corrente alternata l'apparecchio comprende anche un piccolo raddrizzatore a gas che permette la carica dell'accumulatore. Il dispositivo, assai semplice nel suo insieme, può riuscire assai utile in molti casi, dove un'improvvisa interruzione di luce può portare serie conseguenze.

Riesce difficile riassumere il materiale esposto riguardante l'apparecchiatura e gli strumenti di misura, tanto varia e molteplice era la mostra.

La Società Italiana Materiali Elettrici (Genova, Via Ponte Calvi, 4) aveva un ricco assortimento di apparecchi ad alta e bassa tensione. Un interruttore automatico per la protezione di motori in corto circuito, brevettato dalla Ditta, è costruito in modo da aprirsi soltanto nel caso di interruzione di una fase; gli interruttori soliti, che scattano anche ad ogni interruzione della corrente totale, possono riuscire fastidiosi e superflui per piccoli motori situati molte volte in luoghi non facilmente accessibili. Per l'alta tensione erano esposti interruttori in olio, che la Ditta costruisce per tensioni fino a 40 000 V ed anche oltre, coltelli separatori, valvole a patrona, bobine d'impedenza per 15 000 V, scaricatori a rulli per 15 000 V, resistenze a liquido, ecc. Ricordiamo un controller in olio ad alta tensione (sino a 40 000 V) per la regolazione della tensione dei trasformatori, da inserirsi nel primario a monte del trasformatore, e che permette d'inserire od escludere alcune spire del primario. Comoda può riuscire una pinza riduttrice che permette di misurare l'intensità di corrente in una conduttura senza tagliare il filo, e che la Ditta costruisce con isolamento fino a 15 000 V. Abbondantemente rappresentato, il materiale isolante di ogni genere.

La Ditta Ing. S. Belotti e C. di Milano, ben nota fino ad ora come importatrice di materiale elettrico, aveva esposto i prodotti propri della sua nuova fabbrica; figuravano tra essi specialmente reostati e controller dei quali è notevole il sistema di montaggio del

filo, studiato in modo che i fili, che scaldandosi si allungano, non possano in nessun caso venire a contatto fra loro: a tale scopo il filo, anziché essere sospeso in spirali libere che scaldandosi si afflosciano, è teso rigidamente fra cavaletti di porcellana. La Ditta costruisce ed esprimeva anche interruttori automatici orari a ricarica automatica e tele-idrometri indicatori e registratori.

Negli stands della Ditta Belotti figuravano pure i prodotti della Weston Electrical Instrument Co. di New York, quelli della Società Anonima H. Cuénod di Ginevra e della Ward Leonard Electrical Co. di Mount Vernon. Fra gli apparecchi Weston si notavano i nuovi tipi della serie «Miniature», nonché i nuovi Wattometri elettrodinamici portatili di controllo, e i nuovi strumenti per radio. La Società An. Cuénod esprimeva un gruppo funzionante dei suoi regolatori automatici di tensione e di intensità, fra i quali figurava un nuovo regolatore extrarapido. Della Ward si osservavano le resistenze tubolari smaltate per relais e per reostati speciali destinati a luoghi umidi.

La Società Anonima Vanossi e Fantini (Milano, Via Oglio, 12-14), si faceva pure notare per una ricca mostra di apparecchi e strumenti da quadro. Ricordiamo fra i molti: i gruppi di protezione tipo Campos; un relais di massima ad azione differibile fra 2 e 80 secondi, con dispositivo per lo scatto istantaneo in caso di corto circuito; ed altri molti.

La Filiale Italiana Torino degli Stabilimenti Merlin e Gerin di Grenoble (Torino, Via dei Mille, 42-44), da poco entrata nel mercato italiano, esprimeva un interruttore tripolare in olio in tre casse per una tensione di 40 000 V, con intensità normale di 250 A e intensità di corto circuito di 1000 A, a comando elettrico, avente una capacità di rottura di 100 000 kVA. Vi erano anche: un interruttore tripolare in olio in una sola cassa per tensione di 10 000 V; un gruppo di protezione composto di una bobina d'autoinduzione in parallelo con una resistenza, e di un condensatore statico per 50 000 V; ed altro materiale.

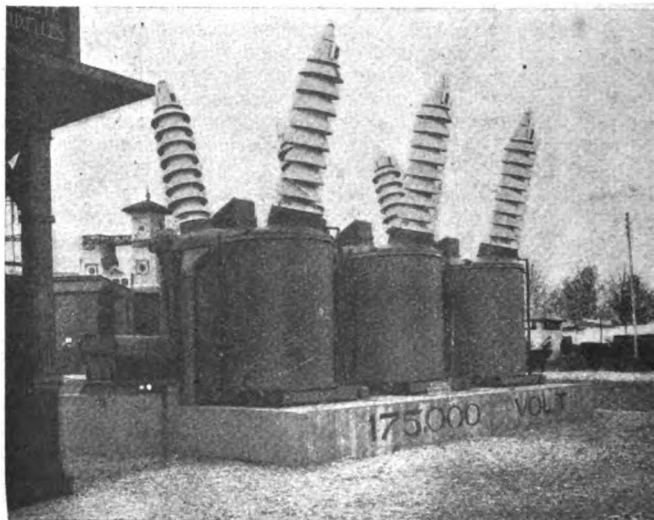


Fig. 2. — Interruttore per 175 000 V. (Ditta Magrini).

Signorilmente semplice, la mostra del Laboratorio Elettrotecnico Ing. Luigi Magrini (Bergamo, Via Maglio Lotto, 7), così generalmente e favorevolmente noto nei nostri impianti. Il Magrini si limitava ad affermarsi con un esemplare di interruttore tripolare per impianti all'aperto, costruito per una tensione di esercizio di 175 mila V; la prevenzione o la rottura di archi è garantita dal punto di interruzione profondamente immerso nell'olio, dalla grande velocità e dalla lunga corsa di apertura. L'interruttore, che è protetto anche contro il pericolo di accensione dei gas sviluppati eventualmente da interruzioni di corti circuiti, è comandabile sia a mano che a distanza con comando elettrico; così in un modo che nell'altro, è assicurata una chiusura rapidissima dell'interruttore.

Ben quattro stands occupava la mostra della C. G. S. - Istrumenti di misura. Questa Ditta, che risale si può dire all'inizio dello sviluppo della nostra industria elettrica, essendo stata fondata nel 1896, è specializzata, come è ben noto, nella produzione degli apparecchi di misura. Istrumenti da quadro di ogni genere, trasformatori di misura fino a quelli per una tensione di esercizio di 70 mila V, e accanto a questi una lunga serie di apparecchi portatili e di controllo, erano esposti con ricchezza di esemplari. Quasi caratteristici sono gli apparecchi registratori, nelle più svariate applicazioni; dai fasometri registratori ai frequenzimetri registratori, ai sommatore, ecc. Come novità la Ditta esprimeva il contatore C. G. S. che è stato favorevolmente accolto dalle Società distributrici di energia elettrica.

Pure agli istrumenti di misura erano destinati gli stands della Ditta Ing. Oreste Farina (Milano, Via Fratelli Bronzetti, 9) importatrice degli apparecchi della Società Anonima Guggenheimer di Norimberga. Oltre agli istrumenti da quadro di ogni genere e di ogni dimensione, si notavano apparecchi destinati ad usi particolari di laboratorio o di ricerche scientifiche. Data la molteplicità degli apparecchi esposti è difficile fare citazioni particolari: vi erano istru-

menti per applicazioni mediche, per radiografia, per diatermia; altri destinati alle altissime frequenze in uso per le radiotrasmissioni; comparatori di fase per confronto degli sfasamenti relativi di Centrali funzionanti in parallelo, ecc. Vi era anche un impianto per misurazioni di temperature a distanza con un centralino indicatore, e dei pirometri per temperature fino a 1600°.

*

L'industria degli isolanti, pur essendo rappresentata abbastanza largamente, aveva però una mostra inadeguata allo sviluppo da essa assunto in Italia; parecchi dei nomi più noti anche nella grande industria non erano rappresentati.

La *Società Ceramica Richard Ginori* (Milano, Via Bigli, 21), aveva un stand interamente dedicato alla propria produzione di isolanti in porcellana, che essa come è ben noto, produce su larghissima scala. La *Società Ginori*, che si è fatta una vera specialità anche in questo campo, dimostrava coi saggi esposti a qual grado di perfezione siano giunti i suoi prodotti, capaci di soddisfare alle più svariate e difficili esigenze della tecnica moderna.

La *Fabbrica di Porcellane di Lungavilla*, sorta nel 1920 e prosperosamente sviluppatasi, esponeva degli interessanti saggi delle proprie lavorazioni. La sua produzione di porcellane destinate ad uso elettrico arriva giornalmente a 60.000 pezzi e comprende isolanti di tutte le dimensioni e per tutti gli usi, che esso produce in un impianto specializzato per la lavorazione delle porcellane pressate.

Svariatissima era la mostra della *Società Anonima Monti e Martini di Milano* (Via Bergamo, 51), specializzata da tempo nella produzione e nel commercio degli isolanti. Ricordiamo una lunga serie di oggetti in materiale isolante stampato, che la Ditta fu tra le prime in Italia a produrre; alcuni in bachelite che presenta una tensione di perforazione di 10.000 V per mm di spessore e può sopportare temperature di oltre 100°; altri nel prodotto chiamato «termit» che, se possiede una tensione di perforazione minore (2200 V per mm di spessore), può però sopportare temperature fino a 280°; altri ancora in «ebanoide» (tensione di perforazione 6000 V per mm). Notevoli le molteplici qualità di tubi isolanti: vi erano quelli chiamati «Itala» speciali per la loro grandissima flessibilità e che possiedono un buon potere isolante (3000 V per mm di spessore); quelli in mica o in micafoglio destinati ai canali per gli avvolgimenti nel macchinario elettrico (tensione di perforazione 20.000 V per mm); preferiti fra tutti quelli in «dellite» particolarmente destinati ai trasformatori in olio perchè resistono perfettamente all'olio caldo dei trasformatori anche portato a 150°, e possiedono una tensione di perforazione superiore agli altri (22.000 V per mm). La Ditta richiama l'attenzione specialmente sul suo nuovo prodotto chiamato «Super-Ba», che possiede una tensione di perforazione di 15.000 V per mm di spessore, sopporta temperature di 150°, presenta una elevatissima robustezza meccanica, e resiste benissimo all'olio caldo, all'acqua bollente, e a quasi tutti gli acidi.

Non si può dimenticare la *Società Anonima La Fibra Vulcanizzata* (Milano, Via Giulini, 6), che esponeva i campioni del suo prodotto così largamente diffuso e benevolmente conosciuto nelle applicazioni elettriche.

Anche la stand della *Società Anonima Aclatite* (Vercelli), era un'altra prova del largo sviluppo assunto dall'industria degli isolanti.

Le *Officine Meccaniche Enrico Battagioni* di Bergamo, sono specializzate nella produzione di tubi isolanti, dei quali esponevano una ricca serie di esemplari. Non meno notevole in questo particolare genere di lavorazione era lo stand della *Società Anon. Italiana Tubi Isolanti* (Milano, Via Lauro, 2).

*

L'industria delle lampade elettriche occupava oltre dieci stands. Di essi, sei erano riservati alla *Società Anonima Osram* (Milano, Via Stradella 3) il cui materiale comprendeva lampade comuni a filamento metallico, lampade con filamento in gas per migliaia di candele, lampade speciali per diciture, per automobili, per fotografia, per proiezioni, per ogni genere di usi e di applicazioni. Non meno svariato era il campionario della *Lampade Philips*, che nei loro stands esponevano, si può dire, tutti i tipi di lampadine elettriche. La «Pope» di Venlo in Olanda aveva pure una ricca mostra.

Una novità della Fiera di quest'anno era il padiglione della *Casa Elettrica*, che richiamava la curiosità e l'interessamento dei visitatori; non si può però disconoscere che qui si facevano sentire, anche più che negli altri generi di produzione, le assenze che abbiamo notato. Vi era tuttavia di che formarsi un'idea di che cosa possa essere la casa dell'avvenire, e quale progresso, in fatto di comodità e di igiene, potrà rappresentare il diffondersi delle applicazioni domestiche dell'elettricità. In modo particolare la *Società Italiana per l'Accumolazione Termo-Elettrica «TEA»* (Milano, Via Padova, 72), esponeva una serie di dispositivi capaci di soddisfare la più esigente delle massae. Vi erano delle cucine ad accumulazione termoelettrica di consumo minimo; accumulatori di acqua calda per distribuzione centralizzata per appartamenti, alberghi, ospedali, ecc.; forni per pasticcerie; scaldabagni, ecc. La produzione della Tea non si limita però agli apparecchi domestici, ma comprende anche apparecchi ed impianti di tipo industriale, come caldaie termo-elettriche, forni per cottura di pane, ecc.

Il Padiglione della Casa Elettrica era illuminato col sistema «Zois».

In uno stand proprio la *Società Anonima Watt - Fabbrica Italiana di apparecchi termo-elettrici* di Pavia, esponeva pure una serie di piccoli oggetti di uso casalingo, come ferri da stiro, bollitori e scaldabagni. Vi era anche una macchina per caffè espresso, nella quale l'avvolgimento delle resistenze di riscaldamento è forzato e racchiuso entro un blocco cilindrico metallico; questo nel riscaldamento si dilata e viene ad aderire fortemente al tubo che pesca nell'acqua la quale riceve così il calore per conduzione.

Le *Costruzioni Elettriche Villa* (Milano, Via San Matco, 15), producono pure materiale di questo tipo del quale avevano una mostra ben fornita nel proprio stand: stufe elettriche, saldatori elettrici «Etneo», scaldabagni, ecc.

Ricordiamo ancora, fra la piccola elettro-meccanica, i prodotti della *Società Italiana Costruzioni Elettro-meccaniche* di Torino (Via Barge, 3). Essa produce ed espone specialmente macchine e materiali per l'utensileria elettrica, che va diffondendosi largamente nelle officine meccaniche. Erano esposti trapani portatili, costruiti per essere azionati da corrente continua o da corrente alternata monofase o trifase per tensioni da 90 a 250 V, e capaci di praticare fori fino a 32 mm di diametro; i motorini monofasi sono ad avviamento automatico, quelli trifasi permettono l'inversione di marcia, e tutti sono energicamente ventilati automaticamente. Le rettificatrici elettriche possono molte volte sostituire macchine di gran mole, potendosi facilmente adattare a qualunque macchina utensile e lavorare in tutte le direzioni: vengono costruite sia di tipo per meccanica fine, sia in tipo più grande per lavori più pesanti; l'albero ha una velocità superiore ai 10.000 giri. Interessante anche tutta l'utensileria destinata ad essere comandata a distanza, da motori elettrici da 0,2 HP fino a 1 HP, mediante alberi flessibili lunghi oltre 2 metri; essa trova larghe applicazioni per lavori di sbavatura, fresatura, lucidatura, così di metalli come di marmi o pietre artificiali e anche per impiallacciature e lucidature di mobili.

La *Ditta Terraneo Luigi* di Milano (Via Procaccini, 56), specializzata nella costruzione e installazione di sonerie e quadri indicatori, esponeva un assortimento di sonerie per tutti gli usi e di tutte le dimensioni funzionanti con qualunque tipo di corrente a tensioni fino a 250 V, nonché una quantità di quadri indicatori e di tasterie di ogni genere.

Non è possibile ricordare tutti gli espositori di materiale minuto elettrico; ci limitiamo a citare ancora gli stands della Ditta Croci e Farinelli di Milano (Via Vepra, 31), della Ditta Larghi Ferdinando pure di Milano (Via A. Bazzini, 35), della Ditta Munari, (Milano, Via Trebbia, 7), dei Fratelli Pagani (Musocco, Via Espinasse, 13), delle Industrie Elettrotecniche Nazionali (Milano, Via Chiaravalle, n. 14), che rispecchiavano nell'abbondanza e varietà del materiale esposto il largo potere di assorbimento del mercato elettrotecnico nazionale.

*

Il servizio telefonico della Fiera, sia all'interno che pel collegamento della Città, era assunto dalla «SATIS» *Società Anonima Telefonica Interna Speciale*, la quale faceva così la sua mostra migliore, più ancora che col suo stand particolare. L'impianto consisteva di una Centrale installata nel grande Salone dell'Automobile, di una rete interna, e di linee di collegamento colle Centrali urbane.

La Centrale telefonica della Fiera era prevista per una capacità di 40 linee urbane ed interurbane e 400 collegamenti per altrettanti posti telefonici distribuiti entro la Fiera; il quadro commutatore centrale (sistema a batteria centrale, segnalazioni e supervisione luminosa) era costituito da due tavole multiple con due posti completi di operatori ognuno con 20 coppie di spine. Le linee di collegamento si dipartivano in quattro direzioni principali, interrate e protette da tubi in cemento con uno sviluppo di circa 1200 metri; complessivamente vennero installati circa 5000 metri di cavo aereo e circa 15000 metri di cavetto a due conduttori. La buona qualità dei materiali e l'accuratezza dell'impianto si può desumere dal fatto che il servizio si svolse sempre regolarmente senza interruzioni colla media giornaliera di 4300 comunicazioni.

Nello stand della SATIS era poi esposto copioso materiale telefonico di esclusiva fabbricazione della Società stessa.

Fra l'altro ricorderemo una Centrale automatica dimostrativa funzionante a 25 numeri; una Centrale a batteria centrale parzializzata e un apparecchio commutatore a 20 linee urbane destinato per servizi speciali di grandi Banche.

Una ricca mostra di materiale e di apparecchi telefonici si poteva ammirare anche negli stand della *Società Industrie Telefoniche Italiane «Doglio»* di Milano (Via G. Pascoli, 14).

La *Società Anonima Brevetti Arturo Perego* di Milano (Via Sallina, 10), si è ormai fatta una vera specialità per gli apparecchi di protezione e di sicurezza applicati alle linee elettriche e particolarmente a quelle telefoniche e telegrafiche, per i quali si è affermata in modo brillante sul mercato. Quest'anno la Società esponeva oltre un ricco campionario della sua produzione già nota, anche parecchie interessanti novità. Da solo un anno ha cominciato ad occuparsi di radiotrasmissioni, utilizzando anche in questo campo la propria esperienza. Meritevoli di particolare menzione sono le stazioni costruite dalla Ditta per radiotrasmissioni ad onde guidate, installate su linee di impianti di trasporto di energia; queste stazioni, costru-

te anche per linee a 125 000 V, oltre alla notevole perfezione di funzionamento sono caratterizzate dal fatto che garantiscono il personale da ogni pericolo di sopratensioni a cui possa essere soggetto l'aereo che viene teso lungo le condutture dell'impianto di trasmissione

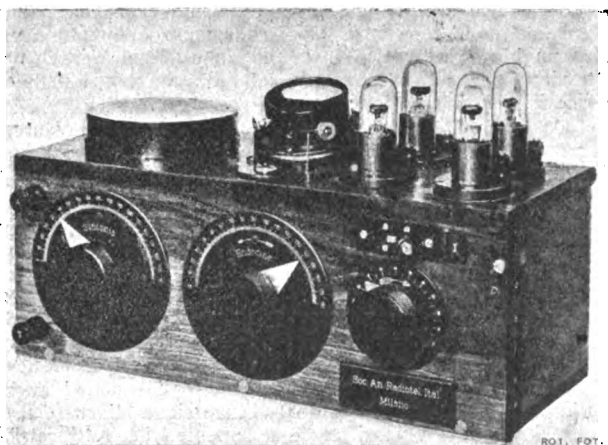


Fig. 3. — Apparecchio ricevente radiotelegrafico per lunghezze d'onda da 300 fino a 20 000 metri. (Soc. An. Radiotelegrafica Italiana).

di energia, od è addirittura collegato ad esse. La Società Perego* si occupa anche di apparecchi per dilettanti per i quali esprimeva degli impianti a serie per stazioni riceventi senza fili sia telefoniche che telegrafiche.

Le radiotrasmissioni erano largamente rappresentate alla Fiera, ed è questo un indice confortevole di rinnovato interessamento per un'industria che, prettamente italiana di origine, era stata da noi obliata mentre all'estero si diffondeva con mirabile rapidità. Nessun dubbio che se opportune provvidenze legislative rendessero più accessibile ai privati e ai dilettanti l'uso di questo nuovissimo mezzo di comunicazione, assisteremmo anche in Italia ad una sua rapidissima diffusione.

La Società Industrie Elettrochimiche Messa e Ci (Milano, Via Rasori, 9), specializzata nella costruzione di pile elettriche e di gruppi elettrogeni in genere, si faceva specialmente notare per i gruppi di elementi di grande capacità e batterie speciali per radiotelegrafia; le stazioni radiotelegrafiche della Fiera erano appunto alimentate con batterie Messa e Ci. La stessa Società esprimeva poi una ricca collezione di fanali e lampade portatili, nonché una lunga serie di certificati comprovanti la bontà dei propri prodotti, e fra i quali notammo con piacere numerosi attestati di Case estere a cui la Ditta fornisce i suoi materiali.

La Società Anonima Radiotelegrafica Italiana «SARI», sorta da soli due anni, aveva una mostra veramente notevole di osservazione. La Società si è specializzata nel sistema di trasmissione ad onde persistenti, a valvole ioniche, appoggiandosi per la costruzione degli apparecchi alla Società Industrie Telefoniche Doglio che già abbiamo citato. Gli apparecchi vengono costruiti mediante brevetti

in condizioni atmosferiche favorevoli, anche a 250 km; per la radiotelegrafia queste distanze vanno triplicate. Una particolarità di questi sistemi è costituita dalla efficacissima modulazione radiotelefonica.

Durante tutto il periodo della Fiera, una stazione completa da 100 W all'antenna, ha trasmesso giornalmente con una identica stazione impiantata a Torino. Tale stazione comprende: un gruppo convertitore per portare la tensione di linea a 1000 V corrente continua per alimentare le valvole trasmettenti, con il relativo quadro di manovra; un cosiddetto filtro elettrico destinato ad annullare il rumore che produrrebbero nella trasmissione le lamelle del collettore; un apparato di trasmissione composto di due cassette, delle quali una contiene i vari accoppiamenti, condensatori, variometri, e l'altra contiene le valvole trasmettenti (quattro di trasmissione e una di modulazione) nonché i milliamperometri; piccole batterie di accumulatori per l'accensione delle valvole; un apparato ricevente a quattro valvole, adatto sia per telefonia che per telegrafia, per lunghezza d'onda da 300 m a 20 000 m, capace di ricevere comunicazioni radiotelegrafiche dall'America e radiotelefoniche dalle principali stazioni di Europa. Per passare dalla trasmissione radiotelefonica a quella radiotelegrafica basta manovrare un semplice commutatore, così pure la rapida manovra di un commutatore permette di passare dalla ricezione alla trasmissione, cosicché la domanda e la risposta si susseguono immediatamente.

Di questo tipo di stazioni complete, la SARI ne produce di potenza varia, fino ai 5 kW all'antenna. Oltre alle stazioni complete erano esposti vari tipi di stazioni riceventi dal semplice detector a cristallo, fino agli amplificatori speciali che permettono la ricezione con telaio dalle più lontane stazioni del mondo; inoltre un copioso assortimento di materiale da dilettante che permette di costruire le stazioni complete. Accanto agli stands della SARI si rizzava l'antenna costruita in leggero traliccio in legno della Ditta Pasqualin e Vienna (Milano, Via Savona, 125) specializzata nelle più ardite costruzioni in legno e ferro.

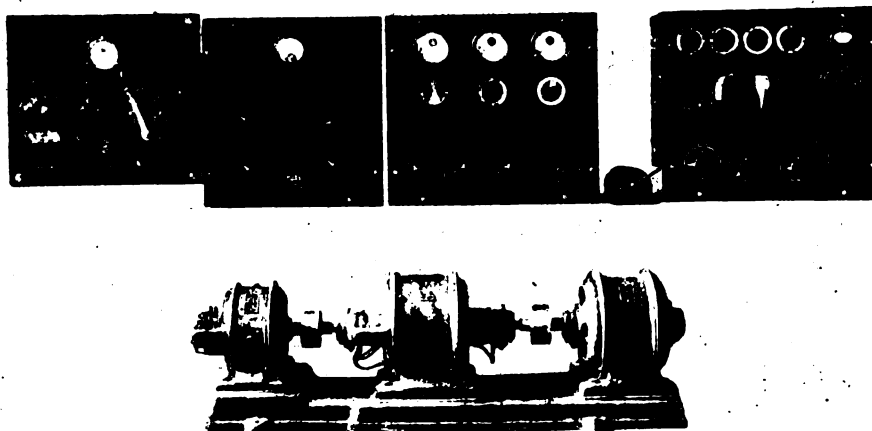


Fig. 4. — Stazione completa per radiotrasmissioni (Soc. An. Radiotelegrafia Italiana)

Uno stand del più alto interesse scientifico era quello della Ditta Allocchio e Bacchini e C. di Milano (Corso Sempione, 95), ricco delle più moderne ed ardite applicazioni della scienza alla tecnica. Anche qui abbondante assai il materiale radiotelegrafico, nel quale gli ingegneri Allocchio e Bacchini furono tra i primissimi ad affermarsi in Italia. Una stazione di ricezione con telaio (metri 0,50x0,50) con amplificatore ad 8 valvole, cassette di risonanza ed eterodina, riceveva regolarmente i radioconcerti trasmessi da Parigi e da Londra. Un amplificatore a quattro valvole tipo universale, rende possibile di realizzare qualunque schema, avendo tutte le diverse parti intercambiabili.

Vi erano poi un ondametro universale grande modello per lunghezze d'onda da 300 a 30 000 metri, trasformabile in ponte per misure di capacità; un apparecchio registratore sistema Ing. Franco Magni da collegarsi direttamente alle stazioni riceventi; una serie di condensatori variabili ad aria; di ricevitori-amplificatori, ecc.

Il materiale radiotelegrafico non è però che una parte della produzione della Ditta Allocchio e Bacchini; la quale costruisce anche materiale telegrafico ordinario dei tipi più moderni e perfetti. Abbiamo infatti potuto ammirare, ad esempio, un trasmettitore automatico Wheatstone capace di trasmettere fino a 400 parole al minuto, e un ricevente automatico Wheatstone destinato a ricevere i telegrammi trasmessi coll'apparecchio precedente.

Nello stesso stand erano esposti esemplari degli strumenti di misura che la Ditta produce in diversi tipi. Ricordiamo fra gli altri, perchè costruiti per la prima volta in Italia, un frequenzimetro a lamelle a due scale per frequenze industriali, 40-55 periodi; un oscillografo a tre elementi completo di congegno fotografico e cinematografico a visione diretta con tutti i comandi automatici elettrici.

Geniale di concezione e impeccabile nella sua costruzione, merita di essere particolarmente ricordato il ponte-potenzimetro, schema Prof. Barbagelata. Grazie alla sua veramente geniale disposizione, l'apparecchio che merita veramente il nome di universale, può essere

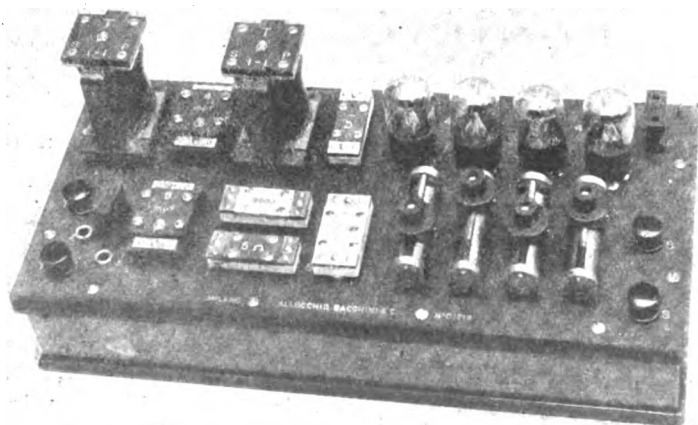


Fig. 5. — Amplificatore universale a 4 valvole (Ditta Allocchio Bacchini e C.)

speciali che permettono alla SARI non solo di fornire sensibilissime stazioni riceventi, ma anche stazioni trasmettenti di piccola e media potenza. Con 100 W sull'antenna e con aereo di piccole dimensioni (20 metri di altezza e 25 metri di lunghezza) si è potuto stabilire un servizio di radiotelegrafia alla distanza di 150 km, e,

adoperato con corrente continua come ponte di Wheatstone per misure di resistenza, e come potenziometro ordinario per misure dirette anche fino a 10 V; con corrente alternata a frequenza industriale, può servire pure sia come ponte che come potenziometro, per misure di potenza anche con $\cos \varphi$ assai bassi, per la prova dei trasformatori di misura (rapporto, e sfasamento); con correnti a frequenze telefoniche, si può impiegare come ponte di Wien e di Maxwell e come disposizione potenziometrica per confrontare un numero qualunque di tensioni con una di esse assunta come tensione di riferimento.

Per le misure di temperatura la Ditta Allocchio e Bacchini esponeva un pirometro da quadro a coppia termoelettrica, per temperature da 0° a 1200°. Ad esso faceva riscontro un impianto completo di misure di temperatura, elettrico a resistenza, con quadro in marmo e indicatori della temperatura dell'ambiente, dei cuscinetti delle macchine, dei trasformatori e degli intraferri. Anch'esso costruito

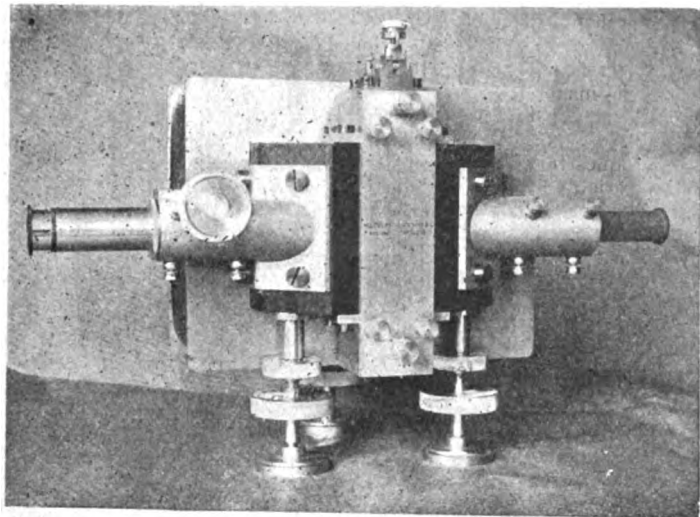


Fig. 6. — Galvanometro a corda per elettrocardiografia (Ditta Allocchio Bacchini e C.)

per la prima volta in Italia, e mirabile di precisione e di delicatezza un elettrocardiografo con galvanometro a corda completo di dispositivo fotografico e di ogni accessorio, rappresentava una nuova geniale applicazione dell'elettrotecnica alla diagnostica medica.

Lo stand della Ditta Allocchio e Bacchini era una pratica dimostrazione di quanto si comincino anche da noi ad apprezzare le più moderne applicazioni scientifico-tecniche, ed è confortevole constatare come la genialità italiana possa oggi disporre di costruttori degni di essa e capaci di rispondere ad ogni più delicata esigenza.

*

All'aperto accanto alla selva degli stands, grandeggiavano le locomotive elettriche per ferrovie e tramvie. La progettata elettrificazione delle nostre ferrovie trova in Italia una industria pronta e capace di provvedere ad ogni occorrenza di impianti e di materiale. Già abbiamo accennato ai locomotori in costruzione presso la Ditta Breda con motori per corrente alternata a frequenza industriale; ma non era questa la sola Casa presente alla Fiera.

Gli *Stabilimenti elettrotecnici* di Cornigliano Ligure della «Ansaldo» avevano mandato una vettura tramviaria ed una locomotiva elettrica complete. La vettura tramviaria è a due sale, entrambi motori, a scartamento normale, equipaggiata con due motori da 45 HP ciascuno per tensione di 550 V; i motori sono muniti di riduttore a ingranaggi. Vi sono due controller per serie, parallelo, e posizione di freno; il tamburo principale del controller è bloccato con quello sussidiario per impedire la manovra di questo sotto corrente; la presa è ad archetto. La locomotiva esposta è del gruppo E 551 progettato dalle Ferrovie dello Stato. La corrente di alimentazione è trifase a 3700 V e 16,7 periodi, i motori sono due, a 8 poli, della potenza complessiva di 1650 kW. Con i due motori in cascata si ottiene una velocità di 25 km-ora, mentre coi motori in parallelo si raggiungono i 50 km; la trasmissione del moto è effettuata mediante bielle triangolari e diritte. L'apparecchiatura è composta di un trolley, un reostato a liquido, una motopompa con ventilatore per la circolazione del liquido, un controller, due trasformatori da 11 kW, interruttori, compressori, ecc.; tutti gli apparecchi funzionano mediante relais elettro-pneumatici. Sul locomotore è installata anche una caldaia elettrica destinata al riscaldamento del treno. Il peso aderente totale della locomotiva è di 75 tonnellate, ed essa può trainare a 50 km all'ora treni di 500 tonnellate anche su linee assai accidentate; il diametro delle ruote è di 1070 mm. Anche questo macchinario come il rimanente prodotto dall'Ansaldo, è costruito interamente con materiali prodotti negli stabilimenti della Ditta.

Anche la *Società Anonima Italiana Ing. Nicola Romeo e C.*, della quale abbiamo sopra accennato, espone due tipi di locomotori elettrici. Il primo, di tipo G. E. 552 è destinato a treni

pesanti su linee a forte pendenza, è equipaggiato con due motori trifasi per corrente a 3600 V e a 16,9 periodi, con avvolgimento commutabile a 12 e a 8 poli; questa disposizione permette di ottenere, accoppiando opportunamente i motori, velocità di 16,5 - 25 - 33 - 50 chilometri all'ora. Interessante è il dispositivo che permette di inserire, agli avviamenti, ora uno, ora l'altro dei due motori, che vengono così a trovarsi in migliori condizioni riguardo ai riscaldamento. Lo sforzo di trazione supera le 16 tonnellate. Il collegamento dei motori alle ruote è ottenuto, anziché con bielle rigide come in tutti gli altri tipi, mediante una biella articolata che riesce leggera, di facile montaggio, ed elimina le oscillazioni in senso orizzontale. La cabina di manovra è ad una estremità della locomotiva e sono disposti due posti di manovra a seconda del senso della marcia; questa disposizione permette di raccogliere a portata di mano del manovratore l'intera apparecchiatura della locomotiva. Il peso aderente è di 75 tonnellate.

Il locomotore G. E. 333, pure costruito nelle Officine di Saronno della Romeo, è invece adatto a treni viaggiatori, e permette maggiori velocità che arrivano a 75 chilometri all'ora. Lo sforzo di trazione massimo è di 10 tonnellate. La macchina è a due carrelli; gli assi accoppiati possono avere uno spostamento trasversale di 50 mm, ciò che permette di percorrere curve relativamente molte strette. L'equipaggiatura elettrica è simile a quella del locomotore precedente; la trasmissione del movimento è ottenuta mediante una biella triangolare rigida e due bielle di accoppiamento.

Molto ammirata una sottostazione di trasformazione ambulante per le Ferrovie dello Stato costruita dalla *Società Nazionale delle Officine di Savigliano*. Queste stazioni ambulanti costituiscono una novità per le nostre Ferrovie e sono destinate a sostituire le Sottostazioni fisse nel caso in cui vengano messe fuori servizio od anche ad integrare la loro potenza in casi di forte richiesta. Le sottostazioni ambulanti devono essere capaci di circolare sulla rete comune in composizione con treni normali; hanno una potenza di 2600 kVA, un peso complessivo di 90 tonnellate e sono montate su carro ferroviario a due carrelli. La Savigliano per costruire queste stazioni dovette affrontare difficoltà non lievi in causa delle gravi limitazioni di peso e di sagoma che il capitolato imponeva.

Ogni sottostazione comprende un interruttore tripolare in olio a casse separate e a rotture multiple per funzionamento a 102 600 V o a 59 300 V, con comando a mano o elettrico a distanza, e relais di scatto istantaneo o regolabile a tempo. L'interruttore è collegato al trasformatore mediante un dispositivo geniale che elimina gli isolatori e realizza una grande economia di spazio. L'attacco è fatto direttamente mediante un conduttore metallico rivestito opportunamente di tubi isolanti e immerso completamente nell'olio contenuto in un apposito tubo a soffietto formato con dischi di lamiera e che collega i due cassoni dell'interruttore e del trasformatore; questo accoppiamento ha anche il vantaggio di essere elastico e di non venire quindi danneggiato da scosse e urti.

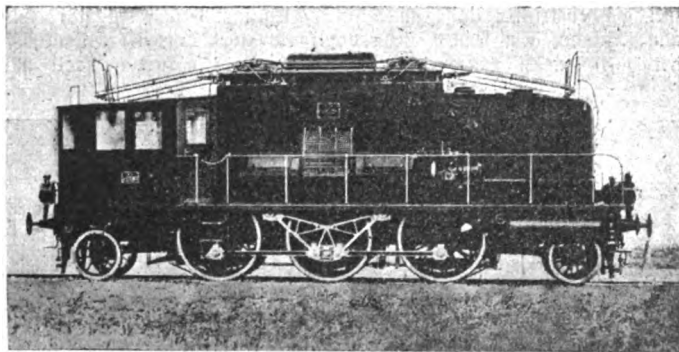


Fig. 7. — Locomotore elettrico per le F.F.S.S. Gruppo E 552 (Officine Romeo).

Il trasformatore trifase è a raffreddamento naturale, in olio, di una capacità di 2600 kVA, frequenza 16,7, per una tensione di alimentazione di 102 600 V con collegamento a stella o di 59 300 se a triangolo. Con speciali commutatori brevettati si possono ottenere sul secondario tensioni variabili e regolabili per gradi da 3700 a 4466 V. I nuclei del trasformatore sono disposti a triangolo con notevole economia di spazio. Il cassone ha struttura complessa, con nervature di raffreddamento disposte su tutta la superficie; il coperchio a doppia parete serve da conservatore d'olio e da cassa di dilatazione comunicando mediante un piccolo tubo colla cassa del trasformatore; apposita valvola automatica di regolazione permette lo scarico dell'aria del serbatoio in caso di eccessiva dilatazione. Particolare attenzione venne data anche alla sospensione del trasformatore per evitare sforzi o deformazioni della cassa nelle curve e nelle pendenze. La regolazione del rapporto di trasformazione si ottiene facilmente dall'esterno senza rimozione di coperchi o di attacchi ausiliari; anche per passare sul primario dalla stella al triangolo e viceversa, basta sollevare un piccolo coperchio sulla parte superiore del trasformatore e spostare la sbarretta di un collegamento a spina. Un ventilatore comandato da un motorino serve per la circolazione e l'essiccamento dell'aria nell'interno del trasformatore. Sul secon-

dario vi è poi ancora un interruttore tripolare in olio con comando a mano o elettrico a distanza.

Una cabina ad una estremità del carro raccoglie gli organi di manovra e di controllo nonché un piccolo gruppo per la carica della batteria di accumulatori per la luce ed i servizi ausiliari.

Vi sono attualmente in servizio 6 unità del tipo di quello esposto alla Fiera le quali vennero collaudate con ottimo esito sottoponendole a 10 corti circuiti diretti consecutivi, a prove di sovraccarico del 150 % e a prove di isolamento a 210 000 V.

Le Officine di Savigliano espongono ancora un locomotore tipo E 551 pure per le Ferrovie dello Stato e destinato al traino di treni merci pesanti e treni viaggiatori su linee a forte pendenza, a due velocità di regime di 25 e 50 km all'ora. Esso è equipaggiato con due motori trifasi a 3600 V e 16.7 periodi, ciascuno della potenza di 1300 HP., e collegabili in parallelo o in cascata. Ogni motore è portato da due coppie di cuscinetti, dei quali gli estremi sostenuti dal telaio portano il peso della parte rotante, mentre gli interni solidali collo stator servono di guida e assicurano la centratura del rotor mentre l'albero è scaricato dal peso dello stator da un sistema di molle elicoidali che ne riportano il peso sul telaio. La trasmissione del moto è ottenuta mediante due bielle triangolari che muovono l'asse centrale e otto bielle rettilinee di collegamento degli assi. La cabina, situata al centro del locomotore, contiene gli organi di controllo e di comando: anteriormente sono collocati i serbatoi d'aria compressa, due gruppi moto compressori elettrici, il reostato liquido e il cassone refrigerante.

Completavano la mostra della Savigliano, oltre ad una vettura per treni internazionali, degli esemplari dei pali in ferro tubulari brevettati per linee di trasmissione, che la Savigliano ricava da lamiere stampate a freddo in un sol pezzo fino alla lunghezza di 10 metri sotto presse da 1000 tonnellate, e saldate lungo la linea di giunzione con una saldatura elettrica. I pali piccoli, alti m. 8 sono in un sol pezzo, mentre quelli da 20 m sono costituiti da due lamiere.

*

Abbiamo così passato sommariamente in rivista il materiale principale esposto nel gruppo XIX della Fiera, dedicato particolarmente alla elettrotecnica. Ma troppo dovremmo ancora dire se volessimo ricordare tutte le applicazioni dell'elettricità che erano sparse in questo o negli altri gruppi degli stands. Dovremmo parlare della Società An. Poste Pneumatiche ben nota per i molti importanti impianti già costruiti; delle macchine «Equipat» per saldature elettriche (Milano, Via Dante, 18); degli elevatori Zorzoli (Milano, Via Nerino, 4); degli apparecchi elettrotecnici ed elettromedicali della

L'industria straniera era scarsamente rappresentata. Ricordiamo, come degni di particolare menzione, la macchina bobinatrice di L. Messinesi (Parigi, Avenue de Camps Elysees, 125); gli stands della Société Generale des Condensateurs Electriques di Friburgo e quello della Société «Le Carbone» di Parigi.

Quanto abbiamo esposto sia pure per sommi capi, basta, crediamo, a dare una chiara idea della larga partecipazione delle svariate applicazioni dell'elettrotecnica alla Fiera di Milano del 1923, e può servire come indizio dell'ampio sviluppo e della serietà delle af-

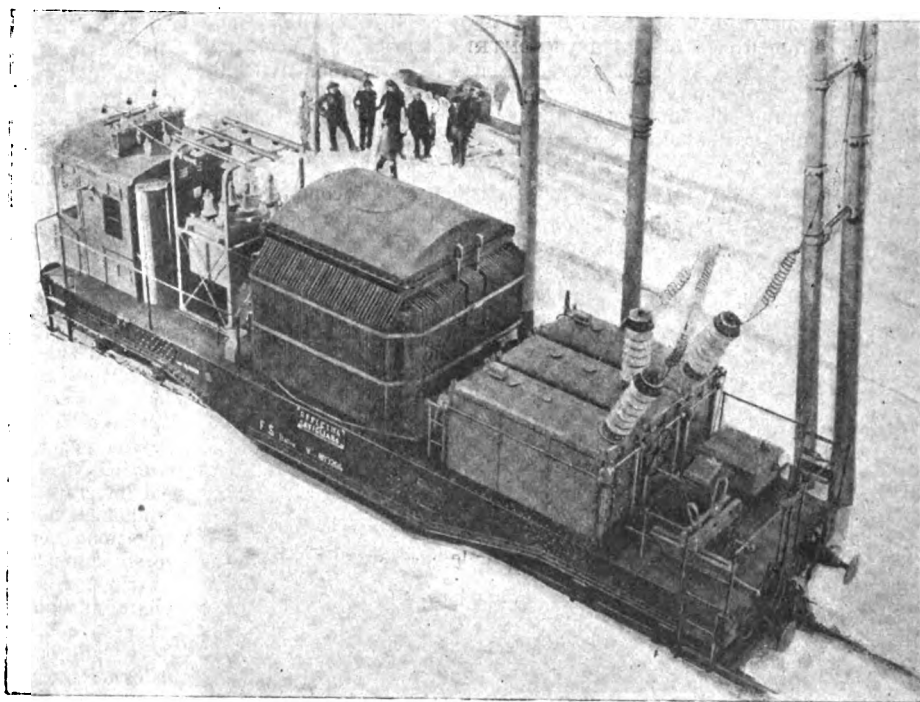


Fig. 8. — Sottostazione ambulante di trasformazione in opera
2250 kVA - 102600/3700 V - 16,7 periodi (Officine di Savigliano).

fermazioni a cui l'elettrotecnica è giunta in Italia; la quale giustamente può vantarsi di avere, in questo campo della tecnica e della scienza un posto eminente e privilegiato non solo per ragioni storiche, ma per le attuali condizioni di floridezza e per le larghe promesse del futuro.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

L' ELETTRICITA' — Ogni annata	L. 60,—
più per postali	9,—
Abbonamento (nel Regno)	60,—
" (estero)	Fr. oro 70,—
Un numero separato (nel Regno)	2,50
" (estero)	Fr. oro 3,—
più per postali	1,—

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia:

Pei Soci, una copia (broch.)	10,—
più per postali	1,80
Pei non Soci (broch.)	10,—
più per postali	1,80

Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia

20,—

Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).

2,50

L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)

2,50

CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia

1,—

NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici

3,—

NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche

4,—

NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana

1,50

Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACI-NOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso)

3,—

DESCRIZIONI IMPIANTI:

1° Fascicolo - Impianti Società Conti (Crege)

6,60

Pei Soci dell'A. E. I. e abbonati al giornale

9,—

Pei non Soci e non abbonati

1,—

Per spedizione sottofascia raccomandata

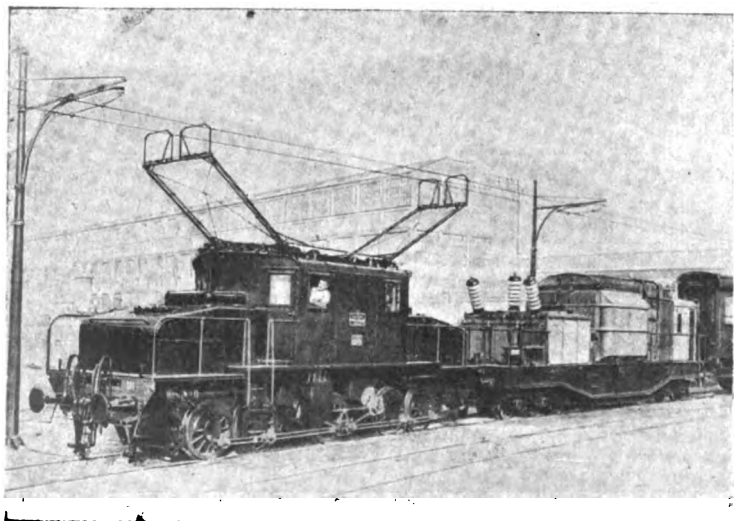


Fig. 9. — Locomotore elettrico F.F.S.S. - Gruppo E. 551
Sottostazione ambulante di trasformazione
2250 kVA - 102600/3700 - 16,7 periodi (Officine di Savigliano).

Soc. An. Zerowatt (Milano, Viale Magenta, 33); delle sirene, elettropompe ecc. della Ditta Veronesi (Bologna, Viale Masini, 20); delle cabine di trasformazione su pali in ferro dell'Ing. Cristoforis (Milano, Via Cerva, 16); dei raddrizzatori «Record» di nuovo tipo per carica di accumulatori costruiti dalla Industria Nazionale Apparecchi Record (Milano, Corso Venezia, 43) e di una quantità d'altri che non è possibile nominare.

SOVRATENSIONI, SOVRACORRENTI E CONDIZIONI DI RISUONANZA EFFETTIVA NELL'USO PRATICO DEL "DISPOSITIVO PETERSEN",

ATTILIO INCONTRI

Premesse.

Il valore teorico del «Dispositivo Petersen» per la messa a terra dei neutri è indiscutibile e mi propongo perciò di completare la breve memoria comparsa nel n. 32 della Rivista «L'Elettrotecnica» del 1922, esaminando più diffusamente i vari aspetti dell'interessante problema e cercando di non fare concessione semplificativa alcuna per non falsare la precisione o diminuire l'interesse delle conclusioni che saranno a suo tempo formulate.

Una serie completa di esperienze spero potrà essere intrapresa a conforto della teoria e formare oggetto, per parte degli sperimentatori, di ulteriore comunicazione integrativa della presente.

Due obiezioni fondamentali potrebbero venirmi mosse circa il valore di queste indagini e ad esse preferisco di andare incontro spontaneamente: l'una riguarda la trascuranza assoluta in cui ho ad arte, tenute le armoniche riferendomi esclusivamente alla fondamentale; l'altra il non avere tenuto conto, nello impiego del «fattore di induttanza», della dissimmetria fra le intensità delle tre fasi, durante il transiente.

Alla prima rispondo che allo stato attuale delle costruzioni elettromeccaniche, le armoniche nelle generatrici possono essere mantenute di ampiezza trascurabile, e che non vi è più discussione possibile circa la necessità del primario o del secondario in triangolo, o dell'impiego del terziario nei grandi trasformatori con neutro comune a terra ed allora esso diviene stabile e non si parla più di «terze armoniche e multiple dispari».

Alla seconda obbietto, che la formula che bisognerebbe costruire, per tenere conto della dissimmetria, non sarebbe giustificata dalla importanza delle differenze e che solo misure pratiche sulle linee potranno confermare questa mia asserzione, già del resto sorretta dalle esperienze dell'ingegnere Prinetti e che furono oggetto di esauriente discussione, riportata nei numeri 14 e 22 della Rivista «L'Elettrotecnica», anno 1920.

Condizioni di risonanza.

Mi riferisco nella fig. 1, alle condizioni più probabili in cui avviene l'arco a terra attraverso uno degli isolatori di linea. Le altre due fasi conservano nel transiente capacità verso terra e perditanze normali, per cui G_0 e K_0 rappresentano effettivamente i valori medi delle due suddette costanti nelle tre fasi, durante il funzionamento normale della linea di trasporto.

Vedremo nel trattare delle «sovracorrenti» l'effetto di dissimmetrie, contemporanee all'arco a terra.

Con i simboli e le frecce indicate si scrivono le due relazioni:

$$I_C = I_2 + I_3 = (G_0 + j\omega K_0)(E_{A1,2} + E_{A1,3}); I_D = E_{A1}(G_t - jB_t)$$

e si deduce:

$$I_R = I_C + I_D = 3E_A(G_0 + j\omega K_0) + E_A(G_t - jB_t) = E_A\{(3G_0 + G_t) + j(3\omega K_0 - B_t)\} \quad (1)$$

essendo

$$R_t = R_D + R_M + lR_0; L_t = L_D + L_M + lL_0;$$

l = distanza dall'origine del guasto, in % dei km totali.

$$G_t = \frac{R_t}{R_t^2 + \omega^2 L_t^2}; B_t = \frac{\omega L_t}{R_t^2 + \omega^2 L_t^2}$$

In definitiva:

$$I_R^2 = E_A^2 \left\{ 9(G_0^2 + \omega^2 K_0^2) + \frac{1 + 6(G_0 R_t - \omega^2 K_0 L_t)}{R_t^2 + \omega^2 L_t^2} \right\} \quad (2)$$

Se facciamo nulla la (2) e la risolviamo rispetto a L_t si ha:

$$L_t = \frac{\omega K_0 + \sqrt{\omega^2 K_0^2 - 9R_t^2(G_0^2 + \omega^2 K_0^2) - (1 + 6G_0 R_t)(G_0^2 + \omega^2 K_0^2)}}{3\omega(G_0^2 + \omega^2 K_0^2)}$$

Il trinomio sotto radicale ha rispetto a R_t il suo discriminante nullo, quindi L_t assume sempre valori immaginari salvo che in corrispondenza di:

$$R_t = -\frac{G_0}{3(G_0^2 + \omega^2 K_0^2)} \text{ ove diviene: } L_t = \frac{K_0}{3(G_0^2 + \omega^2 K_0^2)}$$

Dunque la (2) non si annulla mai per valori di R_t ed L_t fisicamente ammissibili, e siccome essa diventa infinita per la coppia di valori: $R_t = 0$; $L_t = 0$; e le sue due derivate prime, fatte nulle, non ammettono altre radici, possiamo concludere che la (2) non ammette punto di minimo assoluto rispetto alle due variabili $+R$, $+L$.

Dal punto di vista poi della costruzione della bobina di reattanza, è necessario di lasciare al progettista un certo margine nella scelta della resistenza ohmica, per cui la condizione di «risonanza» ossia

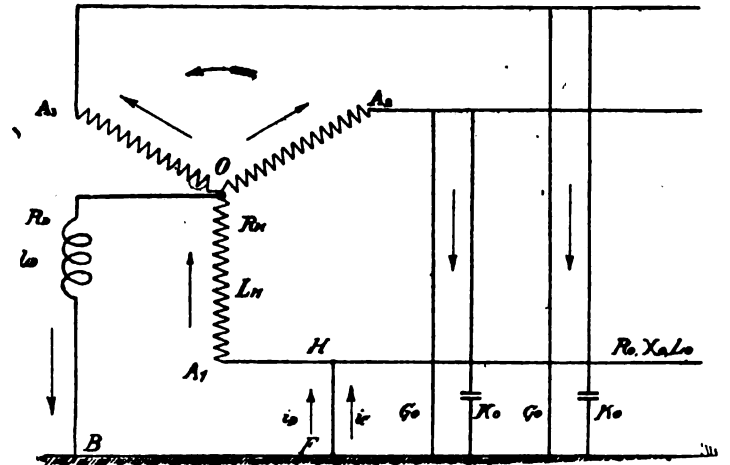


Fig. 1.

«la casualità di minima corrente risultante a terra» deve forzatamente dipendere soltanto dal valore di L_t , che passeremo ora a determinare.

La derivata prima della (2) rispetto a L_t eguagliata a zero si scrive:

$$3\omega^2 K_0 L_t^2 - L_t(1 + 6G_0 R_t) - 3K_0 R_t^2 = 0$$

ed è soddisfatta dal solo valore positivo:

$$L_t = \frac{(1 + 6G_0 R_t) + \sqrt{(1 + 6G_0 R_t)^2 + 36\omega^2 K_0^2 R_t^2}}{6\omega^2 K_0} \quad (3)$$

La derivata seconda della (2) è:

$$\frac{2\omega^2}{(R_t^2 + \omega^2 L_t^2)^2} \times \left\{ 42\omega^2 K_0 L_t - 5(1 + 6G_0 R_t) + 4R_t^2 \frac{1 + 6G_0 R_t - 6\omega^2 K_0 L_t}{R_t^2 + \omega^2 L_t^2} \right\}$$

e per il valore di L_t dato dalla (3) diventa:

$$\frac{2\omega^2}{(R_t^2 + \omega^2 L_t^2)^2} \times \left\{ 9(1 + 6G_0 R_t)^2 + 9\sqrt{(1 + 6G_0 R_t)^2 + 36\omega^2 K_0^2 R_t^2} \times (1 + 6G_0 R_t) + 180\omega^2 K_0^2 R_t^2 \right\}$$

espressione invariabilmente maggiore di zero.

Dunque la (3) rappresenta il valore da assegnare ad L_t per realizzare la condizione pratica di «risonanza».

Il valore corrispondente I_R appare:

$$I_R > 3E_A \sqrt{(G_0^2 + \omega^2 K_0^2) - \frac{2\omega^2 K_0^2}{(1 + 6G_0 R_t) + \sqrt{(1 + 6G_0 R_t)^2 + 36\omega^2 K_0^2 R_t^2}}} \quad (4)$$

non mai nullo salvo che nella ipotesi semplificativa:

$$G_0 = 0; R_t = 0$$

Tanto più piccola risulta I_R per quanto più piccola è R_t ossia R_D , che è l'unica variabile suscettibile di una certa elasticità nella relazione: $R_t = R_D + R_M + lR_0$.

Il limite inferiore di R_D è evidentemente fissato dalla densità massima della corrente ammissibile nella bobina per un funzionamento breve ed intermittente.

Esempi numerici.**Esempio I.**

Grande linea di trasmissione a 150 000 V 150 km.

$$E_A = 87\,000; G_0 = 45,8 \times 10^{-6}; K_0 = 2,2 \times 10^{-8};$$

$$R_0 = 21,8 \Omega; L_0 = 0,2694 \text{ henry}; w = 290.$$

Per l'osservazione precedentemente fatta, supponiamo la terra accidentale in fondo della conduttura, otterremo così il valore più grande della corrente di risonanza. Nella espressione di R_t compariscono R_M ed R_D , rispettive resistenze ohmiche del trasformatore e della bobina: la prima è probabilmente trascurabile ma se così non fosse può perfettamente essere introdotta nella espressione di R_t , la seconda può raggiungere per ragioni economiche, e dato il funzionamento brevissimo del dispositivo, valori sensibili; in questo caso dopo trovato un primo valore di L_t nella ipotesi $R_D = 0$, si stabilirà questo ultimo dato riferendosi allo studio di una bobina di reattanza di:

$$\frac{E_A^2}{\lambda_D + \lambda_M} \text{ kVA}$$

e si determinerà quindi un secondo valore più esatto di L_t tenendo conto anche di R_D fornito dal primo estimio.

Supponendo in questo esempio $R_D = 7 \Omega$; $R_t = 21,8 \Omega$ la (3) dà:

$$L_t = 1,821458 \text{ henry e la (4) } I_R \geq 21 \text{ A.}$$

Valore che appare tollerabile. Tenendo conto della sola reattanza interna della bobina avremmo avuto:

$$L'_D = \frac{10^6}{3 \times 290^2 \times 2,2} = 1,801607$$

e supponendo un grosso trasformatore da 25000 kVA, $(\lambda I)\% = 10\%$

$$L_M = \frac{100 \times 150^2}{290 \times 25000} = 0,3103,$$

$$L' = 1,801607 + 0,3103 + 0,2694 = 2,3813 \text{ henry}$$

e dalla (2)

$$I'_R = 44,24 \text{ A.}$$

il che dimostra, per confronto con il valore precedente, la necessità di mettere a calcolo anche le reattanze dei trasformatori e della linea.

Esempio II.

Media linea di trasmissione a 60 000 V 100 km.

$$E_A = 34000; G_0 = 10 \times 10^{-6}; K_0 = 1,84 \times 10^{-8};$$

$$R_0 = 50 \Omega; L_0 = 0,254; w = 314;$$

Ipotesi come sopra: $R_D = 20$; $R_t = 70$.

Dalla (4): $I_R = 4,6636 \text{ A.}$

Con la semplificazione suddetta:

$$L'_D = \frac{10^6}{3 \times 314^2 \times 1,84} = 1,837$$

e supponendo un trasformatore da 10.000 kVA; $(\lambda I)\% = 7\%$:

$$L_M = \frac{70 \times 60^2}{314 \times 10000} = 0,08, L' = 1,837 + 0,254 + 0,08 = 2,171 \text{ henry.}$$

e dalla (2): $I'_R = 10,06 \text{ A.}$

ossia corrente di risonanza più che doppia di quella ottenibile con un calcolo più esatto.

Sovratensioni.

È nota l'origine della controversia circa l'importanza ed il valore che possono assumere, durante il funzionamento normale, le tensioni fra neutro e terra e quindi le inerenti sovraltensioni verso terra dei fili di linea. Non intendo di riaprire la questione, ma di stabilire soltanto alcune relazioni le quali, tenendo conto di ogni dato, possano indicare con sicurezza quali sono davvero, queste sovraltensioni.

Osserviamo intanto che delle due costanti G_0 e K_0 già definite, solo K_0 è un vero parametro di natura geometrica, perchè dipendente dalle dimensioni della linea, essa è perciò invariante finchè non si alterano queste misure ed ha il suo valore massimo in corrispondenza del massimo sviluppo della linea stessa: se stabiliamo quindi che per nessun motivo la lunghezza della conduttura, possa venire aumentata, (il che è appunto quello che succede nel trasporto a distanza fra Centrale e cabina di prima trasformazione), possiamo altresì concludere che il valore K_0 così stabilito, non può in nessun caso venire superato.

Conclusioni simili non possono venire prese in riguardo della perditanza che è una costante generica è vero, ma variabilissima specificamente a seconda del grado di resistenza che i tre fili di linea presentano alle varie cause di dispersione. Anche nel funzionamento normale la conduttanza in derivazione, pur rimanendo generalmente eguale per i tre conduttori, può oscillare periodicamente da un massimo ad un minimo assai distanti ed è inoltre probabile che vari entro limiti estesi durante i transienti, pur non raggiungendo valori tali da produrre l'attivazione dei congegni di apertura degli automatici.

Due casi dobbiamo perciò tenere presenti nel trattare delle «Sovratensioni» e precisamente: a) La possibilità che i valori di K e di G , nelle tre fasi, si scostino dai valori K_0 e G_0 di base, ma che su ciascun filo le variazioni di K siano proporzionali a quelle di G , (false manovre, cattivi contatti dei coltelli sezionatori, rotture di fili senza formazione di terre, ecc); b) La evenienza che K e G varino in ogni fase in modo indipendente.

Con la prima ipotesi i valori di K e G in funzione di K_0 e G_0 potranno

venire rappresentati da tre variabili x, y, z , tali che $0 \leq \frac{x}{z} \leq 1$, men-

tre nella seconda possibilità è inerente la presenza di sei variabili, tre per le capacità in parti di K_0 , tre per le perditanze in funzione di $m \times G_0$ ove $m \geq 1$, ed i limiti di variazione di queste incognite saranno

$$0 \leq \frac{x}{z} \leq 1; 1 \leq \frac{y_1}{z_1} \leq m.$$

Osserviamo finalmente che nelle condizioni normali dell'esercizio, un incrocio conveniente dei fili può effettivamente assicurare la eguaglianza delle tre capacità parziali verso terra.

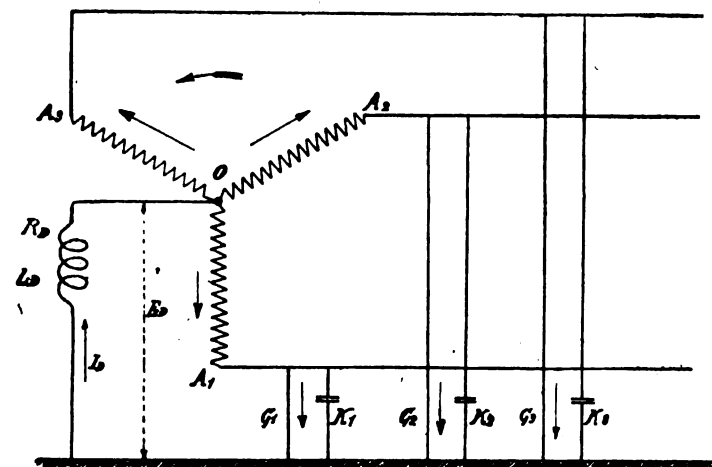


Fig. 2.

Con queste ipotesi, tutte rispondenti a seconda delle casualità a ciò che si verifica effettivamente in pratica, possiamo con le notazioni della fig. 2, scrivere le due equazioni generali:

$$I_D = (E_D + E_{A1})(G_1 + jwK_1) + (E_D + E_{A2})(G_2 + jwK_2) + (E_D + E_{A3})(G_3 + jwK_3)$$

$$I_D = -E_D(G_D - jB)$$

e ponendo: $G_1 + G_2 + G_3 = 3G$; $K_1 + K_2 + K_3 = 3K$

$$E_D = E_A \frac{\frac{3}{2}(G - G_1) + \frac{\sqrt{3}}{2}w(K_2 - K_3) - j\left\{\frac{\sqrt{3}}{2}(G_2 - G_3) - \frac{3}{2}w(K - K_1)\right\}}{(3G + G_D) + j(3wK - B_D)} \quad (5)$$

Il valore efficace:

$$E_D^2 = \frac{1}{4} E_A^2 \times \frac{[3(G - G_1) + \sqrt{3}w(K_2 - K_3)]^2 + [\sqrt{3}(G_2 - G_3) - 3w(K - K_1)]^2}{(3G + G_D)^2 + (3wK - B_D)^2} \quad (6)$$

1ª Ipotesi.

Supponiamo variazioni proporzionali di K e G e poniamo $K_1 = xK_0$; $K_2 = yK_0$; $K_3 = zK_0$; $G_1 = xG_0$; $G_2 = yG_0$; $G_3 = zG_0$; ed inoltre $x + y + z = 3u$; $y - z = 3v$; $0 < u < 1$; $-\frac{1}{3} < v \leq \frac{1}{3}$;

il punto di massimo è rappresentato da:

$$E_D^2 < E_A^2 \frac{G_0^2 + w^2 K_0^2}{(2G_0 + G_D)^2 + (2wK_0 - B_D)^2} \quad (7)$$

$$\frac{E_D}{E_A} < \frac{E_A}{E_A} \sqrt{\frac{Y_0^2 \times Z_D^2}{4Y_0^2 \times Z_D^2 + [1 - 4(w^2 K_0 L_D - G_0 R_D)]}} \quad (8)$$

espressione che, ammessa la semplificazione $G_D = 0$; $B_D = \frac{1}{wL_D}$ diventa:

$$E_D < E_A \sqrt{\frac{a^2 + 1}{4a^2 + 1}} \quad a = \frac{G_0}{wK_0}$$

e mai può perciò essere: $E_D > E_A$.

Con i dati dell'esempio I. si ha:

$1 - 4w^2 K_0 L_D + 4G_0 R_D = +0,088$ e la E_D non raggiunge $\frac{E_A}{2}$ ossia i 43500 V.

2ª Ipotesi.

Supponiamo variazioni di K e di G fra di loro indipendenti. Nella (6) poniamo perciò:

$$K_1 = x K_0; K_2 = y K_0; K_3 = z K_0; G_1 = x_1 G_0; G_2 = y_1 G_0; G_3 = z_1 G_0; \\ x + y + z = 3u; x_1 + y_1 + z_1 = 3u_1; y - z = 3v; y_1 - z_1 = 3v_1; \\ 0 \leq u \leq 1; 1 \leq u_1 \leq m; -\frac{1}{3} \leq v \leq \frac{1}{3}; \frac{1}{3} - \frac{m}{3} < v_1 < \frac{m-1}{3};$$

ed otterremo:

$$E_D^2 = \frac{9}{4} E_A^2 \times \frac{[G_0(u_1 - x_1) + w\sqrt{3} K_0 v_1]^2 + [\sqrt{3} G_0 v_1 - w K_0(u - x)]^2}{[3G_0 u_1 + G_D]^2 + [3wK_0 u - B_D]^2} \quad (9)$$

Se si scrivono le sei prime derivate parziali della (9) si verifica facilmente, nel farle nulle, che tutti i valori delle sei variabili che le soddisfano, annullano le due funzioni:

$$G_0(u_1 - x) + w\sqrt{3} K_0 v, \text{ e } \sqrt{3} G_0 v_1 - w K_0(u - x)$$

e viceversa. Non esiste quindi punto di massimo assoluto, ma solo quello di minimo corrispondente a $E_D = 0$; la (9) diventa inoltre infinita per la coppia di valori $u_1 = -\frac{G_D}{3G_0}$; $u = \frac{B_D}{3wK_0}$ il che non ha significato fisico alcuno.

Facendo nella (9); $v = u - 1$; $v_1 = m - u_1$; $x = 1$; $x_1 = m$ abbiamo:

$$E_D^2 < 9 E_A^2 \times \frac{G_0^2(u_1 - m)^2 + w^2 K_0^2(u - 1)^2 + w\sqrt{3} K_0 G_0(u_1 - m)(u - 1)}{(3G_0 u_1 + G_D)^2 + (3wK_0 u - B_D)^2} \quad (10)$$

Nei limiti del problema la $F'_{u_1} < 0$ e faremo perciò $u_1 = \frac{2m+1}{3}$

$$E_D^2 < E_A^2 \frac{G_0^2(1-m)^2 + 9w^2 K_0^2(u-1)^2 + 3\sqrt{3} w K_0 G_0(u-1)(1-m)}{[G_0(2m+1) + G_D]^2 + [3wK_0 u - B_D]^2} \quad (11)$$

Similmente la $F'_{u_1} < 0$ per $\frac{2}{3} < u < 1$ e faremo quindi $u = \frac{2}{3}$ ottenendo per $x = z = 1$; $y = 0$; $x_1 = y_1 = m$; $z_1 = 1$.

$$E_D^2 < E_A^2 \frac{G_0^2(1-m)^2 + w^2 K_0^2 + \sqrt{3} w K_0 G_0(m-1)}{[G_0(2m+1) + G_D]^2 + [2wK_0 - B_D]^2} \quad (12)$$

e rimane soltanto da determinare m che è compresa nei limiti $1 \leq m < \infty$.

Per questi valori estremi abbiamo:

$$m = 1; E_D^2 < E_A^2 \frac{w^2 K_0^2}{[3G_0 + G_D]^2 + [2wK_0 - B_D]^2} \quad (13)$$

$$m = \infty; \text{ limite } E_D^2 = E_A^2 \frac{2G_0^2}{8G_0^2} = \frac{1}{4} E_A^2$$

La (13) esprime perciò il massimo cercato.

Con i dati dell'esempio II la (13) dà il valore:

$$E_D < 20820 \text{ V, sovratensione assolutamente innocua.}$$

Con la consueta semplificazione la (13) si riduce a:

$$E_D < E_A \sqrt{\frac{1}{1+9a^2}} \quad a = \frac{G_0}{wK_0}$$

che è identica alla espressione del massimo, cui si giunge partendo dalla formula data dal Roth nel suo studio comparso nel numero di giugno 1921 della «Revue B. B. C.» dove è supposto, nè si comprende con quale criterio, $G_1 = G_2 = G_3 = G_0$.

Sovracorrenti.

Nel ricavare I_R abbiamo supposto la normalità di regime nelle due fasi non transiente. L'ipotesi è effettivamente la più probabile ed è quindi corretto il calcolare la bobina con i dati inerenti a tale evenienza: vediamo ora quali variazioni subisce questa corrente allorchè si verificano, contemporaneamente all'arco a terra in un filo, dissimmetrie nelle costanti delle altre due fasi per cui si abbia:

$$K_1 + K_2 \neq K_0; G_2 \neq G_1 + G_0.$$

Valgono anche qui, le due ipotesi considerate nella ricerca delle sovratensioni.

Dovremo per il valore di I_c scrivere:

$$I_c = I_2 + I_3 = (G_2 + jwK_2)(E_{A1} - E_A) + (G_3 + jwK_3)(E_{A1} - E_{A3})$$

e quindi

$$I_R = I_c + I_D = \frac{E_A}{2} \left\{ 3(G_2 + G_3) + \sqrt{3} w(K_2 - K_3) + \right. \\ \left. + 2G_1 - j[\sqrt{3}(G_2 - G_3) - 3w(K_2 + K_3) + 2B_1] \right\} \\ I_R = \frac{E_A}{4} \left\{ [3(G_2 + G_3) + \sqrt{3} w(K_2 - K_3) + 2G_1]^2 + \right. \\ \left. + [\sqrt{3}(G_2 - G_3) - 3w(K_2 + K_3) + 2B_1]^2 \right\} \quad (14)$$

1ª Ipotesi.

$$I_R = E_A^2 \left\{ 3(G_0^2 + w^2 K_0^2)(3u^2 + v^2) + \right. \\ \left. + \frac{1 + 6u(G_0 R_1 - w^2 L_1 K_0) + 2w\sqrt{3}v(K_0 R_1 + L_1 G_0)}{R_1^2 + w^2 L_1^2} \right\} \quad (15)$$

Le derivate parziali della (15) fatte nulle conducono alla soluzione:

$$u = \frac{w^2 L_1 K_0 - G_0 R_1}{3Y_0^2 \times Z_1^2}; \quad v = -\frac{w\sqrt{3}(K_0 R_1 + L_1 G_0)}{3Y_0^2 \times Z_1^2}$$

La (15) si annulla per questi valori di u e v e siccome non solo u , ma anche il corrispondente valore di x :

$$x = u - v = \frac{w^2 K_0 L_1 - G_0 R_1 - w\sqrt{3}(K_0 R_1 + L_1 G_0)}{3 \times Y_0^2 \times Z_1^2}$$

può risultare maggiore di zero, si constata l'apparente paradosso della possibilità di una corrente risultante a terra nulla, durante un transiente che disturba le tre fasi, mentre ciò non è possibile nel caso più comune di una sola fase a terra senza variazioni assime-

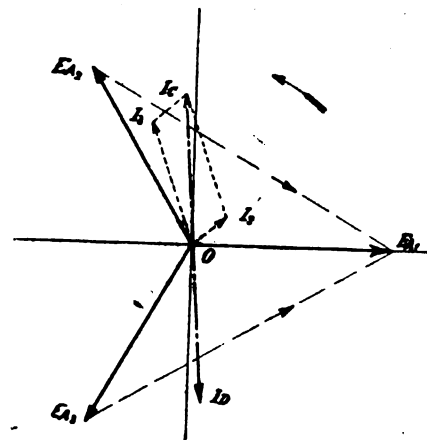


Fig. 3.

triche delle costanti, nelle altre due. La fig. 3 mette in semplice evidenza la genesi vettoriale di questo interessante punto di minimo il quale ha viceversa scarsa importanza, se riferito ai limiti della nostra indagine pratica.

Analizzando la (15) con il consueto procedimento si giunge rapidamente alla relazione:

$$I_R^2 > E_A^2 \left\{ 3(G_0^2 + w^2 K_0^2) + \right. \\ \left. + \frac{1 + \sqrt{3}w(K_0 R_1 + L_1 G_0) + 3(G_0 R_1 - w^2 L_1 K_0)}{R_1^2 + w^2 L_1^2} \right\} \quad (16)$$

corrispondente a $x = 1$; $y = 0$ e rappresentante il valore massimo che assume la corrente risultante a terra nella ipotesi di una fase interrotta all'origine, durante l'arco a terra di una delle fasi rimanenti.

Con i dati dell'esempio I si ottiene:

$$I_R \leq 96 A$$

ossia più che quattro volte il valore previamente calcolato.

2ª Ipotesi.

La (14) si trasforma in:

$$I_R^2 = E^2 A^2 \left\{ \left[3 G_0 u_1 + w \sqrt{3} K_0 v + G_t \right]^2 + \left[\sqrt{3} G_0 v_1 - 3 w K_0 u + B_t \right]^2 \right\} \quad (17)$$

$$v = 1 - u; v_1 = m - u_1$$

$$I_R^2 \leq E^2 A^2 \left\{ \left[3 G_0 u_1 + w \sqrt{3} K_0 (1 - u) + G_t \right]^2 + \left[\sqrt{3} G_0 (m - u_1) - 3 w K_0 u + B_t \right]^2 \right\}$$

la 1ª derivata in u ha per valore massimo nei limiti $\frac{1}{2} < u < 1$

$$E^2 A^2 \times 2 w K_0 (9 w K_0 - \sqrt{3} G_t - 3 \sqrt{3} G_0 m - 3 B_t)$$

essa è < 0 nel caso pratico e quindi $u = \frac{1}{2}$:

$$I_R^2 \leq E^2 A^2 \left\{ \left[3 G_0 u_1 + \frac{1}{2} w \sqrt{3} K_0 + G_t \right]^2 + \left[\sqrt{3} G_0 (m - u_1) - \frac{3}{2} w K_0 + B_t \right]^2 \right\}$$

la prima derivata in u_1 può assumere i due segni a seconda del valore di m dando così origine a due differenti espressioni di I_R e cioè:

$$I_R^2 \leq E^2 A^2 \left\{ \left[3 G_0 m + \left(\frac{\sqrt{3}}{2} w K_0 + G_t \right) \right]^2 + \left[B_t - \frac{3}{2} w K_0 \right]^2 \right\} \quad (18)$$

$$I_R^2 \leq E^2 A^2 \left\{ \left[\frac{3}{2} G_0 (m + 1) + \left(\frac{\sqrt{3}}{2} w K_0 + G_t \right) \right]^2 + \left[\frac{\sqrt{3}}{2} G_0 (m - 1) + \left(B_t - \frac{3}{2} w K_0 \right) \right]^2 \right\} \quad (19)$$

ambidue crescenti con m e corrispondenti rispettivamente a:

$$K_1 = K_2 = 0; K_2 = K_0; G_2 = G_1 = m G_0; G_1 = \infty \quad \text{la (18):}$$

$$K_1 = K_2 = 0; K_2 = K_0; G_1 = \infty; G_2 = m G_0; G_3 = G_0 \quad \text{la (19):}$$

Per il caso assai frequente in pratica in cui $m=1$ la (18) si identifica alla (19) nella unica espressione:

$$I_R^2 \leq E^2 A^2 \left\{ 9 G_0^2 + 3 w^2 K_0^2 + 3 \sqrt{3} w K_0 G_0 + \frac{1 + R_t \times (6 G_0 + w \sqrt{3} K_0) - 3 w^2 K_0 L_t}{R_t^2 + w^2 L_t^2} \right\} \quad (20)$$

e con i dati dell'esempio I

$$I_R = 105 A$$

Conclusioni.

Dal complesso delle deduzioni analitiche così formulate e dagli inerenti esempi numerici, sembra si possa spassionatamente giungere alle seguenti conclusioni:

a) Il dispositivo Petersen, ottimo nella sua semplicità teorica, non diminuisce il suo valore allorché viene condotto al cimento della applicazione pratica: solo occorre in tale evenienza di fissare bene il valore della capacità normale di ogni filo contro terra. Questo valore non deve in verun caso essere sorpassato.

b) La «dissonanza» della bobina è automatica e non vi è perciò alcun bisogno di determinarla a priori, mediante esperienze di linea difficilmente conclusive.

c) È di grande importanza nel calcolo della bobina, il tenere conto delle reattanze dei trasformatori e della linea.

d) Se è vero che attualmente si preferisce dalla tecnica americana la messa a terra franca del neutro a quella induttiva, è pure indiscutibile che la prima soluzione richiede maggiore capacità di apertura negli automatici e forti reattanze dei trasformatori e non si presta perciò a venire estesa a buona parte degli impianti europei e soprattutto italiani. Con l'aumentare inoltre della grandiosità degli impianti di trasmissione e quindi delle quantità di energia che si possono liberare attraverso i corti circuiti, non è azzardato il prevedere, fin da ora, un limite oltre il quale diventerà praticamente impossibile di costruire materiale capace di sopportare cimenti colossali e forse allora il dispositivo Petersen, convenientemente proporzionato, potrà rendere servizi importanti anche sulle maggiori linee di trasmissione.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Autostrade e ferrovie.

Riceviamo:

Convegno coll'Ing. Marco Semenza che si tenda all'esagerazione in fatto di autostrade, non senza colpa dei tecnici che non se ne curano lasciando prevalere i criteri e gli interessi turistici. Questi presentano programmi di movimento in base a 80 km all'ora e di linee parallele e più lunghe delle strade provinciali esistenti, che col semplice miglioramento della pavimentazione potrebbero soddisfare le esigenze dell'autoveicolo; mentre i tecnici dei trasporti non vogliono riconoscere che la trazione libera ha elementi di vita sana e rigogliosa tali da rivoluzionare il loro campo con provvedimenti di rapida attuazione imposti dall'interesse generale e per sortire dal pelago delle istituzioni ferroviarie.

Tracciati nuovi sono giustificati soltanto da speciali circostanze favorevoli, come quando servono ad abbreviare la distanza fra centri di gran traffico, ad evitare l'attraversamento di abitati, a creare comunicazioni locali dove mancano strade e ferrovie. Ad es. da Milano a Venezia per Volta Mantovana, da Milano a Torino e alla Francia con un valico alpino aperto tutto l'anno, da Milano a Genova, oltre a servire zone poco conosciute commercialmente e impervie, si ha in media la riduzione di 1/7 del percorso attuale, che da sola sarebbe sufficiente a coprire la spesa di costruzione.

Dove non concorrono le circostanze accennate, ad es., per i viali in vicinanza delle città larghi e in rettilineo, come da Torino a Stupinigi, da Milano a Monza, e per le grandi arterie tracciate dai maestri, come la via Emilia, la sede nuova per l'autostrada è un lusso, una pista privata per gare di velocità, a cui non è giusto far contribuire gli Enti pubblici; secondo i casi basterà per esse la cilindratura colla catramatura annuale, oppure la pavimentazione per otto metri di larghezza lasciando una zona di quattro o cinque metri ai veicoli a trazione animale, la cui importanza in tonn.-km. si ridurrà a qualche centesimo del traffico totale.

Se fosse possibile far pagare agli utenti l'intera economia realizzata, si otterrebbe l'ammortamento delle autostrade in qualche anno e la questione finanziaria sarebbe presto risolta. L'applicazione del pedaggio, a cui io pure avevo pensato in principio, presenta troppe difficoltà di esazione, incagli al traffico, costo maggiore d'impianto per la chiusura della sede e la costruzione di sopra o sottopassaggi alle strade comunali, vicinali e private. Affrontando il problema con coraggio e larghezza di vedute, sarebbero sufficienti le tasse attuali di Esercizio e di Ricchezza mobile, e le economie nelle sovvenzioni alle ferrovie in esercizio o in progetto.

L'interesse per l'industria elettrotecnica io ritengo sia superiore nel caso di parecchie migliaia di piccoli motori sull'autostrada elettrica rispetto a quello di pochi grandi locomotori richiesti dal servizio ferroviario. Basta pensare alla vettura di quattro posti di 700 kg di peso, che ognuno può guidare dopo qualche ora di tirocinio, con motore di tre cavalli per viaggiare a 50 km all'ora in piano, e 90 centesimi di spesa di energia (60 watt-ora per tonn.-km e L. 0,30 per kW-ora), percorso che il cavallo animale a stento può compiere in una giornata con 20 lire almeno di spesa; e per i servizi pubblici ricorderò la descrizione e la vignetta della vettura di 36 posti a pagina 103 dell'Elettrotecnica, 15 febbraio u. s. Supponendola di 10 tonnellate col carico, per 50 km all'ora il costo dell'energia risulta 18 centesimi per km. La spesa maggiore è però quella dei pneumatici, circa L. 8000 per 20000 km, 40 centesimi per chilometro.

Per i treni merci con quattro o cinque rimorchi, non superandosi i 16 km all'ora, la sola attrice avrà gomme piene, le altre ruote con cerchioni metallici su trattori di acciaio danno uno sforzo di trazione pari a quello delle tramvie tenendo conto della minor resistenza nelle curve, e così il costo della trazione; mentre si tolgono tutti i vincoli e le complicazioni create dal binario di guida al movimento dei veicoli, e dai trasbordi.

La trasformazione completa della nostra organizzazione economica e di vita, che l'ing. Semenza crede necessaria perché tutti possano servirsi degli autoveicoli, si riduce dunque al miglioramento delle strade esistenti ed alla costruzione di poche linee nuove giustificate dal traffico. La provvista del materiale mobile da parte dei privati o delle imprese di trasporti non richiederà sacrificio maggiore di quello per i mobili più necessari alla casa o per i primi attrezzi e macchine degli stabilimenti. Questo è già avvenuto in America e in Inghilterra, sulla della ferrovia e dove il cavallo non si vede ormai che alle corse o nei circhi.

Salvo le grandi linee, per le quali l'autoveicolo su strade parallele permetterà di abolire tutte le stazioni secondarie ed i servizi più costosi avvicinando la spesa d'esercizio a quella della trazione, le povere ferrovie (secondarie) e tramvie costrette al vincolo dei binari e destinate a sparire, hanno invece modo di ricostruirsi colla valorizzazione delle loro aree, dei fabbricati e delle opere d'arte, che serviranno alla sede delle autostrade, partecipando alla sovvenzione statale, e coll'assunzione dei servizi pubblici.

Per le merci questi avranno sempre il vantaggio sui privati di evitare di regola l'andata o il ritorno a vuoto, di poter disporre di

materiale mobile per trasporti eccezionali, di minori spese per magazzini, rimesse e officine di riparazione.

Al servizio passeggeri verrà applicato il criterio del sistema in derivazione come in una distribuzione elettrica. Ad es., per una linea che si irradia da un centro, oggi un treno (sistema in serie) parte carico per arrivare quasi vuoto al capolinea, e perde metà del suo tempo nelle fermate. Se si aggiunge la maggior percorrenza imposta dai tracciati a zig-zag per toccare località non allineate, si vede che le vetture dirette per le singole destinazioni con occupazione costante per tutto il percorso, danno un'utilizzazione almeno quadrupla. Cedute a nolo od a forfait al conduttore, come i carri merci groupages, si risparmia la spesa di esazione e controllo.

Quanto al personale, se sarà più numeroso, dato che la spesa totale d'esercizio risulta inferiore, vorrà dire che esso sarà meglio utilizzato anche in altre mansioni, ma soprattutto interessato, avendo in molti casi anche la proprietà del veicolo; e scioperi non saranno più possibili perchè il servizio o il prodotto dell'attività individuale sarà una cosa sola colla vita come per il personale domestico.

Concludendo io mi confermo di opinione contraria a quella dell'Ing. Marco Semenza che entrambi i sistemi di trasporto su ruote con bordino o sterzabili abbiano il loro campo d'azione senza possibilità per l'uno di soppiantare l'altro, precisamente come si predicava per il Canale navigabile Milano-Po rispetto alla via di terra. Tutte le ferrovie e tramvie in cui la percorrenza media delle merci è inferiore a 100 km, per vincere la concorrenza dovranno fare il servizio gratuitamente essendo il costo dell'autoveicolo in sede adatta uguale a quello del doppio trasbordo e porto a domicilio; e per i passeggeri la riduzione del peso dei veicoli su gomme, del numero e della durata delle fermate, la frequenza delle corse, gli itinerari diretti, la facilità di spostamenti di materiale mobile per ricorrenze straordinarie, l'esercizio delle vetture private, concorrono a rendere la spesa dei trasporti con autoveicoli tanto bassa, da sconsigliare nuove immobilizzazioni in binari ed elettrificazioni e far decidere la trasformazione in autostrade di gran parte delle linee ferroviarie e tramviarie esistenti.

Ing. EMILIO BELLONI.

Il collega Semenza si riserva di rispondere all'Ing. Belloni in un prossimo articolo.

.. SÚNTI E SOMMARI ..

COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE.

G. OSSANNA — Della generazione di correnti alternate asimmetriche nelle macchine elettriche. (Wissenschaftliche Veroeffentlichungen aus dem Siemens - Konzern - II Volume).

Tensioni alternate asimmetriche con ampiezze positive e negative di valore differente possono venir impiegate con successo nei casi in cui si sopprime l'effetto della mezza onda di ampiezza minore.

L'A. esamina le condizioni nelle quali si possono generare per mezzo di macchine elettriche delle tensioni alternate asimmetriche di forma qualsiasi e esclude dal suo studio le tre seguenti categorie di macchine, che per i loro difetti non conducono ad alcuna soluzione pratica:

- 1) Macchine generatrici di tensioni alternate asimmetriche eccitate mediante corrente alternata;
- 2) Macchine come sopra nelle quali dette tensioni sono dovute esclusivamente o in massima parte a pulsazioni del flusso induttore;
- 3) Macchine, nelle quali il volume di corrente dell'indotto non è nullo o quasi nullo.

Per generare una tensione alternata asimmetrica occorre disporre di un avvolgimento d'indotto asimmetrico e di un sistema polare pure asimmetrico.

Per produrre un flusso magnetico periodicamente costante, come è richiesto dalle categorie di macchine che verranno esaminate, è indispensabile di disporre di un'eccitazione a corrente continua e di una riluttanza del circuito magnetico indipendente dalla posizione dei magneti rispetto all'indotto. La distribuzione nell'intraferro del flusso così prodotto sarà pure periodicamente invariabile e potrà venir rappresentata da un diagramma polare, che potrà a sua volta essere simmetrico o asimmetrico. Sarà simmetrico se le sue ordinate in punti, distanti fra di loro un passo polare o una mezza onda $\left(\frac{X}{2}\right)$, avranno valori eguali di segno opposto; negli altri casi il diagramma sarà asimmetrico.

Un diagramma simmetrico si può rappresentare per mezzo di una serie di Fourier composta di termini sinusoidali e cosinusoidali dispari della forma:

$$B = B'_1 \sin \frac{2\pi}{X} x + B'_3 \sin 3 \frac{2\pi}{X} x + B'_5 \sin 5 \frac{2\pi}{X} x + \dots \\ + B''_1 \cos \frac{2\pi}{X} x + B''_3 \cos 3 \frac{2\pi}{X} x + B''_5 \cos 5 \frac{2\pi}{X} x + \dots \quad (1)$$

in cui B indica l'induzione nell'intraferro alla distanza x dall'origine, X la lunghezza d'onda (doppio passo polare) e $B'_1, B'_3, \dots, B''_1, B''_3, \dots$

$B'_3, \dots$ le ampiezze delle singole armoniche. Le figure 1a e 1b rappresentano due di tali diagrammi.

Un diagramma polare è invece asimmetrico se per rappresentarlo per mezzo di una serie di Fourier si deve ricorrere anche ai termini

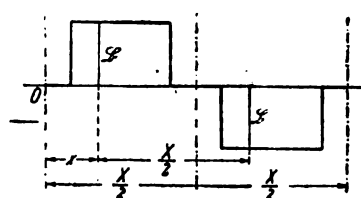


Fig. 1 a.

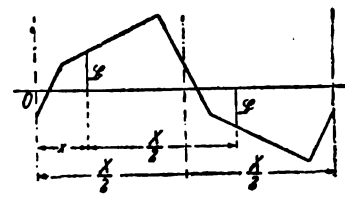


Fig. 1 b.

pari. La forma generale dell'equazione di un tale diagramma è data dalla relazione:

$$B = B'_1 \sin \frac{2\pi}{X} x + B'_2 \sin 2 \frac{2\pi}{X} x + B'_3 \sin 3 \frac{2\pi}{X} x + \dots \\ + B''_1 \cos \frac{2\pi}{X} x + B''_2 \cos 2 \frac{2\pi}{X} x + B''_3 \cos 3 \frac{2\pi}{X} x + \dots \quad (2)$$

I diagrammi polari asimmetrici di speciale importanza sono quelli denominati dall'A. di prima e di seconda categoria. I diagrammi di prima categoria possono venire rappresentati da una serie di Fourier costituita dalla somma di termini cosinusoidali pari e dispari; in punti equidistanti dall'origine essi hanno ordinate di valore e segno eguale, come appare dalle fig. 2a e 2b.

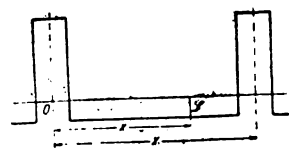


Fig. 2 a.

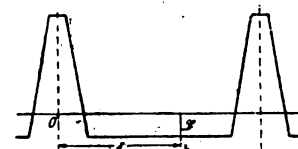


Fig. 2 b.

I diagrammi di seconda categoria invece, rappresentati da serie di Fourier costituite dalla somma di termini sinusoidali pari e dispari, in punti equidistanti dall'origine posseggono delle ordinate di eguale valore e di segno contrario, come risulta dalle figure 3a e 3b.

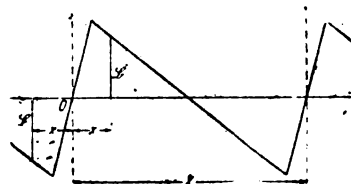


Fig. 3 a.

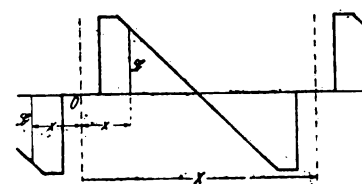


Fig. 3 b.

Il diagramma generale rappresentato dalla relazione (2) può essere immaginato come formato dalla sovrapposizione di un diagramma di prima e di uno di seconda categoria. La tensione indotta in un conduttore è simmetrica o asimmetrica a seconda che lo è il diagramma polare. Le tensioni possono venire quindi distinte in tensioni simmetriche o asimmetriche, queste ultime di prima e di seconda categoria o della categoria generale, come i diagrammi polari. Per le stesse valgono le medesime considerazioni esposte per questi ultimi diagrammi. Mentre una tensione asimmetrica di seconda categoria (cfr fig. 3a e 3b) ha dei massimi positivi e negativi di eguale valore, una tensione asimmetrica di prima categoria ha dei massimi positivi e negativi di ampiezza differente ed è appunto questa la tensione asimmetrica che può venire impiegata nel caso pratico. Che essa sia più o meno adatta a questo scopo dipende dal grado di asimmetria, se così viene denominato il rapporto fra i massimi positivi e negativi.

Ma per generare delle tensioni alternate asimmetriche non basta solo disporre di un sistema polare asimmetrico; bisogna altresì che l'avvolgimento dell'indotto presenti una asimmetria ben definita. L'A. passa quindi a trattare degli avvolgimenti asimmetrici.

Le macchine elettriche si possono scomporre in p parti eguali, a forma di segmento (p = numero delle coppie di poli) con eguale distribuzione delle correnti di eccitazione e di indotto, parti denominate in seguito «onde». Queste ultime possiedono una distribuzione delle correnti identica, perchè in punti formanti fra di loro un angolo di $\frac{360^\circ}{p}$ si hanno delle correnti di eguale valore e di eguale segno.

La somma algebrica degli ampère — conduttori distribuiti lungo una onda deve essere nulla in ogni momento, se si vuole evitare una magnetizzazione risultante del ferro dell'indotto, assai dannosa per l'esercizio, perchè aumenterebbe enormemente l'induttività dell'avvolgimento dell'indotto rendendo praticamente impossibile qualsiasi deri-

vazione di corrente e dando luogo ad una curva di tensione assai deformata. Per ottenere quanto sopra è necessario di disporre lungo un'onda due gruppi di conduttori con flussi magnetici propri di valore eguale, ma diretti in senso opposto. Accennando quindi in seguito ad un primo e secondo gruppo di conduttori, si intenderà di due gruppi ognuno dei quali formato dal complesso di conduttori di un'onda che diano un'azione magnetica diretta nel medesimo senso.

Un avvolgimento sarà asimmetrico se:

- 1) La distanza media fra due gruppi di conduttori di un'onda è diversa della lunghezza d'onda;
- 2) I due gruppi di conduttori hanno due distribuzioni di conduttori non equivalenti;
- 3) I due gruppi di conduttori sono costituiti da quantità diverse di conduttori;
- 4) La distribuzione dei conduttori nei gruppi stessi non è uniforme.

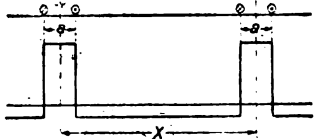


Fig. 4 a.

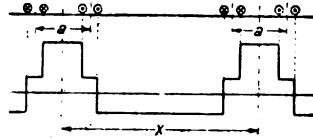


Fig. 4 b.

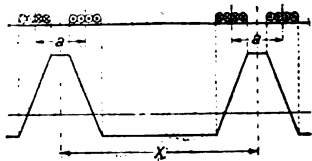


Fig. 4 c.

Le figure 4a - 4c mostrano degli avvolgimenti di indotto coi rispettivi diagrammi polari in cui si è ottenuta l'asimmetria scegliendo una distanza a dei gruppi di conduttori minore della metà della lunghezza d'onda. Avvolgimenti di questo genere, in cui $a < \frac{X}{2}$, sono denominati avvolgimenti asimmetrici di prima categoria e danno origine a diagrammi polari asimmetrici di prima categoria, se la riluttanza magnetica è distribuita in modo uniforme.

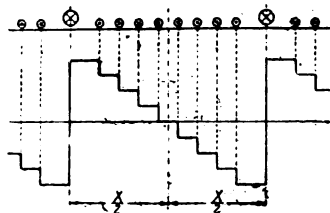


Fig. 5 a.

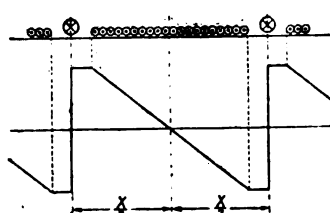


Fig. 5 b.

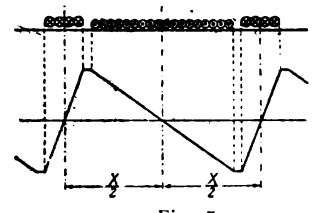


Fig. 5 c.

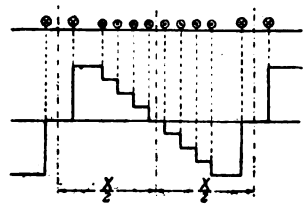


Fig. 5 d.

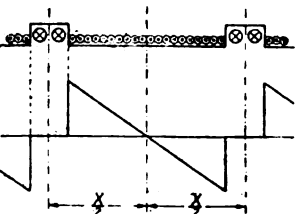


Fig. 5 e

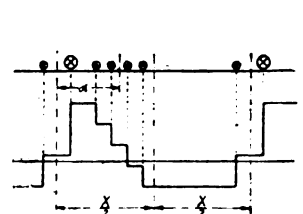


Fig. 6.

La riluttanza magnetica è distribuita in modo uniforme. Le figure 5a - 5e rappresentano invece avvolgimenti asimmetrici, nei quali la distribuzione dei conduttori nei due gruppi non è equivalente, mentre la loro distanza corrisponde, come negli avvolgimenti simmetrici alla mezza lunghezza d'onda. Essi sono denominati avvolgimenti asimmetrici di seconda categoria e danno luogo a diagrammi polari asimmetrici di seconda categoria, se la riluttanza magnetica è distribuita uniformemente. La figura 6 invece rappresenta un avvolgimento a più asimmetrie.

Derivata quindi dalla relazione (2) l'equazione generale della f. e. m. indotta in un avvolgimento simmetrico qualsiasi o asimmetrico di prima o seconda categoria, a cui viene limitato lo studio in

vista della loro importanza speciale, l'A. esamina le condizioni nelle quali possono venir generate delle tensioni asimmetriche delle macchine elettriche e analizza tutte le combinazioni che si possono fare fra avvolgimenti e diagrammi polari e precisamente:

- 1) Avvolgimento d'indotto asimmetrico e diagramma polare asimmetrico;
- 2) Avvolgimento d'indotto asimmetrico e diagramma polare simmetrico;
- 3) Avvolgimento d'indotto asimmetrico di prima categoria e diagramma polare asimmetrico di prima categoria;
- 4) Avvolgimento d'indotto asimmetrico di seconda categoria e diagramma polare asimmetrico di seconda categoria;
- 5) Avvolgimento d'indotto asimmetrico di prima categoria e diagramma polare asimmetrico di seconda categoria;
- 6) Avvolgimento d'indotto asimmetrico di seconda categoria e diagramma polare asimmetrico di prima categoria;
- 7) Avvolgimento d'indotto asimmetrico di prima o di seconda categoria e diagramma polare a doppia asimmetria.

I risultati di quest'analisi si possono così riassumere. I casi 1 e 2 non danno luogo a tensioni asimmetriche; è cioè indispensabile di combinare diagrammi polari asimmetrici con avvolgimenti d'indotto asimmetrici per generare delle tensioni asimmetriche. I casi 3 e 4 danno luogo a tensioni asimmetriche di seconda categoria con ordinate positive e negative di eguale ampiezza, mentre i casi 5 e 6 originano tensioni asimmetriche di prima categoria con un grado di asimmetria qualsiasi. Il caso 7 infine dà luogo generalmente a tensioni asimmetriche.

Particolare interesse per la generazione di tensioni asimmetriche ha l'avvolgimento Pacinotti ad anello. L'A. dimostra che in via generale quest'avvolgimento, da cui venga derivata corrente in due punti qualsiasi, dividendolo così in due parti (gruppi di conduttori) disuguali collegate fra di loro in parallelo, si comporta come un avvolgimento d'indotto di seconda categoria. In pari tempo i due gruppi di conduttori danno la medesima f. e. m., eliminando in tal modo qualsiasi corrente interna di circolazione.

Per generare dunque una tensione asimmetrica di prima categoria con un grado d'asimmetria qualunque sarà necessario combinare l'avvolgimento Pacinotti con un diagramma polare di prima categoria.

Derivando corrente da due punti diametralmente opposti, detto avvolgimento genera una tensione simmetrica anche se combinato con un diagramma polare asimmetrico. E infine interessante notare che i due gruppi di conduttori, anche provvisti di numero diverso di conduttori, sono percorsi da correnti di valore differente che si registrano automaticamente in modo da rendere nullo il volume di corrente risultante.

Da quanto sopra si rileva che l'avvolgimento Pacinotti ad anello permette senz'altro di derivare dallo stesso, scegliendo opportunamente i punti di derivazione, delle f. e. m. con diversi gradi d'asimmetria e con un numero di fasi qualunque. In secondo luogo esso può servire a trasformare una tensione alternata simmetrica in una asimmetrica qualsiasi.

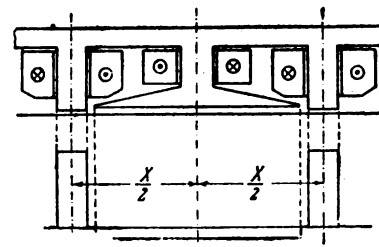


Fig. 7.

Come è stato già esposto, si possono costituire dei sistemi magnetici asimmetrici che danno luogo a diagrammi polari asimmetrici, adottando un avvolgimento di eccitazione asimmetrico e mantenendo simmetrica la distribuzione della riluttanza magnetica. È possibile

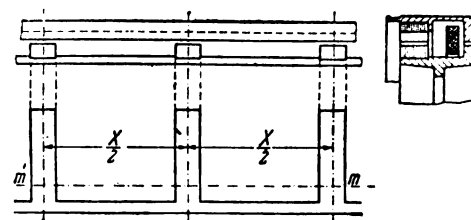


Fig. 8.

inoltre formare tali sistemi con una distribuzione asimmetrica della riluttanza magnetica combinata con un avvolgimento di eccitazione simmetrico e infine combinando un avvolgimento di eccitazione asimmetrico con una distribuzione asimmetrica della riluttanza magnetica.

Esempi di queste due ultime disposizioni danno le figure 7, 8, 9, 10, 11 e 12. La fig. 7 rappresenta un sistema magnetico con diagramma

polare di prima categoria, nel quale la riluttanza magnetica è distribuita in maniera asimmetrica. La fig. 8 mostra una macchina omopolare con diagramma polare di prima categoria; quest'ultimo non ha

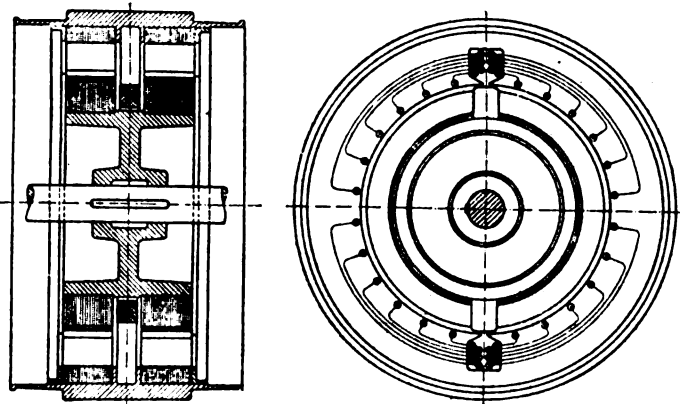


Fig. 9.

valori negativi in nessun punto. La sua componente continua rappresentata dalla retta mm non ha parte attiva nella induzione della $f. e. m.$; per calcolare quest'ultima deve essere tenuto conto del diagram-

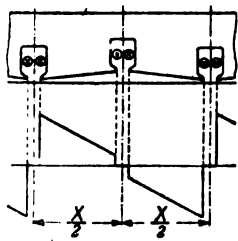


Fig. 10.

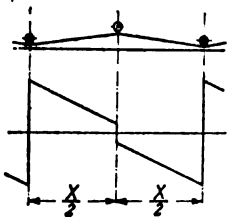


Fig. 11.

ma polare avente la retta mm per asse delle ascisse. La fig. 9 mostra una macchina omopolare con corona doppia provvista di sistema polare asimmetrico di prima categoria e avvolgimento di indotto di

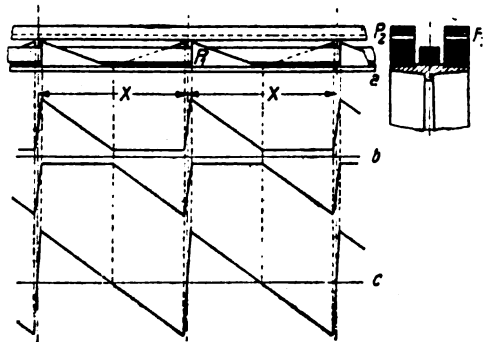


Fig. 12.

seconda categoria. Che si possano ottenere anche dei diagrammi polari di seconda categoria per mezzo della distribuzione asimmetrica della riluttanza mostrano le figure 10-12. La fig. 12 rappresenta una

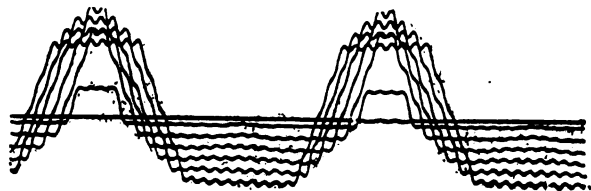


Fig. 13.

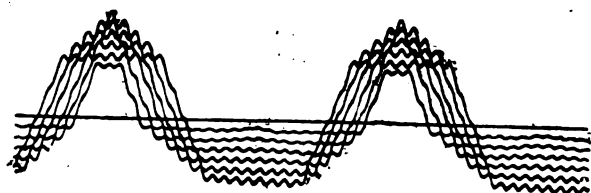


Fig. 14.

macchina omopolare con due corone provviste di espansioni polari P_1 e P_2 formate in modo da dare ciascuna per sé i diagrammi della figura 12b. L'effetto risultante di questi due diagrammi per un conduttore passante attraverso ambedue le corone è dato dalla figura 12c. Dopo aver accennato ad un metodo semplice per la costruzione

delle curve di tensione l'A. dà due serie di oscillogrammi (fig. 13 e 14) ottenuti con un avvolgimento Pacinotti ad anello con 24 canali per onda ($z_1 + z_2 = 24$, se con z_1 e z_2 si indica il numero dei canali per ogni gruppo di conduttori).

Per gli oscillogrammi della figura 13, z_1 è rispettivamente eguale a 1, 3, 5, 7, 9 e 11, per quelli della fig. 14 invece $z_1 = 2, 4, 6, 8, 10$ e 12. I gradi di asimmetria corrispondenti hanno i valori di 5.0, 5.0, 5.0, 3.8, 3.0, 2.4, 2.0, 1.66, 1.4, 1.2 e 1.0. e. e. s.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

In materia di patenti relative ai triodi. — A quanto riferisce *The El.* (1923 vol. 90 N. 2341 pag. 349) la Corte di Appello di Londra ha confermata la sentenza resa nello scorso autunno dal tribunale, riguardo alla vertenza fra la Marconi's Wireless Tel. Co. e la Mullard Radio Valve Co. Come è noto, ambedue le ditte sono fra le più importanti produttrici di triodi, i quali tendono ormai sempre più verso tipi normalizzati, assai poco differenti da una ditta all'altra. La Marconi aveva citato la Mullard per infrazione di due patenti di sua proprietà: l'una del 1913, intestata al Round e relativa a un perfezionamento dei tubi di Lieben, l'altra del 1916, intestata ai francesi Peri e Biguet e relativa alla forma a spirale dell'elettrodo di controllo o griglia e ad altri particolari costruttivi. La Mullard per contro, non solo negava l'infrazione delle due patenti, ma addirittura ne impugnava la validità. Ora la sentenza della Corte d'Appello, confermando quella del tribunale, dichiara che le due patenti sono valide, ma che l'infrazione da parte della Mullard non esiste, grazie al tipo di costruzione dei triodi da essa adottato. In altri termini, come fa osservare il Howe (*The El.* 11-V.-23 vol. 90 N. 2347 pag. 500), la validità delle due patenti in questione è riconosciuta solo in senso ristretto, limitatamente ai dispositivi esattamente descritti nella rivendicazione, dispositivi dai quali sembra assai facile discostarsi senza influire sulle proprietà del triodo.

*

Triodi di quarzo per elevate potenze. — La marina Britannica prosegue da parecchi anni i tentativi per costruire ed introdurre nel servizio r. t. grossi triodi trasmettenti. I filamenti sono d'ordinario di tungsteno e vengono fatti funzionare a temperature assolute fra 2400° e 2500°. La griglia, e in particolare il suo diametro in confronto con quello dell'anodo, l'apertura delle sue maglie e la grossezza del filo, di cui è costituita, hanno influenza decisiva sul coefficiente di amplificazione interna che è di solito fra 20 e 30, ma che si può portare con speciale costruzione a valori assai più alti. Ciò che limita la potenza del triodo è la necessità di smaltire il calore che si sviluppa sull'anodo e che non può superare, anche nelle migliori condizioni, i 35-45 watt per cm^2 di anodo.

A quanto riferisce H. Morris-Airey (*The El.* 13-IV-23 vol. 90 N. 2343 pag. 394) l'Ammiragliato provvede già alcuni anni or sono a far costruire triodi di quarzo per utilizzare le proprietà di questo materiale, assai più diatermano del vetro e nello stesso tempo più resistente alle alte temperature. Dopo numerosi tentativi, svolti in collaborazione con parecchie ditte, è stato possibile ottenere dalla «Mullard» un tipo di triodo a bulbo di quarzo, capace di smaltire il calore corrispondente a 9500 W in funzionamento normale (e quindi di generare una potenza di corrente oscillatoria assai più rilevante, se si tien conto degli elevati rendimenti raggiungibili in questa trasformazione). Ultimamente è stato possibile affrontare la costruzione di triodi capaci di dissipare 24 kW.

La vita dei triodi di quarzo è in generale determinata dalla durata del filamento. Nella stazione sperimentale della Marina Britannica a Horsea sono in servizio parecchi triodi a bulbo di quarzo con più che 1000 ore di vita.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Linea Ferroviaria tra Mullens e Roanoki. — La Westinghouse Electric & Mfg. Co di Pittsburgh Pa. U.S.A. ha recentemente concluso un contratto con la Virginian Railway Company degli Stati Uniti d'America, per l'elettrificazione di una linea ferroviaria tra Mullens e Roanoki (nello Stato della Virginia) comprendente 215 chilometri di linea e 340 km di binario.

Questo impianto per la sua importanza, per la pesantezza dei treni e la pendenza della linea rappresenta uno fra i maggiori esempi che si abbiano fin'oggi di elettrificazione ferroviaria. L'impianto è destinato al trasporto di treni pesantissimi di carbone e supera notevolmente quello analogo della Norfolk & Western la cui linea è stata elettrificata pure dalla Westinghouse ed era considerata la ferrovia elettrica a traffico pesante più intenso del mondo.

Il sistema proposto dalla Westinghouse e che è stato il prescelto è lo «Split Phase» con tensione di linea di 11.000 V e frequenza di 25 periodi in concorrenza colla corrente continua a 3000 volt.

Il contratto che include anche una centrale di 50.000 kW e comprende le più potenti locomotive elettriche a sistema Split Phase del mondo, importa 15 milioni di dollari (circa 320 miliardi di lire)

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Piemonte Centrale di Elettricità — Torino — Capitale L. 15.000.000.

Si sono risentiti i primi vantaggiosi risultati del vasto programma di lavori, compiuto negli ultimi anni. Il bilancio al 31 dicembre 1922 chiude con un saldo attivo di L. 787.807 delle quali L. 300.000 vengono assegnate al fondo ammortamento. Sulle rimanenze si distribuisce in dividendo dell'8 per cento.

Società Elettrica Bergamasca — Bergamo — Cap. L. 20.000.000.

È stata deliberata la esecuzione dell'impianto di utilizzazione del Brembo fra Lenna e Orbrembo, sospendendo l'inizio dell'altro impianto sul Parnia. L'impianto di Orbrembo, di carattere torrentizio, sarà integrato dagli impianti della Società Forze Idrauliche Alto Brembo.

Il bilancio chiuso al 31 dicembre 1922 contempla un utile di L. 1.019.897 che permette di distribuire un dividendo dell'8 per cento al capitale versato (L. 12.000.000).

Società Idroelettrica dell'Ossola — Milano — Cap. L. 2.000.000.

Chiude il bilancio con un utile di L. 519.285 sul quale si distribuisce un dividendo del 10 %.

La Società ha provveduto ad assicurarsi una riserva per casi di siccità o guasti mediante accordi colla Unione Esercizi Elettrici.

Società Anonima Valle Meria — Rongio — Cap. L. 350.000.

Il bilancio chiuso al 31 dicembre 1922, presenta un utile di L. 45.552.

Società Anonima Canturina — Cantù — Capitale L. 300.000.

Sul bilancio 1922 registra un utile netto di L. 39.889 che consente di assegnare L. 10 ad ogni azione.

Società Anonima per l'Illuminazione elettrica — Gavardo — Capitale L. 300.000.

Ha chiuso il bilancio al 31 dicembre con un utile di L. 29.398.

Società Euganea di Elettricità — Venezia — Cap. L. 10.000.000.

Anche l'esercizio 1922 fu reso gravoso dalla siccità e dalla necessità di attivare in alcuni periodi le riserve termiche. Il bilancio chiuso al 31 dicembre registra un utile di L. 17.617 che non consente di distribuire dividendo al capitale.

Società Anonima Elettrica Trevigiana — Treviso — Capitale L. 8.000.000.

L'utile di L. 690.049 registrato dal bilancio chiuso al 31 dicembre 1922 permette di assegnare un dividendo del 9 %.

Società Anonima Acquedotto De Ferrari Galliera — Genova — Capitale L. 12.000.000.

Chiude il bilancio al 31 dicembre e segna un utile di L. 763.676 sul quale viene distribuito un dividendo di L. 13.75 ad ogni azione.

Soc. Elettrica Romagnola — Bologna — Capitale L. 12.000.000.

Nel bilancio dell'esercizio 1922 ha realizzato un utile netto di L. 935.310 e ripartisce un dividendo del 7 %.

Società Elettrica Padana — Ferrara — Cap. L. 6.000.000.

L'esercizio 1922 chiude con un utile di L. 11.332 che vengono completamente riportate a nuovo.

Società Boracifera di Lardarello — Firenze — Cap. L. 7.000.000.

Il ramo elettrico di questa Società è stato passivo per le difficoltà incontrate per applicare un equo aumento di tariffe.

Il bilancio della Società chiude però con un utile di L. 907.923, che consente di distribuire L. 10 per ogni azione.

Società An. Elettricità Toscana — Pisa — Cap. L. 4.000.000.

Il bilancio chiude al 31 dicembre 1922 con un utile di L. 451.726, che permette di assegnare un dividendo di L. 40 per ogni azione.

Società Idroelettrica Val di Magra — Spezia — Cap. L. 300.000.

Sul bilancio dell'esercizio decorso distribuisce un dividendo dell'8 per cento.

Società Laziale di Elettricità — Roma — Capitale L. 5.000.000.

Il bilancio contempla un utile di L. 505.081 che consente la distribuzione di un dividendo di L. 8 per ogni azione.

Società Generale per la Illuminazione — Napoli.

La relazione del Consiglio rileva il continuo sviluppo della Società. Il bilancio chiude con un utile di L. 881.411 cui va aggiunto il riporto del bilancio precedente in L. 1094; si ripartisce un dividendo del 5 %.

Società per Applicazioni di Energia Elettrica — Torre Annunziata — Capitale L. 3.000.000.

Il bilancio chiuso al 31 dicembre presenta un utile di L. 319.318 che consente di ripartire l'8 per cento.

Società Forza e Luce — Bari — Capitale L. 1.930.000.

Chiude il suo secondo esercizio con un utile di L. 209.002, distribuendo un dividendo dell'8 per cento.

Società Barlettana di elettricità — Bari — Cap. L. 1.000.000.

Chiude il bilancio al 31 dicembre 1922 con un utile di L. 49.638, che permette di assegnare un dividendo di L. 2 per azione.

Società An. Industrie Elettriche Calabresi — Radicena — Capitale L. 3.000.000.

Chiude il bilancio con un utile di L. 150.572 sul quale si assegna un dividendo di L. 4 per azione.

Società Generale Elettrica della Sicilia — Capitale L. 80.000.000. (Versato L. 50.000.000).

Il bilancio chiuso al 31 dicembre 1922 presenta un utile di L. 5.320.630, sul quale viene distribuito agli azionisti un dividendo del 9 per cento.

Società Forze Idrauliche dell'Appennino Centrale — Pistoia — Capitale L. 4.000.000.

Il bilancio del decorso esercizio registra utili per L. 285.590 sui quali si distribuiscono agli azionisti dividendi di L. 9 per ogni azione.

Società Trazione Elettrica Lombarda — Milano.

Venne approvato il bilancio che dà un utile di L. 608.522 permettendo un dividendo del 7,50 per cento.

Società Anonima Elettrochimica Ing. Luigi Magrini — Bergamo — Capitale L. 6.000.000.

È stato approvato il bilancio dell'esercizio 1922 con un utile di L. 340.413, che consente di distribuire un dividendo del 5 per cento agli azionisti.

Società Anonima Orobia — Lecco — Cap. L. 18.000.000.

Venne approvato il bilancio chiuso il 28 febbraio 1923 che contempla un utile netto di L. 1.531.043. Viene assegnato un dividendo di L. 20 per ogni azione.

Officine Elettriche dell'Isonzo — Trieste.

Il bilancio dell'esercizio 1922 registra un utile di L. 2021 che viene versato al fondo di riserva come si è praticato nel 1921.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Idroelettrica Piemonte S. I. P. — Torino.

Ha deliberato di aumentare il capitale da Lire 80.000.000 a Lire 100.000.000 mediante emissione di 160.000 azioni da L. 125 riservate per intero ai vecchi azionisti.

Società Idroelettrica dell'Ozola — Milano.

Ha deliberato di portare il capitale da L. 20.000.000 a L. 30 milioni mediante emissione di 40.000 nuove azioni da L. 250 emesse alla pari e riservate agli azionisti.

Società Mineraria ed Elettrica del Valdarno — Firenze.

È stato approvato l'aumento del capitale da L. 50.000.000 a Lire 80.000.000 mediante l'emissione di 300.000 nuove azioni da L. 100 riservate agli azionisti, e di 40.000 obbligazioni da L. 500 affidate col collocamento al Consiglio di Amministrazione.

Società Generale Elettrica della Sicilia.

Ha deliberato di portare il capitale sociale da L. 50.000.000 a Lire 80.000.000 mediante emissione di 300.000 nuove azioni da L. 100 alla pari, in opzione agli azionisti.

Società Anonima Elettrica Valle Versa — Milano.

È stato deliberato l'aumento del capitale da Lire 130.000 a L. 200.000 emettendo 70 nuove azioni da L. 1000.

Western Electric Italiana.

Ha deliberato di aumentare il capitale da Lire 2.500.000 a L. 5.000.000 mediante emissione di 5000 azioni nuove da L. 500.

Società Elettro-Metallurgica De Donato — Napoli.

È stata approvata la riduzione del capitale sociale da L. 500.000 a L. 500.

Società Trazione Elettrica Lombarda — Milano.

Venne deliberato l'aumento del capitale da Lire 8.000.000 a L. 10.000.000 mediante emissione alla pari di 400 azioni nuove.

Società Anonima Impresa Elettrica Pollentina — Milano.

Ha deliberato di aumentare il capitale da L. 300.000 a L. 500.000 emettendo 2000 nuove azioni da L. 100.

Società Piemonte Centrale di Elettricità — Torino.

Ha deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 15.000.000 a L. 20.000.000 con emissione di 50.000 azioni nuove da L. 100 riservate agli azionisti.

Società Anonima Elettrochimica Ing. Luigi Magrini — Bergamo.

Ha approvato l'aumento del capitale da L. 6 milioni a L. 10 milioni mediante emissione di nuove azioni riservate agli azionisti.

Società Anonima Idroelettrica Monviso — Verzuolo.

È stato deliberato l'aumento del capitale da L. 20.000.000 a L. 25.000.000 mediante l'emissione di 10.000 nuove azioni da L. 500.

COSTITUZIONI DI SOCIETÀ.

Società Anonima Termoelettrica Ligure-Piemontese — Milano.

Si è costituita con capitale di L. 100.000 per ottenere la concessione della Centrale Termoelettrica di 18.000 kW a La Thuile (Aosta), ed in seguito, previo aumento di capitale, per costruire ed esercire la Centrale stessa.

Società Elettro-Agricola — Roma.

Si è costituita con un capitale di L. 30.000 distribuito in 30 azioni da L. 1000 per ogni applicazione della elettricità alla agricoltura.

Soc. Anonima Ferrovia Elettrica dell'Alta Val di Sole — Milano.

Si è costituita per la costruzione e l'esercizio di una ferrovia elettrica da Malè a Fucine ed eventualmente al Passo del Tonale.

* *

La preconizzata ed attesa mossa tedesca per una soluzione della questione della Ruhr, è venuta ma è stata una completa disillusione. Evidentemente la Germania non si è ancora resa ragione della realtà delle cose e non vuol comprendere come l'unica via per uscire dalla situazione angosciosa in cui essa si trova sia quella di accettare

le conseguenze della sconfitta subita, e rassegnarsi a pagare tutto quello che essa può pagare. Essa ha voluto nuovamente giocare d'audacia, cercando di far presa nelle vistose crepe che si andavano verificando nel muraglione della Intesa, e studiandosi di mettere la Francia dalla parte del torto in faccia all'umanità.

La nota tedesca proponeva in sostanza il pagamento di 30 miliardi di franchi oro che si sarebbero però dovuti ottenere mediante un prestito estero; l'offerta poi era subordinata all'immediato sgombero della Ruhr. Le garanzie offerte non presentavano alcuna seria consistenza. L'insufficienza della cifra offerta, già respinta come nemmeno degna di essere discussa in precedenti trattative, e la pretesa dello sgombero della Ruhr, hanno provocato da parte della Francia e del Belgio un netto rifiuto comunicato in una forma molto vivace.

Non vi ha dubbio che, qualsiasi possa essere il giudizio da farsi sulla iniziativa francese di occupare i territori Renani, la politica infida seguita dalla Germania contribuisce ad accrescere la legittimità dell'occupazione, e soprattutto la legittimità del rifiuto a lasciare i pegni contro semplici promesse verbali. Il tono della nota tedesca, che non poteva riuscire accetto ad alcuno degli alleati, offriva la più favorevole occasione per ricostituire in faccia alla Germania la solidarietà dell'Intesa. Disgraziatamente i Governi belga e francese non intesero tale opportunità, e diressero alla Germania una risposta in nome proprio limitandosi a comunicarla agli alleati in un termine di ventiquattro ore. Questo fatto, che non mancò di sollevare le legittime proteste della Inghilterra e dell'Italia, non contribuì certo a scuotere la Germania che vi potrà anzi vedere un nuovo sintomo del latente dissidio tra i vincitori. Vero è che, tanto la risposta inglese quanto quella italiana devono aver fatto sbollire molte illusioni in Germania, poichè in sostanza esse ribadiscono l'obbligo tedesco di pagare, e di pagare tutto quanto è possibile.

Giustamente i francesi osservano che la Germania non ha ancora fatto alcuno sforzo serio per mettersi in condizioni di soddisfare ai suoi impegni, ed ha preferito fino ad oggi usare il proprio denaro per i propri bisogni, per la ricostruzione della flotta mercantile, per la sistemazione dei suoi porti, ecc. La Francia occupando la Ruhr e impedendo al carbone renano di affluire all'interno del paese, sa di avere cacciato una spina profonda nel fianco dell'industria tedesca e conta ormai soltanto su di essa per costringere i tedeschi a pagare. Non vi ha dubbio che nessuna proposta tedesca la quale pretenda l'immediato sgombero dei territori occupati, potrà essere presa in considerazione.

Che la gravità della posizione in cui si è cacciata, venga intesa dal Governo tedesco, è provato dalla premura colla quale esso ha raccolto il fuggitivo invito contenuto nelle risposte inglese ed italiana, annunziando subito l'elaborazione di una nuova nota che dovrebbe contenere proposte accettabili.

La nota non venne ancora comunicata ma è da augurarsi con ogni voto che essa costituisca realmente una base di utili negoziati, poichè la situazione nei paesi renani va diventando minacciosa. I conflitti sanguinosi non si contano più; le truppe francesi si comportano come in paese nemico e si ripetono alcuni di quegli episodi che all'inizio della grande guerra suscitavano compassione ed orrore. La fucilazione del tedesco reo di sabotaggio, per quanto possa rientrare nelle leggi di guerra, ha suscitato ovunque un sentimento di protesta. Bande comuniste armate, giovandosi della tolleranza francese e dell'assenza della polizia tedesca sciolta dagli occupanti, scorrazzano per il paese occupando villaggi e città. Quale paurosa minaccia possa costituire per tutta l'Europa un movimento comunista vittorioso in Germania, ognuno può pensare!

L'altro grande problema della politica Europea, ossia la lotta turco-greca, dopo mille vicende di timori e di speranze, sembra che, almeno sulla carta, arrivi ad una temporanea soluzione. La Conferenza di Losanna sta ultimando i suoi lavori e pare che, grazie alle larghissime concessioni che gli alleati hanno fatto alla Turchia, la guerra turco-greca sia per ora evitata. Ma è troppo facile prevedere quali relazioni di buon vicinato potranno stabilirsi fra Grecia e Turchia e non crediamo di errare profetizzando a breve scadenza una nuova guerra Balcanica; non resta se non a sperare che essa sia veramente soltanto Balcanica!

Con insolito fervore è salutata in Serbia la ripresa della Conferenza italo-jugoslava che si è radunata non più a Fiume ma, questa volta, a Roma. I giornali jugoslavi parlano anzi di un incontro fra l'on. Mussolini e il ministro jugoslavo Nincic che dovrebbero riunirsi a Venezia, nonchè di un prossimo viaggio dell'on. Mussolini a Belgrado. Certo se veramente si potranno stabilire rapporti di cordiale buon vicinato col nuovo Stato, l'Italia non potrà che trarne una nuova sicurezza ed un ulteriore coefficiente di prosperità.

Dalla Russia giungono notizie di nuovi moti di malcontento e di violente repressioni. Grande impressione ha colà suscitato l'assassinio avvenuto in Svizzera del Delegato russo Worowski compiuto per vendetta da un russo. Il Worowski era rappresentante russo a Roma e si era fatto notare benevolmente per la sua attività. Pare che al suo posto sarà inviato l'attuale ministro Krassin. Non si vede di quanta utilità possa essere un rappresentante russo a Roma, proprio nel tempo in cui i Soviet annunciano nuove misure restrittive verso il commercio estero.

*

La situazione economica finanziaria mondiale si mantiene sempre arruffata. L'industria tedesca si è fortemente risentita della man-

canza del carbone della Ruhr, alla quale si è cercato inutilmente di far fronte forzando la produzione delle altre miniere sul suolo tedesco. Consumate le scorte disponibili l'industria dovette rifornirsi all'estero un po' da ogni parte e naturalmente questo fatto si ridusse ad un aggravio fortissimo per l'industria, reso anche maggiore dalle gravissime condizioni del cambio. Ne segue che i prodotti tedeschi non possono più battere sul prezzo quelli esteri; l'esportazione langue e le fabbriche e le officine sono costrette a ridurre la produzione. Specialmente l'industria metallurgica risente la crisi del carbone tantochè molti cantieri ed officine vanno chiudendosi. L'industria tessile è in gran parte ferma, le industrie chimiche sono pericolanti. Conseguenza inevitabile è il diffondersi della disoccupazione che va assumendo proporzioni allarmanti. Già si hanno notizie di torbidi e di tumulti provocati appunto dalla mancanza di lavoro.

Il danno della Germania ha fatto in parte la fortuna di altri paesi industriali. La produzione metallurgica americana si è di colpo aumentata fino a raggiungere cifre non mai toccate anche prima della guerra; le ordinazioni di ghisa, di acciaio e di prodotti manufatti vengono in folla da ogni parte d'Europa. L'America ricomincia a spremere dall'esaurita Europa l'ultimo oro di cui questa dispone; ciò non impedisce agli Stati Uniti di mostrarsi intransigenti nella questione dei debiti alleati e di pretendere persino dei diritti di precedenza sulle indennità tedesche a rimborso delle spese per l'occupazione temporanea della zona Renana! L'America trova il suo tornaconto nella occupazione francese della Ruhr e questo non è certamente un coefficiente di pace e di ricostruzione.

Anche le miniere di carbone inglesi sono incapaci di soddisfare la richiesta del mercato, per quanto lavorino febbrilmente, e i prezzi sieno aumentati. L'esportazione è ingigantita, specialmente verso la Francia e la Germania; nei primi tre mesi di quest'anno sono state esportate oltre 7000 tonnellate di carbone con un aumento di 1.400.000 sul corrispondente periodo del 1922, le navi stentano a trovare il carbone per rifornirsi; vecchie miniere abbandonate vengono rimesse in attività. Conseguentemente la disoccupazione che affliggeva seriamente la Gran Bretagna, va diminuendo rapidamente; in due mesi quasi duecentomila disoccupati hanno trovato lavoro.

La ricerca del carbone ha fatto rifiorire anche l'industria mineraria ceco-slovacca che fornisce combustibile alla Germania, all'Ungheria, alla Polonia e all'Austria. La Boemia che comperava ferro dalla Germania oggi ne esporta; i prezzi aumentano, la disoccupazione diminuisce.

Perfino l'Austria e l'Ungheria danno segni di rinascita industriale concorrendo a riempire il vuoto lasciato dalla diminuita industria tedesca.

La Francia comincia a superare la crisi di cui aveva sofferto all'inizio dell'azione nella Ruhr per il cessato rifornimento di carbone; il prezioso combustibile ricomincia finalmente ad arrivare dai territori occupati, e i fornii metallurgici che si erano dovuti spegnere vengono riaccesi. Il giorno in cui la Francia potesse veramente rimettere in piena attività le miniere della zona di occupazione essa potrebbe dire di avere partita vinta e di aver raggiunto il suo scopo finale di uccidere la potenza industriale germanica.

Tuttavia questo movimento di ripresa generale a spese della cessata attività tedesca, non si può considerare tranquillante. Se anche la Germania venisse definitivamente superata, e seguisse fino al fondo il precipizio nel quale sta cadendo, i vincitori non potrebbero esserne del tutto contenti e sereni. Già si è visto quali effetti perturbatori abbiano avuto per l'economia Europea la scomparsa del grande mercato di assorbimento russo, per desiderare che una nuova zona morta si crei nel centro d'Europa. Tanto più che questa zona morta non potrebbe a meno di diventare un centro di inquietudini e di tumulti che manterrebbe il continente in una irrequietudine perpetua.

Il duello serrato fra Francia e Germania mette in gioco non solo l'incolumità delle due nazioni ma l'intero complesso economico mondiale. Se la Germania potrà riprendersi avremo inevitabilmente una crisi di sovrapproduzione come quella di cui già soffrivano ad esempio l'Inghilterra e gli Stati Uniti. Se la Germania sarà esclusa dalla competizione mondiale, l'egemonia metallurgica francese che tenderebbe inevitabilmente a prodursi non potrà essere sopportata tranquillamente dall'Inghilterra; si delinea così sul già oscuro orizzonte d'Europa la possibilità di nuovi giganteschi conflitti d'interessi da cui tutti hanno tutto da temere.

Dall'arruffato stato di cose presente tutti cercano soltanto di cavare un vantaggio immediato, ma pare che la tragica esperienza degli anni passati poco abbia giovato alle Nazioni e più ai Governi di Europa. Una nuova prova se ne è avuta nei riguardi dell'Ungheria. È noto come le potenze abbiano lasciato scendere l'Austria all'ultimo livello del fallimento prima di decidersi a prendere, con sacrificio assai maggiore, quei provvedimenti veramente efficaci che riuscirono in realtà a dare una base di sistemazione alla nuova repubblica. Ora è la volta dell'Ungheria; il ministro ungherese si recò personalmente nelle varie capitali d'Europa per esporre insieme le gravissime condizioni presenti del proprio paese e le risorse grandi su cui esso può contare per riprendersi se validamente sostenuto agli inizi. Il Ministro ricevette una quantità di buone parole e di fervide promesse e poi, quando si trattò di concludere un prestito, soltanto l'Italia ed l'Inghilterra votarono a favore. E così l'Ungheria aspetterà per qualche tempo ancora prima che l'Europa si ricordi di lei, e l'Europa dovrà sacrificare una somma ben maggiore quando l'imprevedibile necessità delle cose la costringerà a intervenire.

In questa condizione di cose di perenne disordine l'Italia non ha nulla da guadagnare. Povera di materie prime, e costretta conseguentemente a rifornirsi all'estero non può vedere che con rincrescimento il chiudersi di fonti di produzione e il delinearsi di egemonie e di monopoli fatali alla benefica azione della concorrenza. Molti dei suoi mercati migliori, specialmente ad oriente, sono chiusi per un tempo prevedibilmente lungo, e gli altri sono minacciati dalla crescente produzione straniera. L'Italia ha tutto l'interesse a che si riaprano i mercati dell'oriente europeo ed asiatico e bene fa perciò il Governo italiano a non tagliare i ponti colla Russia; una ripresa dei commerci verso il Mar Nero sarebbe per noi il segno di una felice prosperità. Nell'attesa non resta all'Italia se non destreggiarsi fra le incerte cose e cercare di accaparrarsi materie prime e aprirsi mercati nuovi. Confortanti segni di iniziative e di attività non mancano.

Dopo le convenzioni colla Polonia, è la volta della Rumenia dove pure la nostra Nazione gode vive e tradizionali simpatie e dove recenti disposizioni legislative rendono possibile di accaparrarsi a condizioni propizie territori petroliferi. Recenti statistiche pubblicate hanno dimostrato che il capitale italiano è largamente interessato in Bulgaria. Fin dal lontano Afghanistan giungono notizie di concessioni ad imprese italiane per lo sfruttamento di miniere e per l'esercizio di linee di comunicazioni automobilistiche.

La situazione economica e finanziaria mondiale si ripercuote dannosamente sul nostro Paese ma se non verrà meno l'attuale disciplina di lavoro e l'energica ed avveduta azione di Governo, l'arditezza e la capacità dei nostri capitani d'industria ci affidano che anche l'Italia potrà aprirsi la propria strada a maggiore floridezza nel mondo.

*

La situazione politica interna è stata alquanto movimentata. Il fascismo attraversa evidentemente una grave ma prevedibile crisi di assestamento che si manifesta in una forma di irrequietudine e di indisciplina. Partito essenzialmente dinamico, giunto al potere per la spinta di volontà fervide e di giovanili istinti di azione, male si adatta alla più composta e metodica azione che le nuove responsabilità gli impongono. È più facile marciare che rimanere pazienti al proprio posto in una attesa che spesso nulla conforta di immediata speranza. L'azione del Governo sembra a molti di coloro, che dalle difficoltà e responsabilità del Governo sono lontani, troppo lenta o incompleta o indecisa. Nè valgono i moniti venuti dall'alto che non debbansi attendere miracoli nemmeno dal Governo Fascista.

L'avvento al potere del fascismo, ha portato al partito l'afflusso di una grande quantità di elementi eterogenei ed infidi. Contro questi la direzione del partito, e il Governo procedono con una energia ed inflessibile opera di epurazione, la quale naturalmente produce malcontenti e suscita opposizioni. D'altra parte numerosi incidenti sono causati da lotte locali e rivalità fra i minori esponenti del partito, lotte e rivalità che nuociono non al partito soltanto ma al Governo e alla Nazione.

Pur non trattandosi di fatti di importanza comunque notevoli, questi episodi meritano attenzione come sintomo di uno stato di irrequietudine e di diminuito senso di disciplina. Specialmente nel mezzogiorno d'Italia si è andato delineando un movimento che, se non è nettamente di opposizione al Governo, crea certamente a questo imbarazzi notevoli. Per fortuna la fiducia generale della quale l'on. Mussolini è circondato, hanno fatto sì che finora il suo intervento sia riuscito a troncare i dissidi e superare le difficoltà. Ma la sorte della Nazione non può essere affidata esclusivamente alle mani di un solo, ed è augurabile che il fascismo, liberatosi dagli elementi estranei ed infidi sappia serrare le file e le volontà in una disciplina paziente e potente che è il modo migliore di collaborare alla prosperità ed alla rinascita del Paese.

Ed è necessario che il partito comprenda che esso non è tutto il Paese, e che la Nazione non si governa come un partito. Appunto perchè l'azione fascista riscuote l'approvazione e l'appoggio di tutta la parte sana del paese, devono questa approvazione e questo appoggio essere tenuti in conto. Non sono mancati alla Camera episodi significativi in proposito e il discorso coraggioso dell'on. Misuri ha troppo irritato il Governo per non essere stato materiato di molte riconosciute verità. Anche il Senato con la sua decisa azione contro l'abuso dei Decreti-legge ha implicitamente rivolto un monito perchè il Governo non si strani dal Paese e dal Parlamento.

Episodio significativo fu anche quello delle dimissioni dell'on. De Vecchi da Sottosegretario alle Finanze. Ciò del resto ha dato modo di sopprimere uno dei due Sottosegretariati di quel Ministero continuando così l'opera di semplificazione della compagine del Governo. Di parecchi altri Sottosegretariati, e specialmente di quelli dell'Assistenza Militare, delle Pensioni di guerra, degli Esteri, e della Giustizia, si dice che verranno aboliti.

Del resto gli episodi che abbiamo segnalato non sono tali da alterare lo stato di tranquillità e di ordine che da tempo ormai regna in Italia. Non si sente ormai più parlare di scioperi, e le dimostrazioni di patriottismo e di lealismo verso il Sovrano si ripetono frequenti e concordi. Le visite e i viaggi del Re, del Principe Ereditario, e del capo del Governo, provocarono sempre entusiastiche dimostrazioni alle quali non rimangono estranee le masse dei lavoratori e degli operai, molti dei quali indubbiamente non potranno mai confrontare con soddisfazione le attuali condizioni di tranquillità e di lavoro, colla scioperomania a cui le direzioni rosse li costringeva fino a qualche tempo fa.

*

Il discorso di Milano del Ministro De Stefani, pronunciato in forma solenne davanti ad un pubblico imponente che raccoglieva i maggiori esponenti dell'industria e del commercio italiani, non ha deluso l'aspettativa che di esso si aveva. Il discorso costituisce una pietra miliare della nostra storia economica ed una promessa solenne pel nostro avvenire. E questo non soltanto per le cifre in esso contenute come nei concetti esposti e le direttive affermate.

Senza entrare in una disamina del discorso, che ci porterebbe troppo lontani, ci limiteremo a ricordare alcuni capi essenziali.

Mentre il Bilancio preventivo approvato dalla Camera prima dell'avvento del fascismo, prevedeva un disavanzo di quasi 4000 milioni, il bilancio esposto dall'on. De Stefani prevede per l'anno finanziario 1923-1924 un disavanzo di 1187 milioni con un miglioramento quindi di oltre 2800 milioni.

Questa semplice cifra può far valutare l'importanza dell'esposizione dell'on. De Stefani, anche riservandosi di esaminare il modo e la consistenza di tale economia.

In cinque mesi di lavoro oltre 50.000 nuovi contribuenti furono chiamati a compiere il loro dovere a cui si erano indebitamente sottratti; 100.000 salariati furono iscritti fra i contribuenti, e 1.315.000 denunce si ebbero per l'imposta sui proprietari-coltivatori e coloni. Così si è provveduto ad aumentare le entrate ordinarie nel modo più equo evitando di aumentare ulteriormente le aliquote dei tributi già arrivate a un limite altissimo. A questo stesso scopo il Governo ha provveduto a fermare i tributi locali.

La complessità del sistema tributario che era andata sempre più complicandosi, è stata affrontata con energiche misure di semplificazioni, così che di tredici titoli delle imposte dirette, tre soli (terreni, fabbricati, ricchezza mobile) rimarranno, senza naturalmente che danno ne venga alle Casse dello Stato.

Le spese per la difesa nazionale vennero fissate in 3 miliardi di lire con una economia di 38 milioni sul preventivo del novembre. L'onere per i lavori pubblici venne complessivamente stabilito in un miliardo, cifra invero ragguardevole e sulla quale si sarebbe maggiormente potuto ritagliare; in ogni modo esso rappresenta una minore spesa di 221 milioni.

Più prudente fu l'on. De Stefani per ciò che riguarda il maggiore pericolo della nostra finanza, ossia il deficit delle ferrovie. Egli lasciò la responsabilità delle cifre esposte, al Commissario per le Ferrovie, On. Torre, secondo il quale si può ritenere che il disavanzo nell'esercizio in corso si ridurrà a 374 milioni, con miglioramento di 280 milioni sul previsto. Il disavanzo si ridurrà ulteriormente nell'esercizio prossimo, e nel 1925-26 si prevede il raggiungimento del pareggio. Il Ministro mise ancora in evidenza come il deficit ferroviario sia per la maggior parte dovuto all'esagerato coefficiente di spesa per personale. Molto istruttive a questo proposito riescono delle tabelle pubblicate nel volume dei documenti allegati al discorso; risulta da esse che il personale delle Ferrovie dello Stato riceve, nelle varie categorie, paghe medie molto superiori a quelle del personale delle corrispondenti categorie delle industrie private (rapporto da 1,7 a 1,8) e anche delle ferrovie concesse all'industria privata.

Per le pensioni di guerra si può constatare che esse hanno ormai raggiunto il loro limite massimo, e l'aggravio di bilancio ad esse dovuto comincia anzi a diminuire. Per il pagamento definitivo dei danni di guerra viene creato uno speciale titolo a premi, ammortizzabile in 25 anni e che frutterà il 3,5%. Ciò consente di meglio distribuire l'onere finanziario nei successivi bilanci per i quali viene posto uno stanziamento di L. 76 milioni per il servizio del prestito, e si raggiunge lo scopo di poter effettuare gli indennizzi colla maggiore sollecitudine.

L'abolizione della Guardia Regia ha dato una economia di 285 milioni. Altri 100 milioni si risparmieranno sulle Poste e Telegrafi, 100 per interessi di debiti che si sarebbero dovuti contrarre per fronteggiare l'antico disavanzo, e finalmente qualche altro centinaio da economie sui bilanci dei diversi Ministeri.

Si raggiunge così una diminuzione di spesa complessiva di 1596 milioni.

A queste minori spese fanno però riscontro nuove impostazioni, fra le quali i 76 milioni già citati per il servizio del prestito per i risarcimenti di guerra, 74 milioni per l'aviazione, 25 per la Milizia volontaria, 192 per sovvenzioni marittime.

Come abbiamo detto il miglioramento complessivo rispetto al disavanzo presunto raggiunge i 2813 milioni.

È universalmente noto che i bilanci dello Stato non sono altrettanto facilmente leggibili come quelli delle società commerciali. E ad onta delle chiarificazioni portate dall'on. De Stefani nella sua esposizione non sono mancate di accendersi fra gli economisti delle dispute sulla più corretta interpretazione di essa e sull'entità vera del disavanzo chiamato reale, e di quello chiamato effettivo. Comunque certo è che il discorso dell'on. De Stefani è stato largamente confortante e per la prima volta ha dato la sensazione di una recisa volontà di raggiungere il pareggio, il quale come ebbe a dire l'on. Finzi non è più irraggiungibile nè troppo lontano. E infatti se intorno al discorso dell'on. De Stefani molto si è discusso, unanimi sono state le lodi ed unanime la soddisfazione. È certo che un passo importante è stato compiuto nel risanamento della nostra finanza, e se lo sforzo sarà continuato e nuove complicazioni imprevedibili non si verificheranno, l'Italia dovrebbe fra non lungo tempo ritrovare il proprio equilibrio.

Provvedimento salutare è quello di vietare in modo assoluto ai diversi Ministeri di eccedere sulle spese dalle somme stanziare in bilancio, come pure si deve salutare con viva approvazione la rinvi-gorita facoltà di controllo concessa alla Ragioneria Generale di Stato.

Il Ministro ha anche accennato ai debiti di guerra dell'Italia verso gli alleati ed in particolare verso gli Stati Uniti ed ha affermato che l'Italia farà onore ai propri impegni. Ha però subito affermato la necessità che l'America conceda all'Italia ampie agevolazioni sul pagamento in vista della sua situazione finanziaria e commerciale. L'Italia è già riuscita nel Convegno di Londra a far abbinare il problema dei debiti con quello delle riparazioni e in verità non si vede come fuori di una soluzione generale possa il nostro Paese trovare le somme necessarie per rimborsare i crediti di guerra. Fino a quando gli Stati Uniti continueranno ad assorbire l'oro europeo attraverso i traffici e le industrie, vana è la loro speranza di poterne ricevere altro come rimborso!

A conforto delle previsioni ragionatamente ottimiste dell'On. De Stefani sta anche la diminuita circolazione bancaria per conto dello Stato e del commercio, la quale dal dicembre 1921 alla fine del febbraio di quest'anno è diminuita di oltre due miliardi. Nel marzo la situazione del Tesoro ha subito un certo miglioramento avendo incassato 1554 milioni contro 1315 milioni di pagamenti effettuati cosicchè la situazione del conto del Tesoro si è alleggerita di 239 milioni.

Negli ultimi giorni del mese il Ministro De Stefani ha poi presentato alla Camera lo stato definitivo di previsione di spesa dei vari dicasteri per l'esercizio finanziario che avrà termine al 30 giugno 1924. In confronto allo stato di previsione presentato alla Camera il 25 novembre 1922 risultano in aumento le spese per il Ministero della Giustizia e Affari di Culto, e per il Ministero della Marina, mentre sono in diminuzione quelle per tutti gli altri Dicasteri; complessivamente si nota un aumento di spese di 375 milioni e una diminuzione di 754 milioni.

L'opera del Ministro De Stefani ha non solo incontrato il favore e l'approvazione generale in Italia ma ha suscitato anche all'estero calorose lodi che si ripercuotono in un miglior apprezzamento della condizione finanziaria nostra ed in una maggior fiducia nel nostro avvenire economico. Uno dei maggiori giornali inglesi dopo avere tessuto le lodi del discorso dell'On. De Stefani asseriva che esso contribuirà ad accrescere assai il credito dell'Italia, ed esprimeva il parere che se anche la Francia seguisse l'esempio nostro molte ragioni dei perduranti torbidi europei potrebbero svanire. Non diverse espressioni ebbero a usare nei colloqui avuti coll'On. Mussolini, parecchi alti funzionari Americani, fra i quali il Presidente della Camera di Commercio di New York.

Largo è stato il dibattito avutosi alla Camera dei Deputati sulle nuove tariffe doganali, che ha dato modo agli economisti delle due scuole di discutere per l'ennesima volta la vexata quaestio del liberismo e del protezionismo. Sono prevalse naturalmente tendenze medie fra i due estremi, come necessità di cose vuole. Stanno intanto preparandosi i negoziati per nuovi trattati di commercio, specialmente nei riguardi della Ceco-Slovacchia e colla Spagna.

È sempre all'Ordine del giorno la questione per noi tanto importante della emigrazione. Pare in proposito a questa che negli Stati Uniti comincino a manifestarsi correnti importanti in favore di una politica di maggiore larghezza nell'ammissione dei nuovi emigranti. Colla ripresa industriale così notevole avvenuta colà, si è subito risentita la scarsità di mano d'opera creata dalla ristretta immigrazione ed aggravata dalla non trascurabile emigrazione, della quale la legge Americana non tiene conto nello stabilire il numero dei nuovi stranieri da ammettere. Le paghe sono perciò elevate notevolmente e gli industriali vogliono riaprire la concorrenza sul mercato della mano d'opera. Un campo di emigrazione che sembra riaprirsi in condizioni forse favorevoli è quello francese per le zone da ricostruire. La questione occupa sempre l'attenzione del nostro Governo.

L'Associazione Bancaria ha pubblicato i dati relativi al movimento delle Società per Azioni nel decorso mese di aprile. Si ebbero in tale mese 132 costituzioni di nuove Società con un capitale complessivo di L. 80.054.500, altre 72 Società aumentarono il loro capitale per un valore totale di L. 313.906.583. Nello stesso mese si ebbero disinvestimenti per complessive L. 69.927.00, cosicchè gli investimenti netti dell'aprile ammontano a L. 342.033.783.—.

Nel momento presente vi sono due elementi che favorevolmente concorrono, vale a dire il fervore di ricostruzione da cui il paese è animato e l'abbondanza di capitali desiderosi di investimenti. Non nuoce al bisogno dei capitali da parte dell'industria, l'assorbimento di denaro che viene compiuto dallo Stato colla emissione di buoni e di titoli. Sebbene il primo miliardo dei buoni novennali sia stato prontamente coperto, e si sia già emesso il secondo miliardo, vi è ancora una larga disponibilità in gran parte dovuta al ritorno del senso di sicurezza e di fiducia che riporta in circolazione molti capitali timidi che si erano ritirati nei passati tempi burrascosi.

Assai interessante per la situazione commerciale ed industriale italiana riuscì il discorso del Senatore Della Torre, Presidente della Associazione Bancaria Italiana, all'Assemblea Generale della Associazione stessa. L'Autorevole Presidente, dopo avere esposto le condizioni critiche dell'anno decorso ed il graduale sistemarsi e migliorare della situazione, ha esposto tutti i sintomi e gli indici di progresso che danno ragione a bene sperare.

Si hanno alcune più dettagliate notizie circa i nostri scambi col-

l'estero nel 1922. L'importazione di materie prime rappresenta circa il 35% delle importazioni totali, con un valore di 5505 milioni; la esportazione di materie prime (1165 milioni) rappresenta invece soltanto il 12,5% delle esportazioni totali. Per le materie semilavorate si ebbero importazioni per 2825 milioni (18%) ed esportazioni per 2816 milioni. I prodotti manufatti presentano invece una eccedenza notevole delle esportazioni (3126 milioni) sulle importazioni (2394 milioni). I generi alimentari rappresentano ben 5000 milioni di importazioni contro cui stanno 2184 milioni di esportazioni.

La migliorata situazione dell'attività industriale appare anche da un altro indizio vale a dire dal movimento commerciale delle Ferrovie dello Stato. Nei primi otto mesi dell'esercizio in corso, ossia dal 1 luglio 1922 al 1 marzo 1923, si trasportarono per conto di privati 27.573.500 tonnellate di merci contro 23.940.300 trasportate nel corrispondente periodo dell'esercizio precedente, con un aumento quindi di 3.583.200 tonnellate pari a un aumento percentuale del 15%. Specialmente notevoli sono i dati relativi al movimento del primo trimestre del 1923, perchè si ha anche in questo trimestre un aumento di 1.045.600 tonnellate e di 119.400 carri (pari al 19% e al 21% rispettivamente). Anche l'importantissimo indice di utilizzazione del materiale è aumentato, essendo il carico medio per carro passato da 12,2 tonnellate a 12,5 tonnellate.

✱

Per una di quelle strane contraddizioni non rare nella vita borsistica, alla generale ottima accoglienza fatta all'esposizione finanziaria di Milano ed ai riconosciuti positivi indici di miglioramento, ha fatto riscontro una situazione di borsa pesante su tutta la linea ed in generale regresso. La contraddizione è stata così evidente, che si è voluto vedere in questo fatto il risultato di volute manovre ribassiste. Ma non è a credersi che un fenomeno così generale possa facilmente provocarsi volutamente, nè imporsi contrariamente allo stato reale delle cose.

La pesantezza attuale è in gran parte una ripercussione dello eccessivo ottimismo spiegato nei mesi precedenti che aveva fatto salire tutti i titoli oltre il loro reale valore, ed alcuni di essi come la Banca d'Italia con voli di centinaia di punti al giorno. Siamo ad una più sincera sistemazione della situazione e ad una più esatta valutazione delle posizioni, esattezza che al solito non si raggiunge se non con oscillazioni che oltrepassano inizialmente il segno. Si può perciò ritenere che il mercato non tarderà molto a riprendersi e tanto meglio se la ripresa sarà più sincera, vale a dire più lenta ma graduale. Devesi del resto notare che la pesantezza delle Borse è stata un fenomeno generale nel mese, fenomeno dal quale non andarono escluse nemmeno le Borse Americane.

Furono toccati dalla tendenza di ribasso anche i titoli di Stato, i quali probabilmente avevano già scontato in precedenza le confortanti notizie della esposizione finanziaria De Stefani attraverso le indiscrezioni, col brillantissimo comportamento del mese precedente. Il Consolidato chiude a 88 perdendo quasi due punti dall'inizio del mese, e la Rendita a 79,80. Nel gruppo dei Bancari, la Banca d'Italia particolarmente favorita dalla speculazione nel mese precedente e che avevano esordito con ulteriori progressi sono ridiscese a più ragionevoli valori, anche in seguito a numerosi realizzi di beneficio: esse chiudono a 1524-1527. Le Commerciali e le Credito seguono lo stesso andamento regredendo di parecchi punti.

I titoli dei trasporti pure hanno subito gli effetti dell'umore generale abbassandosi notevolmente; tuttavia parecchi di essi hanno già superato il punto critico e hanno ripreso a risalire, fra questi ultimi stanno le Meridionali, le Mediterranee e le Rubattino.

Per i titoli tessili, già nelle precedenti situazioni notavamo come risentissero i primi effetti del movimento di regresso, forse appunto perchè in particolar modo favoriti nei mesi precedenti. Nel mese di maggio essi hanno subito numerose falcidie; parecchi fra essi segnano però alla fine un deciso movimento di ripresa. Così le Cascami, dopo aver aperto a 700, sono cadute a 659 per chiudere trattate fra 685 e 676; pure in ripresa alla fine del mese sono le Tosi, le Unione Manifatture ed altre.

Sempre poco mosso il comparto metallurgico e minerario che risente anch'esso qualche pesantezza di cui soffrono specialmente le Terni che da 467 in apertura chiudono a 427. Più resistenti i titoli automobilistici.

Gli alimentari hanno brillantemente superata la crisi, a cui non hanno potuto sottrarsi, e chiudono in decisa ripresa.

I titoli elettrici sono rimasti abbastanza sostenuti e in generale hanno poco sofferto della pesantezza del mercato; alcuni anzi, e particolarmente le Vizzola, come si può vedere dal solito specchietto che riportiamo, progrediscono considerevolmente.

Nel mercato dei cambi si nota anzitutto la vertiginosa caduta del marco che non accenna punto a fermarsi. Nessuna manovra della grande Borsa, nè alcun provvedimento di Stato hanno potuto impedire il crollo, conseguenza ineluttabile delle premesse che la Germania è andata accumulando negli ultimi tempi. Si ha così il fenomeno incredibile della corona che fa premio o quasi sul marco; alla fine del mese si pagavano 62.000 marchi per un dollaro, e 290.000 marchi per una sterlina! Chi potrà fermare il marco, mentre l'industria tedesca è costretta a provvedersi il carbone indispensabile per vivere, all'estero, a prezzi che hanno dell'inverosimile?

Anche i cambi colle altre divise sono stati alquanto agitati e nel

complesso si sono quasi tutti aggravati, non però in modo preoccupante.

Variazioni dei Titoli Elettrici nel maggio 1923.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	360	494	486	489
Conti	250	307	303	305
Vizzola	500	950	963	989
Bresciana	100	99,50	98,50	98,50
Adamello	200	238,50	235	235
Unione Es. Elett.	50	84,50	84	84,50
Elett. Alta Italia	250	282,50	279	277
Idr. Piem. S. I. P.	125			
Off. El. Genovesi	250	335	311	317
Adriatica	100	134,50	135	136,50
Negri	200	113	113	113
Ligure Toscana	200	235	235	234

Ing. RENATO SAN NICOLÒ.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXVII RIUNIONE SOCIALE MILANO - 1°-8 Ottobre 1922

VERBALI

4ª Seduta - Pomeriggio 4 ottobre 1922.

Presiede il Presidente Generale Ing. Ulisse Del Buono; funziona da Segretario il segretario alla Presidenza Ing. Grillo.

Presidente: Apre la seduta alle ore 14,40 per continuare la trattazione delle memorie del 3° gruppo, e poiché prevede che in questa seduta pomeridiana non sarà possibile completare la discussione di argomenti di tanta importanza, decide che si tenga alle ore 21 una riunione straordinaria alla quale preghi i congressisti di intervenire numerosi. Sarà possibile in tal modo nella seduta di domani esaminare gli argomenti del 4° gruppo di temi e chiudere così i lavori del congresso.

Avverte i Colleghi che il Tecnomasio Italiano, Brown Boveri, ha comunicato alla Presidenza dell'A.E.I. di avere un trasformatore per 130 chilovolt in prova e che gradirebbe la visita di quei congressisti ai quali la prova suddetta potesse interessare.

Semenza: Tra le memorie comprese fra i temi del 3° gruppo ve n'è una presentata dall'Ing. Norsa e che in assenza dell'autore dovrebbe essere svolta dal collega Barbagelata.

Propone che a questa memoria sia data senz'altro la precedenza.

La proposta è accettata, perciò viene posta in discussione la memoria dell'Ing. Norsa.

25. NORSA - Il calcolo meccanico dei conduttori. — Elettrotecnica N. 31, 25 Settembre 1922, pag. 733.

Ha facoltà di parlare il prof. Barbagelata, il quale legge la relazione dell'ing. Norsa che egli ha avuto incarico di esporre in assenza dell'autore, relativa al «Calcolo meccanico dei conduttori per linee aeree di trasmissione».

Presidente: Fa rilevare ai colleghi l'importanza della questione trattata dall'ing. Norsa, e fa voti che essa sia largamente studiata dal Comitato Idrotecnico, il quale è da sperare vorrà dare dati concreti al riguardo del calcolo dei conduttori di linea.

Dà quindi la parola all'Ing. Picchi per riassumere la sua memoria

26. PICCHI - Calcolo meccanico delle condutture aeree a sostegni rigidi o scorrevoli. — Elettrotecnica N. 33, 25 Novembre 1922, pag. 765.

Picchi: Vuole far rilevare che a riguardo della questione del calcolo meccanico dei conduttori e della determinazione dei coefficienti relativi ai sopracarichi di ghiaccio e di vento, è opportuno avere una formula per calcolare direttamente la freccia del conduttore, senza stare ad eseguire il calcolo indiretto mediante gli abachi.

Studiando la questione egli ha trovato una formula nella quale si tiene conto appunto dei valori della temperatura e dei sopracarichi di ghiaccio e vento. Da questa formula si può ricavare la costruzione di un grafico che ottenuto per ogni singolo problema di trasmissione da studiare riesce molto utile. Il dovere costruire un grafico per ogni caso non deve essere considerato uno scomodo eccessivo quando si pensi all'importanza che ha il calcolo di una linea. Applicando la formula generale risulta un valore della temperatura per il quale la tensione è indipendente dalla lunghezza della tesata.

Questa temperatura è maggiore o minore secondo l'ipotesi dei sopracarichi che si è adottata: per i diametri maggiori il valore di questa temperatura è più basso.

La freccia che si ottiene per tale temperatura è quella stessa che

risulta per effetto del sopracarico alla temperatura minima. La formula può sembrare a prima vista complicata, ma essa presenta il vantaggio di essere stabilita e adattata caso per caso, ed inoltre egli ha potuto constatare che si adatta anche per linee armate con isolatori sospesi. Se in questo caso le tesate sono uguali il calcolo del conduttore è semplice ma se si riscontrano disuguaglianze nelle tesate si hanno spostamenti che complicano il problema del calcolo. Tenuto conto di queste disuguaglianze con opportuni coefficienti, si ritorna al caso di una tesata sola o di campate uguali; si possono anche calcolare gli spostamenti agli appoggi.

Presidente: Ritiene utile la costruzione delle tabelle dei pesi per i montatori che sono addetti al montaggio delle linee. Gli abachi si semplificano con una osservazione semplice: quella che in date condizioni di peso e di sopracarico la freccia del conduttore è proporzionale alla temperatura. Per conseguenza le tabelle dei pesi risultano facilmente costruibili e riescono di grande utilità.

Nessun altro chiede la parola sul calcolo meccanico dei conduttori e però passa all'argomento successivo; invita l'Ing. Semenza a esporre la sua Memoria:

27. SEMENZA GUIDO - Isolatori a pernio e isolatori sospesi. — Elettrotecnica N. 28, 5 Ottobre 1922, pag. 675.

Semenza: La comunicazione da me presentata è molto modesta e tratta di un argomento di carattere pratico. Quando si abbiano da costruire linee di trasmissione aventi un potenziale compreso fra i 50 ed i 100 mila volt si presenta il problema del tipo di isolatore da preferire, cioè se il tipo verticale a pernio oppure la catena di isolatori sospesi. Si tratta di stabilire i criteri che devono portare alla scelta, stando nei limiti predetti di tensione di linea, mentre sembra ormai assodato che al di sotto dei cinquanta chilovolt conviene preferire l'isolatore a pernio e al di sopra dei 100 chilovolt la catena di sospensione.

Tralasciando la storia della evoluzione dei tipi di isolatori, accennata nella memoria presentata, rileva come sia ormai accertato che la tendenza generale degli isolatori a spaccarsi secondo un piano verticale passante per l'asse è conseguenza di fenomeni di dilatazione del materiale ed è comune tanto al tipo a pernio quanto al tipo sospeso.

Occorre dunque stabilire un paragone dal punto di vista economico ai fini del quesito proposto e questo paragone risulta dalla tabella riportata in cui sono considerate catene di sospensione e isolatori a pernio presentati lo stesso comportamento in linea.

Il risultato del raffronto dice che la spesa è a quanto inferiore per l'isolatore sospeso che non per l'altro tipo, e ciò forse per il fatto che la massa di porcellana impiegata è minore nel primo caso.

Per quanto riguarda i supporti di linea il risultato del confronto è inverso, ossia risulta più vantaggioso per l'isolatore a pernio, avendosi per il tipo a sospensione un supero di spesa dell'8, 20 e 22 % a seconda del tipo di linea. Questa differenza si può diminuire quando si vogliano applicare ai pali di sostegno coefficienti di sicurezza diversi, e precisamente alquanto inferiori per quelli di linee armate con isolatori a catena dato che in questo caso non si fa luogo a considerare la resistenza a sollecitazioni dinamiche giacché queste mancano.

Abbiamo dunque per il caso di linee armate con isolatori a pernio un maggior costo del palo ed uno minore dell'isolatore, i quali costi non si compensano; quindi in definitiva si ha per la linea a catena di isolatori una spesa maggiore dal 10 al 15 %.

Si hanno però dei vantaggi speciali coll'uso degli isolatori sospesi e precisamente in merito al costo e alla sicurezza dell'esercizio. Si può affermare oggi che la linea armata con isolatori sospesi costa meno per quanto riguarda la manutenzione, e ciò per il fatto che nel caso d'isolatori a pernio guastandosi un elemento, tutto l'isolatore non serve più, ciò che non si verifica per la catena. Si ha inoltre una maggiore delicatezza e quindi difficoltà di trasporto per gli isolatori a pernio, specialmente in zona di montagna, e la messa in opera, che per luoghi di difficile accesso, e con un peso di 50 o 60 kgr. porta una spesa notevole.

Queste difficoltà sono minori per gli isolatori sospesi in quanto che il trasporto è più agevole e la rottura di un elemento della catena è riparabile con la sostituzione di quell'elemento, senza che si perda tutto l'isolatore.

Per quanto riguarda gli sforzi meccanici, dovuti a strappo di conduttori ecc. l'isolatore a pernio si trova sottoposto a sforzi di trazione di flessione, mentre quello sospeso è cimentato soltanto a compressione, anche nel caso di uno sforzo di trazione esercitato sui perni. Per tutte queste ragioni e per la sicurezza maggiore di esercizio che deriva dalle catene d'isolatori, potendosi anche in caso di rottura di un elemento di sospensione, fare assegnamento sul coefficiente di sicurezza previsto per il complesso, gli esercenti dovrebbero preferire l'adozione di isolatori sospesi anche nel caso di tensione fra 50 e 100 mila volt.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Semenza per l'interessante argomento che ha voluto portare in discussione, a riguardo del quale vuole esporre alcune considerazioni che la lunga pratica delle trasmissioni elettriche gli detta.

Circa il comportamento degli isolatori a pernio e di quelli sospesi, nel caso di tensioni intermedie che sono appunto quelle che stabiliscono i limiti di applicabilità, deve dire che alla tensione superiore agli 80 chilovolt conviene sicuramente l'isolatore sospeso; mentre al di sotto dei 50 mila volt deve preferire il tipo a pernio.

Riguardo alle condizioni elettriche — scarica superficiale a secco o ad umido — e alla resistenza meccanica si può cimentare il tipo di isolatore a pernio fino alla tensione di 80 mila volt.

Dove invece il comportamento dei due tipi d'isolatori è diverso è nella fragilità: infatti se si effettuano prove cicliche di variazione di temperatura fino ad 80 o 90 gradi ed il numero dei cicli supera il 100, si vede che tutti gli isolatori a pernio si spaccano. Questo fatto può dipendere dalla diversa omogeneità della massa; soprattutto influisce la qualità della porcellana che negli isolatori a pernio si presenta in massa più voluminosa. In questi avendo la massa uno spessore più grande che non negli isolatori a catena, non si può avere omogeneità perfetta, quindi il comportamento rispetto alle variazioni di temperatura è peggiore.

Si deve, a suo parere, cercare di ridurre gli spessori negli isolatori a pernio per mettere la massa di porcellana in condizione di trovarsi nelle stesse condizioni di funzionamento degli isolatori sospesi.

Quanto al prezzo ritiene che il modello a catena è costoso, e dipende dalla sua provenienza la spesa che occorre sopportare per averli; ma a parità di prezzo nei due tipi in discussione ritiene che oltre i 70 mila volt sia da preferire il modello a sospensione.

Raccomanda che si proceda sempre alle prove di fragilità sugli isolatori, dando ad esse la maggiore importanza perchè si è in grado così di conoscere sia la omogeneità della porcellana sia la qualità del cemento.

Venturini: Si compiace vivamente con l'Ing. Semenza per il tema portato in discussione e per i termini precisi con cui lo ha delineato. La conclusione a cui egli è pervenuto di adottare il tipo di isolatore sospeso anche per le tensioni comprese fra i 50 ed i 100 mila volt risponde alle sue personali convinzioni.

L'invecchiamento dell'isolatore si può dire che praticamente non esista in quanto che esso nei casi normali dipende dall'alterazione cristallografica della porcellana, per la quale si richiede un periodo di tempo molto lungo.

Per determinare la rottura dell'isolatore in linea intervengono cause varie le quali hanno una importanza eguale senza che nessuna di esse predomini in modo da determinare la legge di vita dell'isolatore. E molto dibattuta l'azione del cemento interposto fra gli elementi di un isolatore, ma si può dimostrare che se il cemento è esente da gesso e non contiene molta calce non subisce aumenti di volume. L'Ing. Fano sa, ad esempio, che nella centrale di Castel Madama sono in opera fino dal 1910 alcuni isolatori aventi nell'interno un blocco di cemento di 8 a 10 centimetri di diametro eppure essi sono ancora in buone condizioni di funzionamento.

Ritiene consigliabile la prova degli isolatori in linea sotto tensione, perchè in tal modo si riesce ad individuare l'isolatore difettoso anche prima che esso sia completamente fuori servizio, e perciò può essere cambiato in tempo opportuno.

Per tensione da 35 a 40 mila volt è necessario un isolatore a tre campane per aver tempo di sorprendere, con la prova in tensione l'inizio del deterioramento dell'isolatore. Si è notato che la rottura in caso di guasto iniziale si riferisce più che al fuso alle campanelle, malgrado la cosa sembri paradossale, in quanto che la dilatazione del perno di sostegno dovrebbe influire specialmente sul nucleo per primo effetto.

Ad ogni modo ha grande importanza economica il fatto che negli isolatori a catena la rottura di un elemento non pregiudica nulla in quanto si può sostituirlo senza che si perda tutto l'isolatore come nel caso di quelli a perni. Va tenuto conto inoltre di tutti i danni che si producono nell'esercizio quando un isolatore a perno è messo completamente fuori servizio ed occorre sostituirlo, danni che non vengono generalmente contabilizzati come non si contabilizza la maggior sicurezza di una linea convenientemente armata e protetta.

Queste considerazioni consigliano dunque la scelta degli isolatori sospesi anche fra i limiti di tensione innanzi precisati, con un altro grande vantaggio che si aggiunge agli altri ricordati: quello che volendo aumentare il potenziale di linea od il coefficiente di sicurezza anche su alcuni sostegni soltanto, non c'è che da aumentare il numero di elementi nelle catene di isolatori sospesi, senza dover cambiare completamente gli isolatori come nel caso di quelli a pernio. E' un vantaggio importantissimo specialmente per le linee aventi un difficile tracciato. Accenna alle prove degli isolatori che gli americani sogliono fare sulle loro linee ed insiste sulla necessità che le prove stesse siano fatte da noi sempre tenendo la linea sotto tensione.

Insiste nel dimostrare che le prove termiche per la scelta del Tipo di isolatore, per essere conclusive, devono essere fatte mantenendo l'isolatore sotto lo sforzo della trazione meccanica, perchè in esercizio sulla porcellana sono applicate le risultanti dello sforzo meccanico della linea, e le forze di dilatazione alle massime variazioni di temperatura.

Esprime l'augurio che tutti i colleghi si persuadano della convenienza di adottare gli isolatori sospesi, perchè in tal modo anche i fabbricanti potranno mettere sul mercato tipi unici ben studiati per il comportamento alle varie tensioni di esercizio.

Rebora: Vuole fare una osservazione di indole generale sui due tipi di isolatori, ed anche per quelli da quadro: egli è convinto dell'influenza che sulla durata degli isolatori esercitano il mastice, il cemento, la temperatura e gli sforzi. Ma bisogna tenere presente che la massa della porcellana deve, per resistere, trovarsi in condizioni di stabilità molecolare. Senza la esistenza di questa le altre circostanze non risolvono il problema e non danno spiegazione sufficiente di quello che succede. La sua considerazione è stata confermata da molte osservazioni, e tra le altre anche da quella che molti isolatori si spaccano in magazzino senza mai essere stati cimentati alle condizioni di esercizio.

A questo fenomeno osservato si collega anche la questione del disegno della sagoma dell'isolatore per esempio quello degli spigoli vivi

che influiscono sulla resistenza del complesso; e poi anche la qualità della porcellana, a riguardo della quale sovente i tecnici prendono abbaglio.

Per raggiungere il grado di voluta stabilità della porcellana bisogna interessare alla soluzione del problema i fabbricanti: si nota infatti senza potersi dare ragione del fenomeno, che porcellane non porose, di ottimo aspetto, danno talvolta risultati pessimi e viceversa.

Vi sono isolatori identici per fabbricazione e disegno che funzionano da anni su certe linee senza dare segno di attenuazione del loro potere isolante, mentre alcuni di essi anche cimentati a tensione più bassa degli altri, vengono meno in poco tempo.

Il problema della buona qualità degli isolatori è in sostanza un problema di fabbricazione, e per la buona riuscita di essi in esercizio la condizione essenziale è che i fabbricanti forniscano della buona porcellana, perfettamente stabile dal punto di vista strutturale.

Pedrini: Fa alcune osservazioni sugli isolatori per 60 ÷ 70 mila volt di tensione, a riguardo dei quali ha avuto occasione di vedere verificarsi delle vere ecatombe.

Ha avuto da studiare isolatori prelevati appunto in una contingenza simile, osservando che la spaccatura avveniva sempre nella campana intermedia (l'isolatore era formato di tre pezzi). Il cemento contenuto fra la seconda e la terza campana presentava tanti anelli concentrici e sovrapposti dall'alto al basso, che davanti l'idea dei cicli di stagione, come avviene nelle sezioni degli alberi.

Nella parte inferiore esposta all'aria il cemento presentava una struttura granulosa e costituiva una massa spugnosa di due o tre centimetri di spessore. La conclusione che egli trasse dallo studio fatto fu che l'origine delle rotture proveniva dal cemento che si gonfiava.

In quella occasione ebbe una polemica con un collega il quale sosteneva che la causa non poteva essere data dal cemento, tanto più che tutti i suoi isolatori presentavano rotture alla prima campana. Osservato l'isolatore si riscontrò che in questo appunto la massa notevole di cemento esposta all'aria era localizzata tra la prima e la seconda campana, per modo che si convinse sempre più che la causa principale delle rotture e dell'invecchiamento degli isolatori la si deve ricercare nel cemento.

Comunque resta assodato che il cemento ha una grandissima importanza nella vita degli isolatori, tanto che per evitare rotture nell'inverno successivo ha utilizzato la stagione estiva per far dare una spennellata di paraffina al di sotto delle campane degli isolatori di linea. Accenna quindi agli effetti dei cicli termici sulla durata degli isolatori e dichiara che un buon isolatore o deve essere privo di cemento oppure si deve ricorrere a speciali accorgimenti costruttivi per far sì che il cemento resti occluso tra i pezzi da saldare o ne sporga una minima superficie esposta all'aria.

Maffei: Fa rilevare ai colleghi che oggi nella fabbricazione degli isolatori si sostituisce all'impiego del cemento l'uso della vetrificazione che pare dia buoni risultati in esercizio.

Riferendosi a quanto ha avuto ad esporre l'ingegnere Semenza gli pare che non si possa affermare che il prezzo degli isolatori sospesi, pari essendo tutte le altre condizioni, risulti inferiore a quello degli isolatori a pernio. Nella costruzione di nuove linee gli sembra che ove si tenga conto di tutti i coefficienti di sicurezza ed entro certi limiti di tensione l'isolatore sospeso presenti dei vantaggi anche economici. Certo a 10 mila volt, per esempio, si verificherebbe un risultato contrario; ma quando si è tra i 60 ed i 90 mila volt non c'è dubbio che convenga l'isolatore sospeso.

Rebora: E d'accordo con l'ingegnere Pedrini sulla opportunità di verniciare con paraffina la base e l'interno degli isolatori a pernio, ma gli sembra che tale usanza costituisca solo un palliativo che non risolve il problema della conservazione degli isolatori stessi. Ci sono degli isolatori che si rompono in officina ove non si può affermare che il cemento gonfiatosi per effetto della umidità o la differenza di dilatazione tra porcellana e cemento per forti salti di temperatura abbiano determinato la rottura. Devesi dunque ritenere come egli dianzi ha affermato che sia opportuno considerare la stabilità della porcellana per spiegare certi fenomeni, e che bisogna anche ammettere che influiscano la forma ed il disegno dell'isolatore stesso.

Palestrino: In occasione di alcuni guasti di isolatori verificatisi in linea egli ha voluto arrampicarsi su di un palo per esaminare gli isolatori, ed ha potuto osservare che lo smalto solo era crinato, mentre la porcellana era rimasta assolutamente intatta. La crinatura dello smalto aveva dato luogo alla infiltrazione d'acqua nella massa dell'isolatore che poco per volta ne alterava il potere dielettrico fino a che una prima causa di sovratesione non ne determinava la perforazione completa e la distruzione dell'isolatore.

Pedrini: Conferma quanto ha affermato l'Ing. Palestrino. Egli ha avuto campo di riscontrare su di una linea rimasta parecchio tempo inefficiente che un isolatore aveva una piccolissima crinatura nello smalto.

Per quanto riguarda lo sforzo che si esercita sulla porcellana egli non capisce come le tensioni interne che si generano nella massa dell'isolatore aspettino sovente 7 o 8 anni per determinare gli effetti di rottura. Egli afferma ancora che la causa determinante, se non principale, della rottura degli isolatori si debba ricercare nel cemento.

Silva: Ha avuto campo di studiare la sostituzione degli isolatori sospesi a quelli a pernio in una linea di montagna sostenuta da pali a traliccio ed ha dovuto abbandonare l'idea perchè si trattava di dovere aumentare l'altezza dei sostegni. Attualmente ha in esercizio una linea a 70.000 volt armata con isolatori a pernio i quali non hanno dato luogo ad alcun inconveniente, per quanto si siano avute alcune sta-

gioni con temporali e condizioni atmosferiche eccezionali. Ritiene quindi che non si debba svinire l'isolatore a pernio il quale risponde bene alle esigenze della pratica; e gli sembra esagerato il proporre che anche al disotto di 70 mila volt si dia la preferenza all'isolatore sospeso.

Cenzato: Ritiene che ci si attardi soverchiamente intorno a problemi di dettaglio già largamente svolti nella stampa tecnica, sui quali sembra difficile che la discussione porti nuova luce, tanto più che non vede presenti colleghi specializzati nella costruzione degli isolatori. Forse con miglior profitto potrebbero i colleghi discutere l'interessante comunicazione dell'Ing. Semenza dal punto di vista dell'esercizio. Per suo conto ha due questioni da porre, entrambe di notevole interesse pratico. Premesso che per giudicare una linea elettrica occorre tener conto sia della sicurezza dell'esercizio che delle spese occorrenti a mantenerla in efficienza, è d'avviso che si debbano riconoscere, gli innegabili vantaggi degli isolatori sospesi, ma porre in cifre l'onere dei ricambi (che le prime statistiche Americane davano assai elevato) e considerare l'efficacia dei mezzi proposti per l'indispensabile verifica degli elementi guasti di una catena con la linea in servizio.

Accenna ai sistemi di sorveglianza adottati in America e a quanto si è fatto sulle linee della Società Meridionale e domanda quindi ai colleghi:

1) Se hanno dati statistici sulle sostituzioni di elementi deteriorati in linee con isolatori a sospensione.

2) Se praticano la verifica delle linee in esercizio e se per essa hanno adottato uno dei due sistemi Americani (megger o bruzz-stick) o altro sistema non ancora reso noto.

Vede presente l'Ing. Venturini che si è occupato con successo della seconda questione e lo esorta a portare ai colleghi qualche notizia.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Cenzato per avere messo nei suoi giusti termini il problema che si discute e prega i colleghi di fornire gli elementi statistici di cui eventualmente dispongono, relativi all'argomento.

Venturini: Ha pubblicato sull'*Elettrotecnica* il risultato delle prove eseguite sul tipo di isolatore N. 1489 Ginori in esercizio mediante apparecchio da lui ideato e può dire che le percentuali di rottura variano dall'1 1/2 al 2% all'anno.

Bertolè: Denuncia una percentuale del 10% di isolatori incrinati sulla linea Arona-Gallarate della Società Dinamo.

Semenza: Può fornire qualche dato riguardante gli esercizi delle imprese elettriche americane e raccolto nell'estate scorsa. Le cifre che riguardano la rottura degli isolatori in America erano piuttosto preoccupanti perchè elevate, ma bisogna tenere presente che la forte percentuale di rotture dipende dal fatto che colà sono stati adottati gli isolatori sospesi fino dalla loro apparizione sul mercato. Si sono avute percentuali di rotture del 6 per cento e più, ma tale cifra è venuta rapidamente diminuendo si poteva ottenere un servizio possibile usando una sorveglianza frequente ed accurata lungo le linee, ripetuta quattro a sei volte all'anno. Oggi la verifica degli isolatori di linea si fa in America una al massimo due volte all'anno normalmente, e la percentuale delle rotture è dell'uno per cento, mentre si riconosce in generale che l'isolatore sospeso presenta un'ottima sicurezza di esercizio.

Per quanto riguarda le osservazioni fatte dall'amico Ing. Silva vuole rassicurarla sulla sua personale intenzione di non muovere nessuna crociata contro l'isolatore a pernio perchè venga sostituito sistematicamente con quello sospeso. Tutti i colleghi possono essere di accordo che al di sotto dei 70 mila volt si possa con ottimi risultati impiegare l'isolatore a pernio.

Vuole osservare al Prof. Reborca che le spaccature degli isolatori dovute alla dilatazione del cemento costituiscono un fatto certo, come anche può ritenersi assodato che molte rotture avvengono anche a causa della instabilità molecolare della porcellana. Gli Americani hanno studiato a fondo la questione del comportamento del cemento nel complesso dell'isolatore e sono venuti nella determinazione di sottoporre gli isolatori ad un processo di riscaldamento di 48 e più ore, arrivando così ad eliminare l'effetto di dilatazione.

Castelnuovo: Riferendosi a quanto ha detto l'Ing. Del Buono, esprime l'opinione che, in fatto di prove termiche, specie se eseguite su isolatori di linea a perno in più pezzi, sia necessario distinguere quelle compiute su isolatori completi, da quelle effettuate sopra singole campane, giacchè nei due casi i risultati avrebbero, secondo lui, valore diverso e solo nel secondo potrebbero assumersi come indice della bontà della porcellana.

Per gli isolatori di linea a perno completi, costituiti di due pezzi, ritiene che — compiendo variazioni di volume delle varie parti in tempi e misure diverse — ciò che costituisca alla prova termica ed in linea una delle cause più importanti di rottura, che pertanto non può mettersi in rapporto con la qualità della porcellana. Suppongasi infatti che un tale isolatore si trovi in servizio e, gradatamente riscaldandosi al sole, abbia assunto determinate condizioni di temperatura e volume nelle varie campane: allora, se all'improvviso per un'azione di vento o di pioggia tali condizioni variano fortemente sulla campana esterna in anticipo su quelle più interne, la campana esterna che si contrae repentinamente addosso alle interne, tende ad esserne spaccata.

Un'altra causa che a suo parere determina di frequente la rottura degli isolatori di linea ad alta tensione è costituita dalle scariche superficiali, rese più facili, in caso di sopraelevazioni di tensione, col procedere del tempo, da che l'isolatore fu messo in opera, causa il progressivo deterioramento dell'isolamento superficiale per depositi di sali o di pulviscolo, tale deterioramento rendendosi particolarmente sensibile in condizioni di umidità.

In tale caso l'umidità presenta e conferisce alla superficie dell'isolatore una maggiore conduttività. L'influenza che ha per la tensione di scarica la conduttività della superficie su un isolatore, si può rilevare sperimentalmente, facendo la prova del tipo sotto pioggia sopra uno stesso isolatore e variando di volta in volta la conduttività dell'acqua impiegata ferme restando le altre condizioni della prova.

Se ad esempio si impiega acqua a bassa resistività, quale è quella di conduttura, si ottiene la scarica a tensione molto più bassa che se si impiega acqua ad alta resistività, qual'è quella piovana o distillata.

Una volta, pochi mesi or sono, furono sottoposti al suo esame ai cuni isolatori di 3 pezzi che erano stati tolti dal servizio perchè rottesi e che dovevano rappresentare un saggio di quanto su proporzioni di una certa entità succedeva in linea: su 5 o 6 che erano gli isolatori, 3 presentavano, ognuno contemporaneamente su 2 campane, in piani pressochè coincidenti, delle crinature, che a suo modo di vedere non potevano spiegarsi che con l'ipotesi di archi.

Per impianti in località ove il deterioramento apparisce di una certa probabilità, la prevenzione più sicura di tali inconvenienti consisterà nel provvedere isolatori largamente dimensionati.

Silva (figlio): E' in grado di fornire dati statistici sugli isolatori usati in alcune linee in Sardegna;

Nel 1915 vennero installate circa 700 catene a tre elementi ciascuna sulle due terne a 70 mila volt. Porto-Vesme-Monteponi. Dopo meno di 6 mesi si dovette aggiungere un quarto elemento; dopo un anno di esercizio si dovette aggiungere un quinto elemento, ma anche questo rimedio sortì poco effetto, e fu allora ordinato un tipo di isolatore con perno più corto e si montarono catene di 6 elementi che dopo un anno cominciarono a fulminarsi.

Nel marzo 1920 in una delle due terne vennero sostituiti tutti gli isolatori e si montarono circa 350 catene a 6 elementi tipo Pittsburg; di queste catene se ne ebbero due fulminate nel giugno 1921 ed una nel 1922 (si montarono sei elementi perchè dopo i risultati precedenti si voleva tenere un grande coefficiente di sicurezza). L'altra terna servì da quell'epoca come linea sperimentale, perchè, mano a mano che si fulminavano le vecchie catene si sostituivano con nuovi tipi d'isolatori.

Nel maggio 1920 si montarono le prime catene a quattro elementi tipo I. D. che fino ad oggi non hanno dato luogo ad inconvenienti.

Pure nello stesso mese si montarono diversi isolatori tipo rigido Volsinia, adattandoli su appositi sostegni, in modo da potere usufruire degli attacchi per isolatori sospesi. Si montarono pure isolatori tipo Pescara; ma mentre il Volsinia ha dato sempre buoni risultati, il tipo Pescara si è dovuto togliere perchè dava continuamente luogo a scariche superficiali, anzi un esemplare si fulminò il 4 giugno 1922.

Nel maggio 1920 si montarono tre elementi tipo A. Koechlin costituiti da un bastone di Bachelite con quattro schermi di alluminio; dopo due mesi si dovettero togliere perchè fulminati.

Nel maggio 1921 si montarono tre elementi tipo Koechlin con 5 schermi e corna di protezione che però si dovettero pure togliere dopo poco tempo perchè fulminati. Nel giugno del 1921 sono state messe in servizio circa 40 catene Schomburg tipo normale a quattro elementi; di queste fino al giugno 1922 se ne sono cambiate otto, soltanto per scariche esterne, in quanto che pulite e provate dettero buoni risultati. Il 2 luglio 1921 sono provati tre isolatori tipo Volsinia ridotto, (testa Volsinia, fuso più corto) dopo pochi mesi si dovettero sostituire con altri rigidi Rosenthal facenti parte della fornitura ordinata per la linea Tirso-Guspini-Iglesias e Guspini-Cagliari. Nell'aprile del 1922 vennero montate catene con quattro elementi tipo Prinetti che fino ad oggi non hanno dato luogo ad inconvenienti.

Il 3 aprile 1922 vennero montate catene con due elementi tipo Venturini ed alcune catene con tre elementi tipo Semenza, ed entrambi i tipi non hanno dato luogo fino ad ora ad inconvenienti: con lo stesso risultato vennero montate nel maggio 1922 alcune catene a 5 elementi di vetro, ed alcune catene anche con lo stesso numero di elementi tipo Metallurgique Electrique.

Si è stabilito ultimamente di mettere in prova i nuovi tipi Schomburg (Kugelkopf) ed anche un tipo Hewlett che fino ad oggi non è stato mai provato sulle linee sarde.

Del Valle: Ritiene opportuno che in tema di statistica si tenga conto dei temporali e delle speciali condizioni atmosferiche alle quali gli isolatori di cui si esprime il giudizio e si osserva il comportamento si sono trovati esposti per avere una base unitaria di confronto.

Fano: Nello studio di una linea a 60 mila volt si è esaminata la questione della convenienza economica nell'impiego degli isolatori a perno o sospesi, e tenendo presente anche il tipo di sostegno occorrente nei due casi si è visto che complessivamente nell'adozione degli isolatori sospesi si avrebbe una spesa del 10% maggiore che non nel caso di isolatori a perno.

Per quanto riguarda le prove cicliche raccomandate dal Presidente Generale egli le ha spinte fino a 200 cicli.

Vallauri: Nelle nostre grandi stazioni R. T. si è avuto occasione di mettere in servizio isolatori sotto tensioni sino a 100.000 volt con frequenze fino a 30.000 periodi e più. I risultati sono stati in genere sfavorevoli per gli isolatori rigidi, e anche negli impianti interni si sono dovuti adottare largamente isolatori sospesi.

Venturini: Ritiene che nel fare l'analisi della spesa per una linea armata con isolatori sospesi e con isolatori a perno si debba tenere conto della condizione di pari coefficiente di sicurezza.

Presidente: Si ripromette di far conoscere ai Colleghi le prove sono in corso di esecuzione su alcuni tipi d'isolatori.

Manfredi: Ha motivo per ritenere che l'isolatore sospeso resista meglio ai temporali.

Picchi: Domanda se qualche collega è in grado di fruire dati relativi agli isolatori in vetro che pare diano buoni risultati specialmente in riva al mare.

Palestrino: E' di parere contrario al collega Picchi, potendo invece affermare che gli isolatori di vetro in riva al mare si comportano abbastanza male.

Pedrini: Non dispone di lunga esperienza al riguardo, ma può dire che in riva al mare gli isolatori di vetro gli hanno dato migliore risultato.

Buffa: Può affermare completamente il contrario stando a quello che gli consta per i suoi impianti.

Silva: Dice di avere in esercizio una linea a 70 mila volt armata con isolatori di vetro, e questi non hanno dato luogo ad incidenti.

Giorgi: Nel 1909 per nuove installazioni da effettuare la Conti ha acquistato gli isolatori di vetro per 50-54.000 Volt, facendoli costruire in Francia dopo una serie di prove su vari campioni; gli impianti di linee con isolatori di vetro hanno dato ottimi risultati nel periodo intercorso tra il 1909 e il 1918, finché l'ing. Giorgi si è occupato degli impianti Conti, e per quanto risulta ai Collegli successori l'esercizio continua assolutamente tranquillo.

È interessante di notare il caso forse unico negli impianti italiani che dalla Centrale di Verampio della Conti partono tre lunghe linee, della lunghezza di circa 110 Km. fino a Novara, montate con isolatori in porcellana di fabbrica italiana e di fabbrica americana per due palificazioni e con isolatori di vetro per l'altra palificazione; le linee hanno tracciati assolutamente identici, perchè scorrono parallele ed alla distanza di 6 metri l'una dall'altra; sono quindi sottoposte alle stesse sollecitazioni di sovraccarico meccanico per neve, ghiaccio, ecc., partono dalle stesse sbarre omnibus e sono esposte agli stessi temporali. Or bene mentre che si può affermare sui dati di esercizio che il risultato degli isolatori di porcellana americani e quelli di vetro sono quanto mai tranquillanti, anzi questi ultimi hanno dato miglior prova per essere montati su mensole di ferro mentre che gli isolatori americani sono su mensole di legno, il risultato ottenuto con isolatori italiani non è stato ugualmente buono. Assai probabilmente questa deficienza deve essere imputata al fatto che gli isolatori italiani, stati costruiti su modello americano, hanno spessori di campane superiori a quello corrispondente degli americani, perchè essendo la temperatura di cottura da noi superiore a quella che si usa in America è stato necessario di aumentare gli spessori per impedire deformazioni nel forno; conseguentemente le costanti dielettriche degli elementi dell'isolatore debbono essersi variate in peggio.

Il tipo di isolatore in vetro per l'ultima palificazione delle condutture del Toce è stato disegnato sul tipo Faradoil, sopporta lo sforzo meccanico dovuto ad una treccia di 155 mq. di sezione e l'esercizio è assolutamente tranquillante, dopo un anno e mezzo dell'installazione, come del resto non hanno mai dato inconvenienti seri gli altri isolatori di vetro che sono in opera da oltre dodici anni.

Bonghi: Propone che sul tema degli isolatori si indichi una specie di referendum per raccogliere i dati statistici che interessano ed i pareri dei collegli.

Presidente: Informa che il Comitato Idrotecnico si sta occupando già della questione, e siccome esso diramerà dei questionari sull'argomento prega i collegli di volere rispondere agli stessi.

Venturini: Vuole aggiungere qualche considerazione tecnica sulla fabbricazione degli isolatori.

Ha sentito le varie opinioni sulle cause che producono la rottura e deve dire che l'addebito fatto al cemento è giusto. Si è studiato per migliorare la qualità di questo e per eliminare l'effetto della sua dilatazione, ottenendo dei risultati apprezzabili mediante l'adozione di cuscinetti elastici fra la superficie delle campane ed il cemento. Si è adottato il sistema di sabbiare anzichè scanalare le superficie da cementare e prima di introdurre il cemento si rivestono le superficie di una sostanza elastica con faccia molto scabrosa, di modo che il cemento per effetto della sua dilatazione termica viene a poggiare su questo strato elastico. Si consegue così lo scopo di permettere le dilatazioni termiche senza esercitare uno sforzo diretto sulle superficie delle campane. Si usa anche paraffinare le superficie interne dell'isolatore.

Ritiene che la soluzione ideale del problema si avrà quando si potrà eliminare completamente il cemento, specie negli isolatori sospesi. Riguardo alla porcellana si è dimenticato un fatto essenziale, che cioè si tratta di un conglomerato di caolino, quarzo e feldspato, e che la dilatazione termica di questi singoli componenti ha un'influenza grandissima sul comportamento della massa quando si pensa che il coefficiente di dilatazione del quarzo è sette volte maggiore di quello degli altri due componenti. Pertanto occorre fare un impasto delle materie prime ed una lavorazione tale da proporzionare i diametri alla dilatazione termica del quarzo, e a questo scopo si sono adottati sistemi costosi di fabbricazione, ma anche pratici. Afferma che i fabbricanti di isolatori studiano molto tutti i problemi tecnici e di lavorazione che riguardano il loro prodotto e si sforzano di venire incontro alle esigenze degli ingegneri esercenti impianti elettrici.

Presidente: Dichiarò chiusa la discussione sul tema delle rotture degli isolatori e dà la parola all'ing. Prinetti che tratterà un argomento affine:

28. **PRINETTI - Sulla distribuzione di potenziale nelle catene d'isolatori a sospensione multipla.** — Elettrotecnica N. 26, 15 Settembre 1922, pag. 584.

Prinetti: Riassume brevemente l'argomento trattato nella memoria presentata al Congresso.

Sulla distribuzione del potenziale nelle catene d'isolatori del tipo a sospensione multipla si aveva fino a poco tempo fa un concetto errato, ritenendosi che con l'aggiunta di altri elementi alla catena oltre un certo numero — otto o nove — non si conseguiva alcun beneficio apprezzabile nell'efficienza della catena. Questa convinzione erronea scaturiva dal fatto che la produzione dell'arco sulla catena isolante si realizzava sperimentalmente solo fino a 7 o 8 elementi data la tensione limitata dei trasformatori di prova fino a 450 mila volt circa, e si determinava ad occhio l'andamento successivo della curva rappresentante la distribuzione del potenziale lungo la catena, curva che verso il nono elemento d'isolatore tendeva verso la linea delle ascisse. Si osservava inoltre l'effluvio superficiale del primo elemento d'isolatore più prossimo al filo conduttore, e poichè si notava che con l'aggiunta di un nono elemento alla catena esso si manifestava quasi alla stessa tensione riscontrata nel caso di otto elementi sembrava fondata la conclusione suddetta.

Oggi con gli impianti di prova fino ad 1 milione di volt eseguiti in America si è potuto assodare che si può raggiungere tale valore nella tensione con catene di 22 elementi e si è potuto vedere sperimentalmente che la curva della distribuzione del potenziale ha un andamento ben diverso da quello che si desumeva per deduzione.

Il Peck nelle sue esperienze aveva assodato che con isolatori Hewlett il primo elemento della catena assorbe il 30% della tensione totale, mentre con isolatori a cappa e perno il primo elemento assorbe il 22%; quindi si era venuti alla conclusione che col primo tipo si poteva ottenere una tensione massima di 250 chilovolt mentre col secondo tipo non si andava oltre i 360 chilovolt.

Negli studi ultimi eseguiti, essendosi raggiunta la tensione di un milione di volt si è assodato che per effetto dell'azione efficace degli effluvi (che ad altissime tensioni intervengono come delle vere resistenze in parallelo assorbendo una parte della corrente di carica) occorre un valore molto maggiore del potenziale per fare scoccare l'arco sulla catena d'isolatori.

Ha potuto eseguire alcune esperienze per assodare l'effetto dell'effluvio corona sulla distribuzione del potenziale in catene formate di elementi di tipo a cappa e perno crescenti di numero da 7 ad 11 e munite o non di schermo metallico al di sotto del primo elemento prossimo al conduttore di linea. A causa della disponibilità di trasformatori ha limitato le esperienze a 400 chilovolt, ed i risultati sono riportati nelle tabelle della Memoria presentata. Queste dimostrano che l'elemento isolante della catena più prossimo al conduttore è fortemente cimentato fino a quando non si manifesta il fenomeno corona, ma una volta questo iniziato, esso viene ad assorbire una percentuale sempre minore della tensione totale fino a quando il valore elevato degli effluvi non adesca l'arco sull'intera catena.

Si deve perciò trarre questa conclusione: che nel determinare il numero di elementi componenti una catena cimentata ad un certo potenziale occorre tener conto oltre che dei coefficienti di sicurezza degli elementi stessi a secco e sotto pioggia, anche della tensione che il primo elemento vicino al conduttore viene ad assorbire in condizioni normali di esercizio, tensione che anche in America si ritiene non debba essere superiore ai 22 o 24 mila volt.

Riguardo infine allo schermo metallico sottoposto al primo elemento della catena deve dire che in base alle prove eseguite esso risulta indispensabile nelle linee ad altissima tensione. In queste infatti il coefficiente di sicurezza 3 prescritto dalle norme risulta insufficiente; e la presenza dello schermo serve a migliorare notevolmente la distribuzione del potenziale lungo la catena, riducendo la tensione a cui è cimentato il primo elemento, e ritardando la presenza degli effluvi superficiali che sono nocivi agli isolatori.

Presidente: Ringrazia l'ing. Prinetti per la interessante e chiara esposizione fatta e poichè nessun collega ha da fare osservazioni in merito dà la parola all'ing. Emanueli.

29. **EMANUELI - Le perdite nel dielettrico dei cavi isolati in carta impregnata per trasporto di energia.** — Elettrotecnica, N. 27, 25 Settembre 1922, pag. 606.

Emanueli: Le perdite di energia in un cavo si possono valutare o esprimendole in watt per metro di lunghezza o considerando il cavo come un condensatore senza perdita messo in parallelo con una resistenza, oppure indicando il $\cos \varphi$ del cavo, tenendo presente che se la tensione e la corrente sono sinusoidali il $\cos \varphi$ coincide col coseno dell'angolo di fase fra tensione e corrente di capacità. Di questi tre metodi per esprimere la perdita di energia in un cavo il più conveniente è l'ultimo: infatti se P è la potenza perduta nel dielettrico, V la tensione applicata, R la resistenza apparente per km. di cavo, se si valuta direttamente P , che è uguale a $\frac{V^2}{R}$ ossia a $VI \cos \varphi$, la sua espressione non ha senso se non sono conosciute tensione di esperimento e dimensioni del cavo, oltrechè frequenza e temperatura. L'indicare R o V anche non ha senso se non si danno le dimensioni del cavo. Invece con $\cos \varphi$ si indica una quantità che dipende non dalle dimensioni, ma solo dalle qualità del dielettrico, frequenza e temperatura, ed essa si mantiene costante fino a che le perdite si mantengono proporzionali al quadrato della tensione applicata.

Ci si può valere anche del fatto sperimentale che la capacità del cavo non varia sensibilmente con la tensione applicata nè con la temperatura, per servirsi di un'altra quantità atta a rappresentare le perdite nel dielettrico, ossia la cotangente di φ , essendo la potenza P uguale ad $\omega C V^2 \cot \varphi$, in cui C è la capacità.

Le perdite di energia nel dielettrico di un cavo si possono attribuire parte all'isolante, che in generale è carta impregnata di miscela isolante, e parte alle bollicine del gas che si trovano sempre un po' diffuse nel cavo. Le prime dipendono dalle imperfezioni d'impregnamento della carta e dalla qualità della miscela usata e sono proporzionali praticamente al quadrato della tensione alla quale è sottoposto il cavo. Le seconde si verificano quando per una certa tensione applicata le bollicine di gas vengono a perforarsi, dando luogo a piccolissime scariche. Questa tensione è chiamata di ionizzazione del cavo e le perdite che ne derivano sono tanto più forti quanto maggiore è la quantità di gas rimasta imprigionata nel cavo.

Sono presentate nella memoria scritta le curve che danno l'andamento della tensione e della corrente in un cavo la cui carta isolante è di proposito male impregnata, e si nota come la capacità del cavo in queste condizioni aumenta colla tensione perchè, immaginando riunite tutte le bollicine di gas esistenti in esso, in uno strato gassoso unico compreso fra due superficie equipotenziali, si può pensare che il cavo sia costituito da due condensatori in serie: uno con dielettrico di carta impregnata e l'altro con dielettrico gassoso. Quando quest'ultimo ad un certo valore del potenziale resta perforato, il cavo rimane formato del solo primo condensatore e quindi la sua capacità è maggiore.

Il valore delle perdite nei gas occlusi dipende da una quantità di circostanze: va tenuto presente che quando è a regime di esercizio un cavo ha un punto di ionizzazione più basso che quando è in periodo di riscaldamento; e la cosa si spiega col fatto che con l'aumento di temperatura e colla dilatazione della miscela, i gas aumentano di pressione. Nel caso di regime di esercizio si può supporre invece che i gas si sciolgono nella miscela impregnante, oppure che essi trovano modo di dilatarsi e diminuire di pressione quando per effetto dell'aumentato volume della miscela anche la guaina di piombo del cavo si dilata.

Nei cavi trifasi le perdite per ionizzazione sono in generale superiori a quelle dei cavi monofasi, e ciò probabilmente a causa dei maggiori spazi vuoti che si hanno nel cavo trifase tra le superficie delle anime e dei riempitivi. Per tali cavi si può eseguire la misura della cotangente φ misurando la potenza assorbita dal cavo che lavora in trifase oppure che lavora in monofase, sia applicando la tensione fra un conduttore e gli altri due collegati al piombo, sia applicandola fra tutti i tre conduttori riuniti e il piombo.

Accenna alle prove eseguite in una linea a 50.000 volt a Barcellona, costituita da una terna di cavi Pirelli ad un conduttore.

La cotangente φ può assumere anche valori elevati perchè le perdite per dielettrico crescono in funzione della temperatura di questo. La curva varia a seconda della qualità della miscela impregnante.

Lasciando da parte le perdite per ionizzazione e considerando quelle dell'isolante propriamente detto si ha la tendenza a distinguerle in due categorie: quelle per isteresi dielettrica, decrescenti con la temperatura. L'Hoechstædter ha tentato di dare delle norme per effettuare questa scomposizione, ma a suo parere devono ritenersi non esatte come sarà dimostrato in un lavoro in preparazione e che tratterà di varie questioni interessanti i cavi.

Presidente: Esprime parole di compiacimento e di ringraziamento all'ing. Emanueli per l'interessante memoria presentata al Congresso, e prega il dott. Sacchetto di svolgere la sua memoria che tratta di un argomento affine per mettere in discussione le due memorie insieme.

30. SACCHETTO - *Considerazioni sull'impiego di cavi monofasi per trasmissioni d'energia a corrente alternata ad altissima tensione, in relazione alle perdite di energia, al riscaldamento ed alla portata.* — Elettrotecnica N. 28, 5 ottobre 1922, pag. 667.

Sacchetto: Riassume brevemente i concetti informativi della memoria presentata.

In essa è trattato prima il caso di una linea monofase realizzata con un doppino di cavi monofasi, ed è ricavata l'espressione della tensione efficace indotta per chilometro di lunghezza della linea in funzione della tensione efficace in ampère della corrente, supposta sinusoidale, che alimenta i conduttori, quando gli involucri di piombo dei due cavi siano isolati tra loro in modo che non siano percorsi da corrente.

Per le perdite di energia dovute alle correnti circolanti nel piombo è considerata la condizione che si realizza in pratica collegando a tratti metallicamente i due involucri di piombo, nel qual caso risulta più complessa l'espressione del flusso concatenato con i due circuiti, dovendosi considerare oltre che il flusso generato dalla corrente nei conduttori anche quello generato dalla corrente negli involucri di piombo.

Con la supposizione che le correnti siano sempre sinusoidali, lo sviluppo delle formule porta a determinare l'incremento di resistenza ohmica da dare al conduttore per produrre in esso perdite equivalenti a quelle che si hanno nel piombo. Si viene in tal modo ad attribuire al conduttore, oltre alla perdita propria che gli compete, anche quella che si verifica per le correnti nel piombo, il che equivale a ridurre la sezione effettiva del conduttore. I grafici riprodotti nella memoria scritta riproducono le variazioni del rapporto tra la resistenza effettiva del conduttore e l'incremento aggiunto per rappresentare la perdita nel piombo, nonché la variazione della sezione apparente del conduttore in funzione della sezione reale.

Per quanto riguarda il riscaldamento dei cavi bisogna tener presente che in funzione della distanza a cui i cavi sono stati messi, il conduttore dell'uno subisce un aumento di temperatura per effetto del calore prodotto dall'involucro di piombo dell'altro cavo vicino. Il rapporto tra la sopraelevazione di temperatura del piombo di un cavo e quella del suo conduttore dipende dalle dimensioni del cavo e dalla natura del terreno in cui giace il doppino. Analoghe considerazioni sono state svolte per le linee trifasi con terne di cavi monofasi, sia nella disposizione a triangolo equilatero che in quella a piano orizzontale.

Data una terna di cavi monofasi interrati sono state costruite in funzione della distanza fra gli assi dei cavi le curve che rappresentano la portata effettiva dei conduttori in percento delle portate teoriche, tenendo conto delle sole perdite nel piombo e del solo riscaldamento reciproco dei due cavi esterni sul terzo, nonché l'effetto dovuto alle due cause unite.

Presidente: Ringrazia il dott. Sacchetto per l'interessante studio presentato al Congresso, e mette in discussione i temi che sono stati trattati dagli ultimi oratori: ma nessuno chiedendo la parola rimane chiusa la discussione sulle memorie dell'III Gruppo, del quale forma parte un'ultima memoria dell'ing. Incontri e cioè:

31. INCONTRI - *La bobina di Petersen e la terra diretta dei neutri.* — Elettrotecnica N. 32, 15 Novembre 1922, pag. 748.

La memoria, assente l'autore, non viene discussa.

Presidente: Scioglie la seduta, invitando i colleghi a prendere parte alla riunione serale alle ore 21.

* *

5ª Seduta - Sera 4 ottobre 1922.

Presiede il Presidente Generale ing. Ulisse del Buono; funziona da segretario il Segretario alla Presidenza ing. Grillo.

Presidente: Apre la seduta alle 21,15 e ringrazia i colleghi intervenuti in gran numero a questa riunione serale dopo la laboriosa seduta durata tutto il pomeriggio.

Inizia l'esame delle memorie del quarto gruppo presentate al Congresso di cui al seguente elenco:

IV. GRUPPO - VARIE

32. Usigli. — *Apparecchi e dispositivi di sincronizzazione.*
 33. Sartori. — *Motori autosincroni: un nuovo tipo compensato.*
 34. Cusmano. — *Motori sincroni e condensatori statici.*
 35. Martinez G. e Sarti G. — *A proposito delle norme del V. D. E. per gli apparecchi elettrici di misura.*
 36. Biagini. — *La selezione dei circuiti a corrente alternata mediante relais a frequenza.*
 37. Di Pirro. — *Collaborazione dei tecnici delle correnti forti e deboli nello studio della coesistenza degli impianti elettrici.*

Presidente: Invita il collega Usigli a riassumere la sua memoria:

32. USIGLI - *Apparecchi e dispositivi di sincronizzazione.* — Elettrotecnica N. 25, 5 Settembre 1922, pag. 546.

Usigli: Per la messa in parallelo dei circuiti a corrente alternata sono in uso tre tipi di inserzione: quella a lampada accesa e con voltmetro ad indicazione doppia; quella a lampada spenta o con zerovoltmetro e la terza con voltmetro che indica la tensione comune dei due circuiti da collegare.

Di questi tre sistemi il primo presenta la difficoltà della messa a terra costante dei trasformatori di tensione, ed il terzo è applicabile solo al sistema trifase e richiede per ogni macchina l'installazione di due trasformatori di tensione; mentre il secondo si presta meglio perchè è il più semplice.

Per il fatto che i voltmetri a corrente alternata hanno una forma di scala quadratica che dà una piccola deviazione dell'indice per una piccola tensione applicata, ne consegue che il sistema a lampada spenta presenta una condizione di grave inferiorità rispetto agli altri. A questo fatto si è rimediato in Germania mettendo in serie al voltmetro una lampadina a incandescenza a filamento metallico, la quale presenta una notevole variazione di resistenza ohmica col variare della tensione che l'alimenta. Un altro dispositivo simile è stato proposto ed adottato dall'oratore stesso durante il tempo di guerra in cui il bisogno di continuità di servizio e della migliore utilizzazione degli impianti rese assillante la questione della marcia in parallelo degli stessi. Esso consiste in due schemi differenti, aventi però ognuno lo scopo di eliminare il terzo trasformatore di tensione, oltre i due necessari per l'alimentazione di un wattmetro, realizzando così un vantaggio economico notevolissimo, specialmente quando si tratta di potenziali molto elevati. Accennando alla costituzione dei due dispositivi si può dire che l'uno è costituito da un voltmetro elettro-magnetico il cui avvolgimento è diviso in due parti con un capo comune, con una resistenza ohmica inserita su uno dei capi liberi, e con una resistenza induttiva sull'altro capo, la quale ha una impedenza uguale all'altra ma una induttanza capace di fare ritardare di 60° la corrente che percorre il suo circuito rispetto alla tensione applicata.

L'altro dispositivo deriva dal precedente quando si sostituiscono i due avvolgimenti del voltmetro con due resistenze ohmiche equivalenti. Tra gli estremi di queste esiste tensione nulla tutte le volte che sono eguali le tensioni dei due circuiti da mettere in parallelo e

la tensione 1-3 dell'uno è in anticipo di 60° rispetto a quella 3-2 dell'altro. Se s'inserisce un voltmetro o una lampada tra questi due punti si avrà un dispositivo funzionante come nel caso dell'inserzione normale a lampada spenta.

Questo complesso nelle due forme suddette si può anche usare nei casi normali di parallelo fra macchine. Va ricordato infine un dispositivo costruito dalla Siemens che permette l'installazione di un voltmetro indicatore di fase per il parallelo, consentendo una notevole economia specie per le altissime tensioni quando non si debbano installare dei trasformatori di tensione. Esso è costituito da speciali passanti a condensatore dei quali si utilizzano le tensioni fra due armature proporzionali alle tensioni di linea con le quali hanno un determinato rapporto di fase.

Presidente: Ringrazia l'ing. Usigli per il contributo portato ai lavori del Congresso con la sua memoria e ne pone in discussione l'argomento.

Rebora: Vuole pregare l'ing. Usigli di favorirgli una spiegazione: nella sua memoria egli ha detto che nel caso dello schema 1 a lampada accesa si fa luogo ad un inconveniente derivante dal fatto che non si può mettere a terra il circuito. Non vede la ragione di questa impossibilità.

Usigli: Spiega che nel caso di più di due macchine non si può mettere stabilmente a terra il circuito perchè si genererebbero corti circuiti tra i secondari dei trasformatori. Nel caso della fig. 2, che riguarda l'inserzione con lampada spenta a zerovoltmetro, si vengono ad unire i poli omonimi del secondario del trasformatore.

Rebora: Osserva che i dispositivi 1 e 2 durante la manovra sono equivalenti potendo nell'1 trovarsi in un certo momento in opposizione di fase come nel 2. Non vede quindi la differenza di comportamento. Vuole poi domandare se il dispositivo Usigli per la manovra di messa in parallelo ha un vantaggio pratico e quale. Se la complicazione del dispositivo non realizza un miglioramento della manovra non apparirebbe chiara la convenienza di adottarla. Egli non vede appunto il bilancio tra il perfezionamento tecnico studiato ed il vantaggio che se ne può ricavare.

Usigli: Il vantaggio pratico e reale consiste per il primo impiego indicato, nel risparmio di un riduttore di tensione, che quando si sta fra i 70 ed i 100 mila volt costa una somma abbastanza rilevante. Nel secondo impiego esso, più che un vantaggio economico presenterebbe il vantaggio di una maggiore precisione di manovra.

Presidente: Ringrazia l'ing. Usigli e dà la parola al Prof. Sartori:

33. SARTORI - *Motori autosincroni - Un nuovo tipo compensato.* — Elettrotecnica N. 26, 15 Settembre 1922, pag. 565.

Sartori: Crederebbe di fare un torto ai colleghi se richiamasse anche soltanto gli estremi della questione del miglioramento del fattore di potenza e se ricordasse tutti i danni che derivano da un fattore di potenza basso. La causa principale dello sfasamento fra la tensione e la corrente nell'impianto è dovuta al fatto che i motori asincroni richiedono una corrente reattiva, la quale è molto spesso in proporzione esagerata rispetto alla corrente attiva, per cause che dipendono spesso dall'utente, ma anche di frequente dallo stesso produttore e distributore di energia che mantiene sulla linea una tensione inferiore a quella prescritta.

Si comprende di conseguenza che il fattore di potenza potrebbe essere migliorato se si potesse disporre di un motore che modificasse da sé quella sua corrente reattiva: e poichè l'argomento del miglioramento del fattore di potenza ha finito per appassionarlo, si è adoperato senza essere costruttore, per portare un contributo personale allo studio e alla risoluzione del problema.

E' certo che il motore sincrone nel quale a mezzo di una eccitatrice è possibile provvedere alla eccitazione del campo induttore e infasare la corrente derivata dalla linea con la tensione è il motore che risolve la questione. Però questa macchina sincrona è tale che per potenze molto limitate risulta complicata perchè ha bisogno di un'eccitatrice, mentre il problema si semplificherebbe se si potesse fare scomparire quest'ultima.

Il motore sincrone ha una incapacità sua propria ad avviarsi facilmente, perciò bisogna risolvere questa difficoltà. Da tempo sono stati costruiti motori sincroni auto-avviatori i quali contengono sulla parte mobile una gabbia di scoiattolo, oppure sono motori sincroni con un duplice avvolgimento sulla parte mobile uno dei quali ha caratteristiche di circuito di avviamento con resistenze esterne.

Il Danielson fino dal 1903 ha pensato che si potrebbe trasformare in sincrone anche un asincrono comune. Egli infatti notò che se in un avvolgimento trifase si immette una corrente continua per una delle fasi e la si riceve agli estremi degli altri due avvolgimenti per mezzo di anelli adatti, si ha sul rotore una polarità adatta per realizzare una macchina sincrona, rendendo permanente una condizione transitoria di un motore asincrono.

Questa disposizione ha però un vantaggio, per il fatto che abbiamo una distribuzione di corrente non uniforme nel rame del rotore. Essendosi occupato nel 1917 per fare funzionare come sincrone un motore asincrono munito di dispositivo Danielson, gli sembrò che si potesse risolvere il primo problema di rendere uniforme la densità di corrente. Se in un avvolgimento trifase comune a stella si rovesciano gli attacchi di una delle fasi, si ha un sistema in cui si può lanciare corrente continua, e si ottengono poli alternati senza che il numero dei poli si alteri. Se si crea un centro i tre rami del rotore sono in parallelo, se in-

vece i tre rami sono collegato uno di seguito all'altro, senza che si abbia un centro. essi risultano in serie e si può adoperare in questo caso una corrente continua di alimentazione avente tensione tripla rispetto a quella adoperata nel caso della disposizione in parallelo.

Bisogna tenere presente che qualunque motore asincrono può essere convertito in sincrone purchè si creino dei poli magnetici per mezzo di corrente continua nel rotore o nello statore. Se non che il motore sincrone deve avere un intraferro adeguato per presentare un certo margine di sopracarico, e però non tutti i motori sincroni sono dei buoni asincroni. Quando ci si contenti di una potenza ridotta ai tre quarti, ogni asincrono può essere convertito in motore sincrone quando sia possibile utilizzare convenientemente tutto il rame adoperato nella costruzione. Passando in esame i vari tipi esistenti di motori asincroni, l'autore dimostra che solo il tipo «Le Monnier» e quello Sartori si prestano per essere ridotti a sincrini, essendo originariamente stati costruiti come asincroni, senza che occorra rifare l'avvolgimento.

Un motore asincrono è come un trasformatore, in cui è possibile invertire la funzione delle sue parti costruttive, facendo funzionare lo statore da secondario e tenendo il rotore collegato alla linea di alimentazione. Si può dunque effettuare un'inversione delle parti costruttive anche nel motore asincrono, e in queste condizioni se immettiamo una corrente continua negli avvolgimenti dello statore, dopo aver fatta la solita operazione dell'avviamento, e sincronizziamo con ciò la macchina, arriviamo al seguente risultato: che i poli dell'induttore rimangono fissi nello spazio così come rimangono fissi quelli del rotore.

Arrivati a questo punto si trova subito che c'è la possibilità di utilizzare la macchina per conglobare nel rotore un avvolgimento di eccitatrice a corrente continua. Abbiamo infatti un sistema polare fisso nello spazio ed un'armatura che ruota. Se indipendentemente dall'avvolgimento che riceve la corrente dalla linea mettiamo un avvolgimento a corrente continua con un collettore, si viene a realizzare una macchina che comprende il motore sincrone e la rispettiva eccitatrice.

Si può fare ancora un passo più avanti utilizzando una idea enunciata già dal Crompton alcuni anni or sono, quella di conglobare nel rotore la eccitatrice e fare intervenire con opportuno calettamento delle spazzole sul collettore il flusso proprio di armatura per l'aumento spontaneo della tensione ai capi dell'induttore. Infatti in una macchina sincrona, sia essa generatrice o motrice, se avviene un calettamento dei poli della parte mobile rispetto a quella fissa, esso dipende dalle condizioni del carico e da quelle dell'eccitazione ed è tanto più grande quanto maggiore è il carico. Allora se spostiamo le spazzole in modo che con il circuito eccitatore risulti concatenato il flusso magnetico del rotore, si fa intervenire agli effetti di una maggior forza elettromotrice anche il flusso dell'armatura, e avendo alte spazzole una tensione crescente, possiamo crescere col carico l'eccitazione ed ottenere così un buon fattore di potenza.

Osserva tuttavia che l'idea del Crompton proposta per macchine a poli sporgenti, non consente una realizzazione industriale, possibile invece con macchine a ferro distribuito.

Accenna sinteticamente alle caratteristiche del diagramma della macchina e alle deduzioni ricavate dagli esperimenti eseguiti su di essa: ritiene che se si vuole arrivare a migliorare il fattore di potenza delle reti di distribuzione bisogna prendere come suol dirsi il diavolo per le corna ed arrivare a costruire un motore sincrone in cui siano ridotte al minimo le complicazioni rispetto al tipo asincrono, ed il cui funzionamento sia perfetto in modo da potere essere affidato anche a mani inesperte. Si augura che altri possano seguire con maggiori mezzi e migliore fortuna la strada per la quale egli si è messo, e possano raggiungere lo scopo.

Presidente: Ringrazia a nome della Presidenza e dei colleghi tutti il prof. Sartori per la interessantissima memoria presentata al Congresso su di un tema che è certamente di sommo interesse oggi per l'industria elettrica, e per la lucida esposizione fattane. Ritiene che l'argomento della macchina autosincrona studiato dal prof. Sartori richieda una discussione a parte.

Pestellini: Prega il prof. Sartori di voler dire qualche cosa sulla commutazione della macchina in oggetto, sembrandogli che tale problema abbia interesse speciale.

Sartori: Quella della commutazione è stata una questione che gli ha causato grande perplessità. Dallo studio della macchina risultava che avrebbe bisognato ricorrere a forti calettamenti. Era pertanto legittimo attendersi anche forti scintillamenti. Ma in proposito egli andò gradatamente modificando la sua opinione.

Infatti, nella macchina a poli sporgenti abbiamo un flusso concentrato in condizioni speciali rispetto alla reazione magnetica dovuta agli ampergiri distribuita sul rotore. Quando c'è una piccola irregolarità fra un polo nord e un polo sud si crea un campo locale che dà origine allo scintillamento. Ma qui si tratta di una macchina ad intraferro costante; di più si ha un intervento diretto del flusso di armatura, perciò si ha da fare con una macchina ad eccitazione interna la quale consente un calettamento di gran lunga superiore a quello che si può effettuare con la eccitazione esterna. I risultati conseguiti nelle prove hanno superato le aspettative a questo riguardo: forse anche perchè preferì fare uso di un'armatura Pacinotti invece di quella a tamburo. Avendo impiegato un collettore molto ampio per abbassare la densità di corrente sulle spazzole si è riscontrato che questa precauzione non era necessaria. Infatti il comportamento della macchina fu perfetto e non si ebbe ombra di scintillamento neppure con spostamento di 85 e

88 gradi, pur prendendo 30 ampères dal collettore. Dopo questi risultati la questione dello scintillamento delle spazzole si può dire che non costituisca una difficoltà, e si può dire che la macchina sia destinata a risolvere il problema per il quale è costruita, quando si stia nel campo delle potenze moderate. Se si dovesse andare oltre i 200 o 300 HP. la tenuta delle spazzole non sarebbe più perfetta. Può osservarsi a questo riguardo che passando ad una macchina a trasformazione di frequenza si ha pure un comportamento simile per quanto le condizioni di commutazione sono più difficili in questo caso, avendosi una variazione statica di flusso. Ritiene che partendo dall'esempio della macchina trasformatrice di frequenza, la quale insegna che mediante speciali accorgimenti si può realizzare una tenuta delle spazzole industrialmente buona, si possa affermare che da questo lato non sia fondata una critica alla macchina autosincrona.

Vannotti: Rileva la importanza e l'interesse che presenta l'argomento trattato dal prof. Sartori il quale ha iniziato uno studio molto difficile affrontando anche sacrifici materiali. Egli spera ed augura che alcune difficoltà rimaste insolute possano essere superate felicemente dall'egregio collega.

Passando rapidamente in rassegna i capisaldi su cui si basano gli studi del Sartori, rileva il criterio seguito per l'eccitazione del rotore della sua macchina invertendo una fase; e poi l'applicazione dell'idea del Crompton in cui veramente il Sartori è stato felice. C'è la questione dello scintillamento delle spazzole e pare che per potenze modeste non ci sia da aspettarsi sorprese. Un punto difficile è certamente quello del passaggio dal sistema sincrono a quello asincrono.

Da ultimo il prof. Sartori ha fatto un accenno al possibile avvenire della sua invenzione: per suo conto ritiene che il motore autosincrono non avrà un grande campo di applicazione nell'impiego delle piccole potenze, e quindi il problema del miglioramento del fattore di potenza non sarà risolto seguendo questa via. Crede di poter affermare che in stabilimenti di una certa importanza potrà avere un buon campo di applicazione il motore sincrono con avviamento automatico.

Sartori: Ringrazia l'ing. Vannotti per le lusinghiere parole avute a suo riguardo. A proposito della questione relativa al miglioramento del fattore di potenza e a quanto prevede l'ing. Vannotti si riserva di parlare in seguito.

34. CUSMANO - *Motori sincroni e condensatori statici.* — Elettrotecnica N. 25, 5 Settembre 1922, pag. 555.

Cusmano: Si ripete spesso che l'energia disponibile è insufficiente, che i nuovi impianti costano tanto da rendere dubbiosi sulla convenienza economica di intraprenderne altri. E' noto che una potenza apparente di centinaia di migliaia di k.V.A. a cui corrispondono spese di impianto e d'esercizio notevolissime, non si trasforma in lavoro utile, non viene neppure retribuita nella maggior parte dei casi, e sempre costituisce una deficienza tecnica degli impianti.

Sappiamo che il neutralizzare le correnti reattive è una cosa possibile e che macchine ed apparecchi già sanzionati dalla pratica, o disseminate presso gli utenti, oppure concentrate in punti razionalmente scelti, permettono di aumentare la potenzialità degli impianti con una spesa di poche centinaia di lire per chilowatt. E intanto si fanno ancora nuovi impianti con alternatori previsti per funzionare con $\cos \varphi = 0,7$ e l'uso dei metodi di miglioramento del fattore di potenza costituisce ancora una eccezione.

Ha interrogato le principali Società distributrici per avere una spiegazione dell'apparente anomalia ed ha ricevuto solo sei risposte. La piccolezza di tale numero costituisce una ragione di più per esprimere vivi ringraziamenti a coloro che vollero gentilmente favorire notizie tanto utili. Le informazioni avute si riferiscono alla tarifficazione come mezzo atto a spingere gli utenti verso il miglioramento del $\cos \varphi$ dei propri impianti, come pure ai sistemi adottati per avere un miglioramento più generale.

Entro il campo delle risposte avute, la tarifficazione in funzione del $\cos \varphi$ non sembra essere entrata nell'uso comune. D'altra parte emerge in modo chiaro che, dove si è stabilita una tarifficazione che spinge l'utente a riflettere, si è conseguito un risultato positivo.

Segnala come ottimo esempio le tabelle di correzione adottate dalla Società Negri. Altre conferme sulla efficacia del sistema riuscirebbero molto utili allo scopo che si vuole raggiungere che è di interesse generale, e quindi le altre Società che hanno adottato dei sistemi analoghi di tarifficazione farebbero bene a renderli noti. Per guarire rapidamente di un male che è generale, l'esperienza di ciascuno dovrebbe essere messa subito a disposizione di tutti.

Circa l'applicazione dei mezzi di miglioramento del $\cos \varphi$ su una scala più vasta, sembra che abbia predominato il sistema di utilizzare gli alternatori delle centrali termiche come motori sincroni. I pareri sono discordi in merito ai risultati ottenuti; le macchine adoperate, i loro sistemi di avviamento, il posto occupato da quelle macchine rispetto alla rete, costituivano spesso dei punti deficienti tali da non consigliare con entusiasmo l'adozione di quel metodo. Però si può concludere che impiegando le macchine adatte nel sito più conveniente, il risultato non potrebbe che essere soddisfacente. Anche su tale punto sarebbe sommamente utile se volessero pronunziarsi quelle Società che hanno fatto degli impianti veramente razionali.

Quando si è riusciti a vincere tanta inerzia, cioè si è deciso di agire, è naturale che ci si rivolga a quei mezzi di miglioramento che

sono stati non solo costruiti da diversi costruttori di grande fama, ma anche che sono stati adottati con successo in un grandissimo numero d'impianti. Ben vengano i motori autosincroni ai cui trionfi avrà tanto contribuito il prof. Sartori, ma per ora il rifasamento è da considerare quasi come un soccorso d'urgenza, poichè la maggior parte delle Società distributrici hanno venduto più energia di quanta ne dispongano. In un primo periodo non potremo che risolvere il problema, o coi motori sincroni o coi condensatori statici, i quali ultimi hanno raggiunto un alto grado di perfezione. Una grande Casa europea li costruisce in grandezze da 3 sino a 50 kva, per tensioni normali comprese fra 2000 e 15.000 volts od anche per tensioni più elevate. In America le capacità minime sono di 30 a 60 kva, raggiungendo il massimo di 300 kva con gradini di 60 kva alla volta. La tendenza è di stabilire una tensione normale dell'ordine del migliaio di volts e poi impiegare un trasformatore elevatore o riduttore. Per smorzare le armoniche superiori delle onde di tensione che falserebbero le caratteristiche del condensatore, s'intercala una reattanza che nel caso in cui si adoperano dei trasformatori, è contenuta in questi ultimi.

Quando si distacca il condensatore dalla linea, la corrente di carica passa attraverso una resistenza. Per dare un'idea dello spazio occupato si può dire che un gruppo di condensatori trifase da 300 kva, ha le dimensioni di m. $1 \times 1,20$ in pianta e metri 2,20 in altezza; il peso è di circa 1400 kg. compreso le armature di sostegno. E' facile dimostrare come nel caso in cui le Società distributtrici adottino i coefficienti di correzione del prezzo del kw-ora la spesa dovuta all'impiego dei condensatori statici viene ad essere rimborsata in meno di un anno. Consideriamo per esempio un impianto trifase che assorbe 400 kva con $\cos \varphi = 0,7$ e portiamo il $\cos \varphi = 0,9$ mediante l'impiego di una batteria di 3 condensatori monofasi da 50 k.V.A. ognuno collegati a triangolo. Per quei 150 k.V.A. di condensatori si spenderanno 29.000 lire, ma il prezzo del kw-ora potrà passare da L. 0,28 a L. 0,20. Se l'utilizzazione del pieno carico di 280 kW. fosse di 2000 ore annue, l'economia sarebbe di L. 44.800 ogni anno, da cui va dedotta la perdita dell'1% nei condensatori, cioè $1,5 \times 2000 \times 0,20 = 600$ lire. In conclusione si avrebbe, sino dal primo anno, un beneficio di L. 44.800 — 29.000 — 600 = L. 15.200 e negli anni successivi esso diverrebbe di L. 44.200.

Se il desiderio di migliorare il fattore di potenza coincidesse col bisogno di nuova forza motrice, converrebbe allora installare un motore sincrono previsto in modo che possa dare la forza motrice richiesta ed inoltre il miglioramento voluto.

L'aumento di spesa d'impianto e di esercizio sarebbe tanto piccolo che, in questo caso, la preferenza andrebbe al motore sincrono invece del condensatore. Lo stesso avviene quando si tratta di capacità molto grandi, perchè il prezzo specifico dei condensatori resta quasi costante, mentre va riducendosi rapidamente quello dei motori sincroni, man mano che cresce la loro potenza apparente. Bisogna anche por mente al fatto che i condensatori statici danno luogo ad una componente antireattiva di grandezza costante qualunque sia il carico. Cui motori sincroni ad eccitazione governata da un regolatore automatico, lo scopo della tensione costante si raggiunge perfettamente. E questa un'altra ragione che spingerà a scegliere i motori sincroni nel caso in cui si vorrà migliorare il $\cos \varphi$ delle grandi centrali. Tuttavia il problema dovrà sempre esaminarsi tenendo conto della spesa d'impianto, delle perdite dovute all'uno o all'altro sistema, delle spese di manutenzione e, finalmente, dei vantaggi tecnici, tra cui vi è appunto quello della tensione costante.

Potrà anche entrare in considerazione il fatto che, oltre allo scopo del rifasamento, il motore sincrono potrà servire per dare della forza motrice, oppure essere adoperato come un semplice alternatore.

Presidente: Ringrazia l'ing. Cusmano per il contributo portato col suo lavoro al problema del miglioramento del fattore di potenza degli impianti e pone in discussione l'argomento.

Campos: Dalla interessante comunicazione dell'ing. Cusmano si rileva quanta poca estensione abbiano sinora preso, almeno tra noi, le tariffazioni dipendenti dal fattore di potenza. Tra le società distributtrici che hanno risposto alla sua inchiesta tre sole applicano tali tariffe, cioè l'Irdroelettrica Ligure, l'Anglo-Romana e la Negri, questa ultima con un'accurata graduatoria. L'utilità indiscutibile di tali tariffe solo ora comincia ad essere praticamente riconosciuta coll'adottarle. Eppure si tratta di questione antica assai più di quanto generalmente non si creda. Già nel 1899 in Germania il Benischke (1) considerò tali tariffe con criteri identici a quelli oggi più moderni e studiò pure i relativi apparecchi di misurazione, contatori a spostamento di fase voltmetrico per ottenere indicazioni variabili col $\cos \varphi$; ma la sua esposizione al Verbaud Deutscher Elektrotechniker non incontrò che scarso favore. Avendo veduto in Svizzera un contatore costruito secondo tale principio ne fece cenno nel 1908 in occasione di una discussione a Milano in seno all'A.E.I. (2) Ma l'idea che gli era sembrata interessante ebbe allora scarsa approvazione (come risulta dagli Atti) e venne anche considerata come una sofisticazione delle misure di potenza. Più tardi per merito soprattutto dell'attiva propaganda del prof. Arnò tali metodi di tarifficazione e di misura cominciarono ad essere discussi, accolti ed applicati, però in modo sinora affatto insufficiente a suo parere.

Lasciando da parte le molte discussioni spesso oziose sulla esatta legge da seguire in queste tariffe e sulle misurazioni relative, le quali

(1) Vedi E. T. Z. 1899.

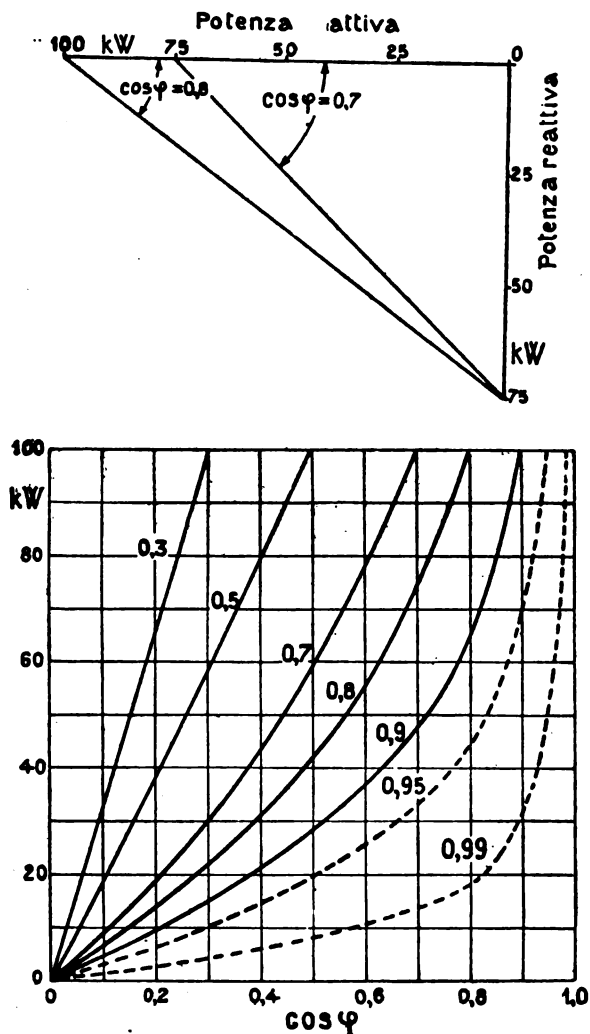
(2) Vedi Atti A. E. I. Vol. XII, 1908.

generalmente non presentano speciali difficoltà, è soprattutto notevole quanto ancora siano lontani tra loro i criteri sull'ordine di grandezza delle penalità o bonifiche da applicare per $\cos \varphi$ diversi dal prestabilito. Lo si vede già dalle percentuali applicate dalle tre società citate dall'ing. Cusmano. Per $\cos \varphi$ prestabilito 0,8 e quando il $\cos \varphi$ verificato sia 0,5 si va dalla penalità del 23 % della Idroelettrica Ligure (tariffa Arnò) a quella del 97 % della Società Negri, oltre quattro volte maggiore; φ quando il $\cos \varphi$ verificato sia = 1 si va dalla bonifica dell'8 % della prima Società a quella del 26 % della seconda, oltre tre volte tanto.

Analoghe variazioni si osservano in tariffe analoghe di Società estere che egli ebbe occasione di raccogliere per una discussione; ad esempio la Société du Gas et Electricité di Marsiglia, la Rheinische Westfälische Elektrizitätswerke, la New England Power Co., la Gas and Power Co., ecc. Sull'ordine di grandezza di tali penalità o bonifiche, che non sembra debbano variare molto da rete a rete, sarebbe particolarmente utile uno scambio di vedute.

L'applicazione di tali coefficienti nel mentre può senz'altro essere riferita al $\cos \varphi$ medio ricavato dalle letture di due contatori monofasi o in altro modo, quando si tratta di energia venduta a contatore, nel caso di energia venduta a forfait si presta invece a qualche altra considerazione.

Evidentemente se s'impegnano ad esempio 100 kW a $\cos \varphi = 1$ si impegnano soltanto 100 kW di potenza attiva e zero di potenza reattiva; quando si richiede meno di 100 kW. attivi non si acquista diritto a potenza reattiva che non si è impegnata e si deve mantenere il $\cos \varphi = 1$. La cosa è diversa se si sono impegnati 100 kW. a $\cos \varphi$ diverso da 1. In tal caso si ha diritto ad una certa quantità di potenza reattiva. Se ad esempio si sono impegnati 100 kW. a $\cos \varphi = 0,8$ e si pagano in base a questo fattore di potenza si ha diritto a 100 kW. di potenza attiva ed a 75 di potenza reattiva. Si possono richiedere quindi tutti i 75 kW. reattivi impegnati anche quando i kW. attivi richiesti sono meno di 100, ossia in tal caso si può scendere col $\cos \varphi$ al di sotto di 0,8 senza dover pagare per questo alcuna penalità. Se si richiedono ad esempio soltanto 75 kW. attivi ossia i $3/4$ della potenza impegnata si può anche mantenere la richiesta dei 75 kW. reattivi e cioè si può scendere col $\cos \varphi$ a 0,7. Per potenze attive minori si ha diritto di scendere a $\cos \varphi$ più bassi ancora, purché non si oltrepassi la richiesta dei 75 kW. reattivi impegnati; allo stesso modo come non si può richiedere (salvo eventuali variazioni di tariffa) più di 100 kW. attivi, ma si ha sempre diritto di richiederli con $\cos \varphi$ superiore a 0,8 cioè con meno dei 75 kW. reattivi impegnati.



Nel diagramma presentato sono indicati i $\cos \varphi$ a cui si deve poter scendere senza penalità in corrispondenza delle varie percentuali di carico, a seconda del $\cos \varphi$ impegnato. La curva base e quella relativa al prestabilito di 0,8. Ne segue che se si ricava il $\cos \varphi$ medio

p. es. mensile, sia dalle letture di due contatori monofasi, sia in altro modo non si deve paragonarlo col $\cos \varphi$ prestabilito per la potenza massima impegnata a forfait, per poi applicare la penalità o bonifiche pattuite: ma si deve paragonarlo con il $\cos \varphi$ a cui si ha diritto di scendere in corrispondenza al valor medio della potenza richiesta durante lo stesso intervallo di tempo.

Le percentuali di penalità o bonifica possono da ciò in taluni casi dover essere anche notevolmente diminuite; praticamente può essere sufficientemente giusto di applicare la differenza tra la percentuale corrispondente al $\cos \varphi$ medio riscontrato e quella corrispondente al $\cos$ (minore del prestabilito) a cui la potenza media richiesta dà diritto di scendere.

Le osservazioni esposte mostrano come a suo parere devono essere applicati, nel caso di potenze impegnate a forfait, i coefficienti adottati per l'energia venduta a contatore; coefficienti in taluni casi elevatissimi, superiori anche al computo dell'energia in base ai voltampère cioè alla potenza apparente. Esse mostrano la differenza che vi è per quanto riguarda il $\cos \varphi$ tra le due tariffe: e possono essere tenute presenti nello stabilire tariffe miste.

Riguardo alla tariffa in base ai voltampère, senza entrare in merito alla sua opportunità, si può solo osservare che per vendita a contatore essa dà penalità e bonifiche intermedie tra i valori adottati dalle varie Società di cui si sono raccolti i dati e che è di semplicissima, evidente applicazione nel caso di vendita a forfait. Di ancora più semplice applicazione in entrambi i casi e corrispondente a più ampie variazioni col $\cos \varphi$ è la tariffa in base al quadrato degli ampères. Ritiene pertanto che entrambe meritino di essere seriamente considerate. Quanto ai mezzi per migliorare il $\cos \varphi$ ritiene che insieme all'utilizzazione dei motori sincroni e dei condensatori sia da insistere nel tenere in gran conto in moltissimi casi pratici della razionale utilizzazione dei motori di tipo normale e del giudizioso raggruppamento del macchinario da essi azionato.

Fano: Il collega Campos ha insistito sulla necessità di utilizzazione la tariffa come mezzo atto a migliorare il fattore di potenza. Egli è di opinione contraria al riguardo perché ritiene che il piccolo utente, ignaro della questione, finisce per non capirne niente e nella maggior parte dei casi succede lo stesso anche per l'utente grosso. L'unico risultato che si consegue è quello di tendere i rapporti tra esercenti e consumatori. Col grosso utente si riesce a ragionare e a fargli capire talvolta dell'importanza parziale che ha sulla rete il modo con cui egli utilizza l'energia che gli viene fornita, quindi si riesce ad intendersi, ma col piccolo consumatore la cosa non è possibile. Ritiene che la via giusta per migliorare il fattore di potenza sia quella indicata dal prof. Sartori. Quando si potrà disporre di un motore adatto allo scopo che si vuole conseguire sarà il caso di obbligare l'utente a subire una tariffa più alta tutte le volte che non vorrà adattarsi a fare uso di quel dato tipo di macchina motrice.

Crivellari: Ritiene che con i perfezionamenti conseguiti dal prof. Piffner mediante il suo tipo di condensatore statico possano gli esercenti aziende elettriche trovarsi in condizione di esaminare l'eventualità di risolvere almeno in parte, con l'impiego di questo apparecchio, la questione del miglioramento del fattore di potenza nei loro impianti.

Fa presente però che una larga applicazione di questo sistema può dar luogo sulle linee a vuoto con batterie inserite, a fenomeni di risonanza e cita come da calcoli fatti facilmente si possa avere su linee aeree a 11000 volt la risonanza per la 3^a, 5^a e 7^a armonica.

Ritiene pertanto che la più completa soluzione del problema del miglioramento del fattore di potenza sulle grandi reti si abbia con l'impiego dei condensatori sincroni da parte degli esercenti, e dei motori sincroni da parte degli utenti più importanti.

Sartori: Poiché l'ing. Crivellari si è occupato dell'impiego dei condensatori statici, egli aggiungerà qualche osservazione sull'impiego dei condensatori sincroni rotanti applicati alle linee per regolare il fattore di potenza. Se si pone il problema in cifre, si osserva che quando si tratta di migliorare il fattore di potenza in una rete poco estesa l'applicazione corrisponde allo scopo. E questo il caso della Lombardia in cui si hanno utilizzazioni molto concentrate. Quando si passi a considerare invece il caso di una rete estesa il problema è molto diverso, e vi sono società che hanno trovato convenienza nell'impiego dei condensatori rotanti, altre no. L'ing. Fracanzani dell'Adriatica potrebbe dire qualcosa al riguardo. Lo stesso ha trovato che una tariffa, che tenga conto del fattore di potenza medio, dipende piuttosto da $\tan \varphi$ che da $\cos \varphi$.

Lombardi: Esamina brevemente quanto ha esposto l'ing. Crivellari sul comportamento dei condensatori statici, sull'effetto della risonanza, e sul modo di impiegare i condensatori medesimi.

Colombo: Ha avuto in esercizio alcuni condensatori elettrolitici, per tre o quattro anni, su due impianti, senza lamentare alcun inconveniente alle reti. Il fattore di potenza si elevava nel primo impianto da circa 0,82 a circa 0,94 e nel secondo da 0,57 a circa 0,80.

Lombardi: Non crede possa in alcun caso convenire l'impiego di condensatori elettrolitici il cui fattore di potenza non è paragonabile con quello dei condensatori elettrostatici ed i cui elettrodi vanno soggetti a rapido deterioramento.

Colombo: Rileva come dato di fatto, che i condensatori da lui adoperati avevano nel funzionamento normale un $\cos \varphi$ proprio del 0,04 al 0,05 quindi una perdita dell'ordine di un buon sincrone (di potenza anche maggiore). Ritiene quindi che da quel lato l'applicazione sarebbe possibile, per piccoli impianti a bassa tensione: in pratica però essa è ostacolata da una troppo onerosa manutenzione.

Barbagelata: Contrariamente al parere espresso dal Collega Fano,

egli crede all'efficacia delle tariffe che tengono conto del fattore di potenza purchè si tratti di tariffe semplici e purchè i mezzi impiegati per le misure relative diano sempre facile modo all'utente di distinguere il maggior onere a lui derivante per le deficienze del $\cos \varphi$. Si riferisce in proposito ai suoi precedenti lavori in argomento.

Righi: Da tempo aveva atteso ad uno studio di tariffe che, prendendo le mosse dal lavoro del prof. Barbagelata giungeva a conclusioni eguali a quelle cui è giunto l'ing. Fracanzani. In questo studio ha proceduto nel modo seguente:

Stabilito che W rappresenti la quantità di energia fornita da una linea trifase e che w_1 e w_2 siano rispettivamente le indicazioni di due contatori monofasi si ha notoriamente:

$$W = w_1 + w_2 = \sqrt{3} E i \cos \varphi \quad (1)$$

$$w_1 - w_2 = E i \sin \varphi; \quad (2)$$

da cui si ha la nota relazione:

$$\tan \varphi = \frac{w_1 - w_2}{w_1 + w_2} \sqrt{3} \quad (3)$$

Il valore di W può quindi dedursi dalla conoscenza di una coppia di valori scelta ad arbitrio nella terna w_1, w_2, φ . Generalmente si misura w_1 e w_2 perchè è assai meno semplice la misura di φ o di $\cos \varphi$; che la misura di una quantità di energia monofase. Però ci possono essere speciali casi, e vedremo quali sono, in cui si debba preferire di ottenere W mediante la conoscenza di φ e di w_1 per esempio. Allora la quantità totale di energia è rappresentata da:

$$W = \frac{2\sqrt{3}}{\tan \varphi + \sqrt{3}} w_1 \quad (4)$$

Questo modo di misurare W potrebbe interessare particolarmente quando, per il fatto che il fattore di potenza dell'impianto di utilizzazione è noto ed invariabile, ovvero si considera tale con conseguente variazione di tariffa per fattore di potenza diverso dal prefissato, non occorra misurare φ . Allora la misura di W è ridotta alla misura di w_1 , ed un solo contatore monofase è sufficiente allo scopo.

Come si possa nel caso generale applicare la tariffa che tenga conto della variazione del fattore di potenza rispetto a quello prefissato è presto detto.

Se con a e b si indicano rispettivamente le due tariffe da applicarsi a w_1 e w_2 e con k il coefficiente di variazione della tariffa in funzione del φ che si verifica nell'impianto di utilizzazione rispetto al φ_0 prestabilito si ha:

$$a = \frac{2\sqrt{3} + b(\tan \varphi_0 - \sqrt{3})}{\tan \varphi_0 + \sqrt{3}} \quad (5)$$

$$k = \frac{a w_1 + b w_2}{w_1 + w_2} = 1 + \frac{a - b}{2\sqrt{3}} (\tan \varphi - \tan \varphi_0) \quad (6)$$

Fissato un certo valore del fattore di potenza, e quindi di $\tan \varphi_0$, per ogni valore di b si ha un solo valore di a e rimane così definita la legge di variazione della tariffa in funzione del fattore di potenza medio che si verifica nell'impianto. Volendo tracciare il diagramma di k in funzione del fattore di potenza, per ogni valore di $\cos \varphi_0$ si ha un fascio di curve tutte attraversanti l'asse delle ascisse ($\cos \varphi$) nello stesso punto che corrisponde a $\cos \varphi_0 = \cos \varphi$. Si vede così che la tariffa aumenta col diminuire del fattore di potenza e diminuisce nel caso contrario.

Per ogni valore di $\cos \varphi$ si ha una curva particolare cioè una certa tariffa, per l'applicazione della quale è sufficiente la misura di una quantità di energia monofase. Questo si ha per $b = 0$. Dalla 5) si ottiene:

$$a_{b=0} = \frac{2\sqrt{3}}{\tan \varphi_0 + \sqrt{3}} \quad (7)$$

e dal confronto della 4) con la 7)

$$W = a_{b=0} w_1 \quad (8)$$

Le diverse curve di k in funzione di $\cos \varphi$ per $b=0$, hanno andamento press'a poco parallelo, nell'ambito di variazione pratica del fattore di potenza, con addensamento verso i $\cos \varphi$ alti. Per citare un dato relativo a queste speciali tariffe fa presente che per un $\cos \varphi_0 = 0,80$ se il $\cos \varphi$ medio si riduce a 0,65 si ha un aumento di tariffa del 17% e se sale a 0,95 la tariffa viene diminuita del 12%.

Contro l'applicazione di questo metodo di tarifficazione e di misura dell'energia stanno due considerazioni; e cioè: 1° occorre conoscere la quantità di energia realmente consumata onde applicare le imposte governative e comunali; tuttavia non è detto che il fisco non possa mettersi nello stesso ordine di idee del distributore di energia elettrica che è quello di ridurre l'utente a migliorare il fattore di potenza; 2° se il carico non è equilibrato il metodo cade in difetto. È vero che generalmente il carico è equilibrato e che il distributore può imporre all'utente di mantenere equilibrata l'utilizzazione. Ma sta il fatto che questo può anche non verificarsi, ed anzi può l'utente ad arte equilibrare il carico per alterare in suo favore le indicazioni del contatore.

Osserva infine che non gli sembra abbia un contenuto sostanziale l'osservazione dell'ing. Fracanzani che cioè una tariffa che tenga conto del fattore di potenza medio debba piuttosto che dal $\cos \varphi$ dipendere da $\tan \varphi$. Invero entrambe sono funzioni circolari e quindi esprimibili l'una con l'altra.

Civita: Gli esercenti sono stati contrarii ad adottare i due sistemi di tariffa, e ricorda come fino dal 1908 quando il prof. Arnò propose il suo sistema trovò un enorme scetticismo. Tutti i contratti di fornitura

sono fatti tenendo implicitamente conto del fattore di potenza minimo, e la proposta Arnò viene a dare in sostanza agli esercenti il modo di aumentare il prezzo. Oggi siamo però in un regime di tariffe vincolate per intervento statale, quindi il problema è così complesso che non consente libertà d'azione: inoltre bisogna tenere conto adeguato del fatto che i rapporti fra produttori e consumatori di energia sono tesi, per cui è sconsigliabile per gli esercenti l'adozione di qualsiasi sistema che sembri una coercizione verso gli utenti e che dia l'impressione di volere sottrarsi alle prescrizioni della legge relative ai prezzi di vendita.

Righi: Rileva come non sembri giusta l'affermazione dell'ing. Civita che una tariffa variabile in ragione inversa del fattore di potenza, o altra analoga, sia quasi una scappatoia del distributore di energia per girare la legge che gli fissa i prezzi massimi di vendita. Non gli pare che l'osservazione sia giusta perchè, una volta fissato caso per caso il fattore di potenza medio che l'utente può ragionevolmente mantenere nella sua utilizzazione, questo sistema di tarifficazione porta un aggravio all'utente soltanto se l'utilizzazione è cattiva, ma gli consente anche una diminuzione di prezzo qualora utilizzi bene l'energia che il distributore mette a sua disposizione. Non vede come farebbe altrimenti ad impedire il danno generale per tutti gli utenti, e gravissimo per il distributore che deriva dall'impiego di vecchi motori a grande interferro, o di motori e trasformatori di potenza esuberante rispetto al carico normale.

Presidente: Scioglie la seduta alle 23.40 rimandando al giorno successivo il seguito della discussione sugli altri lavori del quarto gruppo.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI TORINO

Riunione del 16 maggio 1923.

Sono comunicate le adesioni dei nuovi Soci individuali:

Ing. L. Merlo; L. Bonomi; Ing. A. Belli; Geom. L. Gabriel; Ing. A. Barberis; V. Menicatti; V. Bellantonio; R. Tosti Mariotti; Ing. A. Quagliotto; G. Nicolosi; Ing. G. Rovera; G. Tortelli.

Il Presidente, Ing. Soleri, informa che la riunione annuale si terrà quest'anno a Venezia nella prima quindicina di ottobre e che fra i temi che dovranno essere più ampiamente trattati nel Congresso vi è quello dell'applicazione dell'energia elettrica all'agricoltura. Rilevando la particolare importanza che tale applicazione ha per l'economia nazionale, egli interessa i Soci a portare il loro contributo allo studio di questo argomento, ricordando che le comunicazioni da discutersi alla riunione dovranno essere inviate alla sede centrale entro il prossimo giugno. Informa poi che l'Ing. Civita ha cortesemente accolto l'invito di ripetere presso la nostra Sezione la conferenza che egli ha tenuto alla Sezione di Bologna sull'impiego della energia elettrica nella risoluzione del problema agricolo. Tale conferenza si terrà il 26 corrente alla Camera di Commercio e saranno estesi gli inviti ai colleghi della Società Ingegneri e delle principali Associazioni Agricole locali.

L'Ing. Soleri comunica che la Sede Centrale ha iniziato la distribuzione gratuita ai Soci della nuova edizione delle Norme per l'ordinazione ed il collaudo delle macchine elettriche, e che, date le ingenti spese di tale edizione, il Consiglio Direttivo ha accettato la richiesta della Presidenza Generale di addebitare alla Sezione un quarto dell'onere relativo e cioè L. 1 per copia e quindi per socio.

Prende quindi la parola l'Ing. Italo Bertoglio che svolge l'annunciata comunicazione sul tema: *L'elettricità a bordo dell'automobile*.

Al termine della conferenza illustrata da riuscite proiezioni ed accolta da vivi applausi, il Presidente si compiace coll'oratore ringraziandolo di aver portato a conoscenza dei Soci interessati e numerosi dettagli di un'applicazione generalmente poco nota agli elettrotecnici.

Riunione del 26 maggio 1923.

La sera di sabato 26 maggio l'Ing. Comm. Domenico Civita, Direttore della Associazione Esercenti Imprese Elettriche ha tenuto nel Salone della locale Camera di Commercio, una conferenza sul tema: *«L'energia elettrica nella risoluzione del problema agricolo»*.

Con ricchezza di dati statistici l'oratore ha prospettato dapprima lo stato attuale del nostro bilancio di importazione ed esportazione agricola ed ha messo quindi in luce i grandi vantaggi che l'economia nazionale trarrebbe da una maggiore industrializzazione dell'agricoltura, e particolarmente dall'applicazione su larga scala dell'energia elettrica sia per muovere le macchine atte a sostituire la forza animale nelle varie operazioni del ciclo agricolo, sia per azionare le pompe per irrigazione e bonifica. A quest'ultima applicazione dell'elettricità occorre soprattutto dare impulso in Italia ove enormi estensioni di terreno ora incolte e malariche attendono di essere rese coltivabili e fertili mediante opportuni impianti di bonifica.

L'Ing. Civita concluse esprimendo i voti che le Associazioni tecniche ed Agricole e gli Enti competenti facciano concorde opera di propaganda e di persuasione per meglio far conoscere agli agricoltori i vantaggi derivanti dall'impiego dell'energia elettrica nelle operazioni agrarie.

La conferenza dell'Ing. Civita fu accolta con vivissime approvazioni dal numeroso pubblico composto, oltre che dai Soci della Sezione, da molti colleghi della Società degli Ingegneri e dai rappresentanti delle principali Associazioni Agricole locali.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

E' GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La nuova Sezione Sarda dell'A. E. I.

Col più vivo piacere possiamo dare oggi l'annuncio della formazione di una nuova Sezione — la XV^a — della nostra A.E.I. In seguito all'esito del referendum indetto a nome dello Statuto, fra i membri del Consiglio generale, la Presidenza ha potuto in questi giorni dichiarare costituita la Sezione Sarda dell'A.E.I. con sede a Cagliari. Potremo dare nel prossimo numero maggiori notizie sulla nuova Sezione. Ad essa ed ai soci promotori vadano intanto i nostri più fervidi auguri ed i più vivi rallegramenti.

Limiti di utile impiego della bobina di Petersen.

Accennavamo nel numero scorso, in occasione della nota dell'Ing. Incontri, ai dispareri dei tecnici sull'utilità reale del sistema Petersen di protezione contro le sovratensioni. A conferma di tale divergenza di vedute viene oggi un'organica trattazione analitica, presentata dall'Ing. B. FOCACCIA alla Sezione di Napoli. In essa infatti l'Autore giunge a conclusioni assai meno favorevoli di quelle dell'Ing. Incontri, tanto che, al di là di certi limiti di lunghezza di linee e di tensione di esercizio, la bobina di Petersen è ritenuta addirittura inattuabile. Nell'attesa che l'esperienza pronunci il suo verdetto, non possiamo che ripetere quanto già ebbimo a scrivere in queste note al tempo delle prime discussioni sul nuovo sistema di protezione: che, cioè, esso potrà avere larga applicazione solo se la sua efficacia si estende — sia pure con qualche attenuazione, purché senza pericolo di nuovi guai — entro un notevole intorno delle condizioni per cui esso è stato calcolato. Dallo studio dell'Ing. Focaccia, tale condizione parrebbe verificarsi solo nel caso di linee modeste a tensioni moderate. Sarebbe questa una conclusione piuttosto grave, ed è da augurarsi che lo stesso Ing. Focaccia possa presto rendere conto dei risultati delle esperienze a cui intendeva in proposito di accingersi.

Sul raffreddamento dei trasformatori.

Il problema termico che sta alla base delle costruzioni elettromeccaniche è disgraziatamente quello che, più degli altri, deve basarsi su coefficienti empirici, sperimentali. E, per ovvie ragioni, i costruttori che soli hanno la possibilità di continue e metodiche esperienze in proposito, non sono molto propensi a rendere di dominio pubblico i risultati delle loro ricerche, cosicchè la letteratura tecnica rimane assai limitata proprio su una delle questioni più vitali per l'ulteriore progresso costruttivo ed economico del macchinario elettrico. Con particolare piacere sarà quindi accolto il testo della Comunicazione recentemente tenuta alla Sezione di Milano dal Professor RÈBORA il quale ha esposto la genesi teorica e sperimentale di una formula pratica per il calcolo del calore disperso dal cassone dei trasformatori in olio. Saremmo lieti se la breve discussione che seguì, a Milano, alla comunicazione del Rèbora, trovasse più ampio sviluppo sulle colonne della nostra rivista.

Diamo anche il testo della breve nota che l'Ing. Rèbora fece seguire alla sua Comunicazione, sulle possibilità di impiego del telefono nei metodi di opposizione per la misura del rapporto dei trasformatori.

LA REDAZIONE.

DESCRIZIONE IMPIANTI ELETTRICI ITALIANI

È uscito il 1° fascicolo:

Impianti Società Conti (Crego).

Si invitano i Signori che si sono prenotati a versare l'importo relativo all'Ufficio Amm. in Via S. Paolo, 10.

(L. 6,60 per i Soci e abbonati al giornale)

(> 9,— per non Soci e non abbonati)

(> 1,— per spedizione sotto fascia raccomand.)

CIRCA UN NUOVO METODO PER DETERMINARE LA BOBINA DI PETERSEN ED IL CAMPO DI APPLICAZIONE DI ESSA □ □

BASILIO FOCACCIA



:: :: Comunicazione tenuta alla Sezione di Napoli :: ::
:: :: :: nell'adunanza del 14 aprile 1923 :: :: ::

Premessa.

In occasione di alcune esperienze affidatemi dal chiarissimo Prof. Luigi Lombardi ⁽¹⁾, Presidente della Commissione Permanente per lo studio delle sovratensioni, ebbi ad occuparmi del problema della protezione delle linee, a mezzo del dispositivo a derivazione induttiva proposto dal Petersen ⁽²⁾.

Com'è noto il Petersen intese, con l'applicazione del suo dispositivo, di dare un mezzo di protezione generalmente efficace contro ogni sorta di sovratensioni. In verità molti altri dispositivi sono stati suggeriti all'uopo, fra i quali è doveroso ricordare quelli particolarmente geniali del Campos ⁽³⁾. Quasi tutti però sembra che abbiano un valore limitato a determinati tipi soltanto di sovratensioni ed a limitate funzioni protettive.

Essi infatti si possono raggruppare nelle seguenti categorie:

a) Dispositivi i quali hanno un'azione preventiva contro il formarsi di sovratensioni. Le sovratensioni che si possono prevenire con tali dispositivi sono generalmente dovute a brusche variazioni di regime elettrico della linea, come inserzioni e disinserzioni di questa, inserzioni e disinserzioni di trasformatori e motori asincroni, corti circuiti, interruzioni dei fili, messe a terra accidentali, ecc. ⁽⁴⁾; i dispositivi stessi sono fondati sul concetto di prevenire tali brusche variazioni ⁽⁵⁾.

b) Dispositivi i quali, creatasi la sovratensione o per le cause precedenti o per cause atmosferiche, provvedono a smaltirla verso terra, in corrispondenza del punto neutro o di determinati punti singolari, i quali possono competere naturalmente alla linea, o essere creati su questa artificialmente ⁽⁶⁾.

c) Dispositivi i quali provvedono all'estinzione sollecitata dell'arco a terra, formatosi in un punto qualsiasi della rete, o per cause accidentali o perchè insufficiente l'azione preventiva o dissipatrice esercitata contro la sovratensione ⁽⁷⁾.

Il dispositivo proposto invece dal Petersen, consistente nel collegamento con la terra a mezzo di una bobina di selfinduzione opportunamente calcolata, partecipa, almeno nel concetto dell'autore, di tutte e tre le suddette categorie. Mentre infatti esso permetterebbe il sollecito spegnimento dell'arco intermittente a terra, comunque formatosi, eserciterebbe nel contempo azione dissipatrice della sovratensione che produsse l'arco, oppure azione preventiva se trattasi di arco formatosi accidentalmente, la cui persistenza potrebbe generare sovratensioni pericolose ⁽⁸⁾. Di più il dispositivo di Petersen dovrebbe ancora permettere, di seguito allo spegnimento dell'arco a

⁽¹⁾ L. LOMBARDI: *L'Elettrotecnica*, 15 marzo 1922.

⁽²⁾ *Elektrot. Zeitschr.*, 2-9 gennaio 1919.

⁽³⁾ Atti dell'A. E. I. e del Congresso Internazionale di Torino, 1911.

⁽⁴⁾ WAGNER: *Elektrom. Ausgleichsvorgänge*, 1908. — PETERSEN: *Archiv. für Elektr.*, 1-223.

⁽⁵⁾ BIERMANN: *Elektrot. Zeitschr.* 9 marzo 1922. — DINA: Atti del Congr. Intern. di Torino 1911.

⁽⁶⁾ PIZZUTI: Atti dell'A. E. I. 1910, pag. 501-713.

⁽⁷⁾ BAUCH: *Elektrot. Zeitschr.* 1921, pag. 588 e 616.

⁽⁸⁾ LOMBARDI: *L'Elettrotecnica*, 5 e 25 ottobre 1919. — VALLAURI: *L'Elettrotecnica*, 5 luglio 1920.

terra, il ripristinarsi graduale del potenziale normale di linea, con che si eviterebbero bruschi cambiamenti di regime, e quindi nuovi pericoli di sovratensione.

Supponiamo infatti di considerare un sistema trifase alimentato dalle tensioni E_1, E_2, E_3 (⁹). Se una fase, ad esempio la fase 1, si suppone in contatto con la terra attraverso un arco intermittente, tale arco permetterà il passaggio della corrente I_c , e della corrente di selfinduzione I_L (fig. 1), rispettivamente dovute alle capacità delle

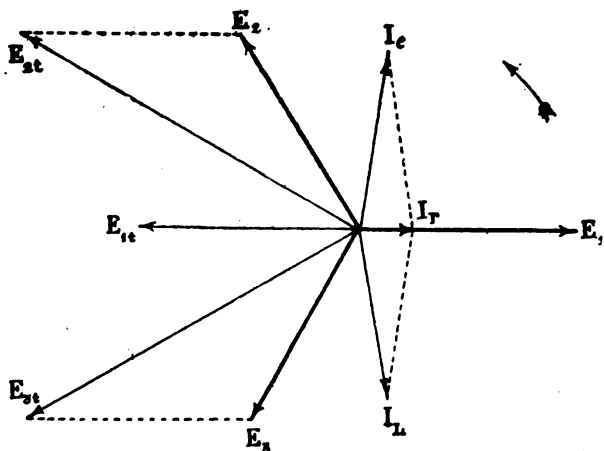


Fig. 1.

fasi sane verso terra, e alla selfinduzione della bobina. La risultante di tali correnti, per il sicuro spegnimento dell'arco, dovrebbe rendersi nulla, calcolando la selfinduzione della bobina in modo che sia $I_L = I_c$; avrà invece un valore I_R , corrente residua, diverso da zero, a causa delle inevitabili componenti in fase dovute alle perdite, ed a quelle derivanti dalle armoniche superiori per le quali è impossibile ottenere il compenso insieme alla fondamentale.

L'arco potrà spegnersi quando la I_R passa per lo zero, cioè quando la E_1 , in fase con la I_R , passa anch'essa per lo zero. In tale istante sono massime le correnti I_c ed I_L , val quanto dire è nulla l'energia di carica delle capacità e massima l'energia magnetica immagazzinata nella bobina. Inoltre, per l'interruzione dell'arco, risultano in serie questa selfinduzione e le tre capacità delle fasi in parallelo, con che si ha un circuito oscillante, naturalmente smorzato, nel quale l'unica energia in gioco è quella immagazzinata nella bobina.

Se ora è soddisfatta la condizione di risonanza di tale circuito $3\omega^2 LC = 1$, la corrente I_L oscillerà liberamente con frequenza pari a quella della tensione impressa, generando una f. e. m. E_{1t} di pari frequenza, e ritardata in fase di 90° , cioè opposta in fase alla E_1 .

Pertanto la tensione risultante della fase sulla quale si è verificato il guasto, diventa dopo lo spegnimento dell'arco la differenza della E_1 e E_{1t} , quale differenza cresce gradualmente con legge logaritmica decrescendo con la stessa legge la E_{1t} . Del pari le tensioni E_2 ed E_3 si riportano gradualmente dai valori concatenati a quelli di fase.

Emerge da ciò che in condizioni normali deve essere rispettata la condizione di risonanza $3\omega^2 LC = 1$, e poichè lo stesso valore di I_R rende minima la corrente residua I_R ad arco acceso, come si può facilmente verificare, il Petersen ha ritenuto di dover adottare il valore $L = \frac{1}{3\omega^2 C}$ come quello più conveniente della selfinduzione della bobina.

Però la validità di questa formula resta infirmata: 1) per il fatto di avere completamente trascurato tutti gli altri parametri della linea e della macchina; 2) per il fatto di avere supposta la linea completamente simmetrica. Questo secondo fatto è stato già discusso (¹⁰), ma non sembra avere grande importanza, potendosi in pratica cercare di conseguire soddisfacenti condizioni di simmetria della linea.

Pertanto noi ci occuperemo in questa sede di discutere la formula di Petersen esclusivamente sotto il punto di vista dell'influenza che i parametri della linea hanno sulla determinazione del valore della bobina, sull'efficacia e sul campo di applicazione del dispositivo. E d'uopo avvertire però che le formule alle quali noi perverremo sono generalmente vevoli anche per il caso di linee comunque dissimmetriche, e permettono quindi di fare ogni possibile discussione del problema dal punto di vista più generale.

*

1) — Nella formula di Petersen il valore di L , per le ipotesi semplificative introdotte, è quindi soltanto approssimato; nè d'altronde si può da essa riconoscere in quali casi sia veramente efficace l'impiego del dispositivo.

Dalla prima considerazione consegue che in pratica si dovrebbe determinare il valore di L sperimentalmente sulla linea in questione, servendosi della formula di Petersen a titolo di orientamento. Messo cioè a terra un punto della linea si determinerebbe il valore di L che verifica la condizione di risonanza e rende quindi minima la corrente residua di terra. Questo suggerimento venne già dato dal Prof. Lombardi a diverse Società elettriche italiane, e recentemente applicato dai Sigg. Conwell ed Evans in alcune loro esperienze (¹¹).

Il metodo però non sembra rigoroso, poichè permane ancora il dubbio circa la scelta del punto di messa a terra, mentre è chiaro che per tutti gli altri punti ci discosteremo più o meno dalla condizione di risonanza, dipendentemente dai parametri della linea e della macchina con essa collegata; e, nel caso di guasti eventuali in uno di tali punti, la corrente di terra sarà tanto più grande quanto maggiore sarà il grado di dissonanza.

Per determinare poi il campo, di applicazione del dispositivo di Petersen, occorrerebbe in pratica fissare i valori massimi della corrente di terra, che, dipendentemente dallo spegnimento dell'arco, non si debbono superare, qualunque sia il punto di messa a terra per guasti eventuali.

Allo scopo di pervenire ad un valore più approssimato della selfinduzione L della bobina, e per definire i limiti del campo di applicazione di essa, prenderemo in considerazione tutti i parametri caratteristici della linea e della macchina con essa collegata, supponendo per la generalità che le ammettenze delle tre fasi di linea siano diverse, come può effettivamente avvenire in pratica; riterremo invece eguali, com'è ammissibile, quelle delle tre fasi della macchina.

Ad evitare poi complicazioni di calcolo, che neppure gioverebbero alla indagine del problema, supporremo la dispersione e la capacità di ciascuna fase della linea verso terra concentrate nel punto medio del filo, variabile la resistenza e la selfinduzione di ciascuna fase linearmente con la lunghezza del filo, e costante il coefficiente di selfinduzione della bobina, ritenuta priva di materiali magnetici. Trascureremo infine di considerare gli effetti delle armoniche superiori, supponendo sinusoidale la tensione applicata alla linea.

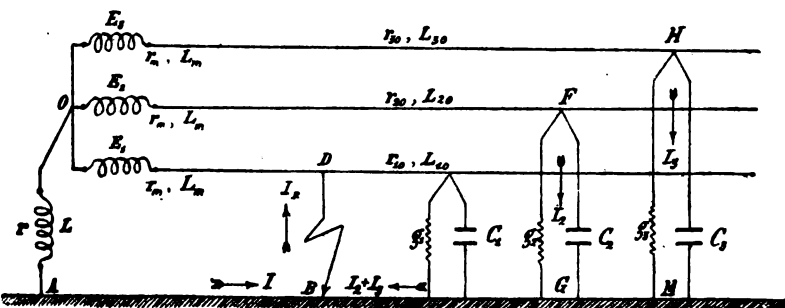


Fig. 2.

La linea resta così schematizzata nella forma della fig. 2, applicando alla quale le equazioni di Kichoff rispettivamente per le maglie OABDO, ODBGFO, ODBMHO e per il nodo B, avremo il sistema di equazioni seguente:

$$\begin{aligned} IZ &= E_1 \\ I_2 &= Y_2(E_1 - E_2) \\ I_3 &= Y_3(E_1 - E_3) \\ I_R &= I + I_2 + I_3; \end{aligned} \quad (1)$$

in cui è:

$$E_1 = E; E_2 = E e^{j120^\circ}; E_3 = E e^{j240^\circ};$$

$$Z = (r + r_1') + j\omega(L + L_1') = \frac{1}{a + jb};$$

$$Y_2 = \frac{g_2 + j\omega C_2}{(g_2 + j\omega C_2)[r_1' + r_2 + j\omega(L_1' + L_2)] + 1} = a_2 + jb_2;$$

$$Y_3 = \frac{g_3 + j\omega C_3}{(g_3 + j\omega C_3)[r_1' + r_3 + j\omega(L_1' + L_3)] + 1} = a_3 + jb_3;$$

ed

$$r_1' = r_m + k r_{10}; r_2 = r_m + \frac{1}{2} r_{20}; r_3 = r_m + \frac{1}{2} r_{30};$$

$$L_1' = L_m + k L_{10}; L_2 = L_m + \frac{1}{2} L_{20}; L_3 = L_m + \frac{1}{2} L_{30}.$$

(⁹) H. M. TRUEBLOOD: *The Bell System Technical Journal*, July 1922.

(¹⁰) JONAS: *B. B. C. Mitteilungen*, Juni 1920. — LOMBARDI: *L'Elettrotecnica*, 15 marzo 1922.

(¹¹) A.I.E.E., Vol. XLI, February 1922.

Risolvendo il sistema (1) si ricava:

$$I_R = \frac{E}{2} \left\{ 3(a_2 + a_3) + \sqrt{3}(b_2 - b_3) + 2a \right\} - j \left\{ \sqrt{3}(a_2 - a_3) - 3(b_2 + b_3) - 2b \right\}; \quad (2)$$

dove:

$$a = \frac{r + r_1'}{(r + r_1')^2 + \omega^2(L + L_1')^2}; \quad b = -\frac{\omega(L + L_1')}{(r + r_1')^2 + \omega^2(L + L_1')^2};$$

$$a_2 = \frac{m_2 g_2 + n_2 \omega^2 C_2}{m_2^2 + n_2^2 \omega^2}; \quad b_2 = \frac{\omega(m_2 C_2 - n_2 g_2)}{m_2^2 + n_2^2 \omega^2};$$

$$a_3 = \frac{m_3 g_3 + n_3 \omega^2 C_3}{m_3^2 + n_3^2 \omega^2}; \quad b_3 = \frac{\omega(m_3 C_3 - n_3 g_3)}{m_3^2 + n_3^2 \omega^2};$$

$$m_2 = 1 + g_2(r_1' + r_2) - \omega^2 C_2(L_1' + L_2);$$

$$m_3 = 1 + g_3(r_1' + r_2) - \omega^2 C_3(L_1' + L_3);$$

$$n_2 = g_2(L_1' + L_2) + C_2(r_1' + r_2);$$

$$n_3 = g_3(L_1' + L_3) + C_3(r_1' + r_2).$$

Il tensore di I_R è dato dalla:

$$I_R = \frac{E}{2} \left\{ 3(a_2 + a_3) + \sqrt{3}(b_2 - b_3) + 2a \right\}^2 + \left\{ \sqrt{3}(a_2 - a_3) - 3(b_2 + b_3) - 2b \right\}^2 \left\{ \frac{1}{2} \right\}. \quad (3)$$

In questa espressione della I_R compaiono tre variabili r , k , ed L , le quali però si riducono a due se consideriamo che la r , il cui valore dovrebbe essere zero perchè fosse minima la I_R , potrà in pratica essere fissato a priori in modo che, compatibilmente con le necessità economiche, sia il minimo possibile.

La variabile k , rappresentando il rapporto fra la distanza del punto di messa a terra a partire dall'origine e la lunghezza totale della linea, varia fra zero e l'unità. La variabile L , dovendo essere nel concetto di Petersen assicurata la condizione di risonanza, almeno per un punto della linea, deve necessariamente variare fra i due valori che assicurano quella risonanza rispettivamente per $k=0$ e $k=1$: con che si assicura d'altronde, almeno per un punto della linea, un valore minimo della corrente I_R .

Supposto di fissare una certa L compresa fra i limiti suddetti, e supposto ancora che tutti i punti della linea abbiano la stessa probabilità di essere messi a terra, la somma delle correnti residue in un ciclo di guasti sarà data da:

$$A = \int_0^1 I_R dk = f(L) \quad (4)$$

quale somma sembra a noi conveniente che debba rendersi minima, determinando il valore di L dalla relazione:

$$\frac{dA}{dL} = 0. \quad (5)$$

Non è però qui opportuno, ad evitare calcoli lunghi e laboriosi, di affrontare la soluzione analitica del problema, alla quale si potrà invece pervenire più agevolmente nel modo seguente.

Si determinino, anzitutto, i limiti dell'intervallo nel quale deve variare la L per assicurare la risonanza con un punto qualunque della linea. Questi limiti saranno certamente punti della curva rappresentativa dell'equazione:

$$\frac{dI_R}{dL} = p_0 L^4 + p_1 L^3 + p_2 L^2 + p_3 L + p_4 = 0 \quad (6)$$

la quale dà, in corrispondenza di ciascun valore di k , il valore di L che rende minima la I_R ; e si otterranno ponendo in quella equazione rispettivamente $k=0$ e $k=1$.

Nella (6) si è posto:

$$p_0 = \delta_2(x_1^2 + \beta_1^2) - \delta_1(x_1 x_2 + \beta_1 \beta_2);$$

$$p_1 = 2\delta_2(x_1^2 + \beta_1^2) + \delta_2(x_1 x_2 + \beta_1 \beta_2) - \delta_1(x_1^2 + \beta_1^2) - 2\delta_1(x_1 x_2 + \beta_1 \beta_2);$$

$$p_2 = 3\delta_2(x_1 x_2 + \beta_1 \beta_2) - 3\delta_1(x_1 x_2 + \beta_1 \beta_2);$$

$$p_3 = \delta_2(x_2^2 + \beta_2^2) + 2\delta_2(x_1 x_2 + \beta_1 \beta_2) - 2\delta_1(x_2^2 + \beta_2^2) - \delta_2(x_2 x_3 + \beta_2 \beta_3);$$

$$p_4 = \delta_1(x_2 x_3 + \beta_2 \beta_3) - \delta_2(x_2^2 + \beta_2^2);$$

e:

$$\alpha_1 = \omega^2 [3(a_2 + a_3) + \sqrt{3}(b_2 - b_3)];$$

$$\alpha_2 = 2\omega^2 L_1' [3(a_2 + a_3) + \sqrt{3}(b_2 - b_3)];$$

$$\beta_1 = \omega^2 [\sqrt{3}(a_2 - a_3) - 3(b_2 + b_3)];$$

$$\beta_2 = 2\omega + 2\omega^2 L_1' [\sqrt{3}(a_2 - a_3) - 3(b_2 + b_3)];$$

$$\alpha_3 = [3(a_2 + a_3) + \sqrt{3}(b_2 - b_3)] [(r + r_1')^2 + \omega^2 L_1'^2] + 2(r + r_1');$$

$$\beta_3 = [\sqrt{3}(a_2 - a_3) - 3(b_2 + b_3)] [(r + r_1')^2 + \omega^2 L_1'^2] + 2\omega L_1';$$

$$\delta_1 = \omega^2; \quad \delta_2 = 2\omega^2 L_1';$$

$$\delta_3 = (r + r_1')^2 + \omega^2 L_1'^2.$$

I valori limiti di L possono ancora determinarsi assai semplicemente, come punti di minimo delle due curve che rispettivamente per $k=0$ e $k=1$ riproducono il variare di I_R in funzione di L .

Se in corrispondenza di ciascun valore di L , compreso nell'intervallo così determinato, facciamo variare k fra 0 e 1, otterremo una famiglia di curve $I_R = f(k)$ che riproducono la variazione di I_R in funzione di k per ciascun valore ammissibile di L . Determinando l'area limitata da ciascuna di queste curve, otterremo la somma delle correnti di terra in un ciclo di guasti, variabile in funzione di L :

$$A = \int_0^1 I_R dk = f(L).$$

La minima ordinata della curva che rappresenta questa equazione soddisferà alla condizione:

$$\frac{dA}{dL} = 0.$$

Questa condizione non sembra però sufficiente a garantire il migliore funzionamento del dispositivo di Petersen, in quanto che potrebbe capitare che in corrispondenza del valore di L che assicura quel minimo, si abbiano, al variare di k , punti della linea in cui la dissonanza superi i limiti imposti dalla pratica; ed è chiaro infatti che dalla condizione della minima somma delle correnti residue, non discende necessariamente la condizione dei minimi valori della dissonanza.

Pertanto, quantunque per le linee medie si abbia una buona coincidenza fra queste due condizioni, non sarà inutile in generale prima di scegliere definitivamente il valore di L , verificare con l'ausilio delle curve della famiglia $I_R = f(k)$ se i valori massimi della dissonanza siano contenuti fra i limiti imposti dalla pratica.

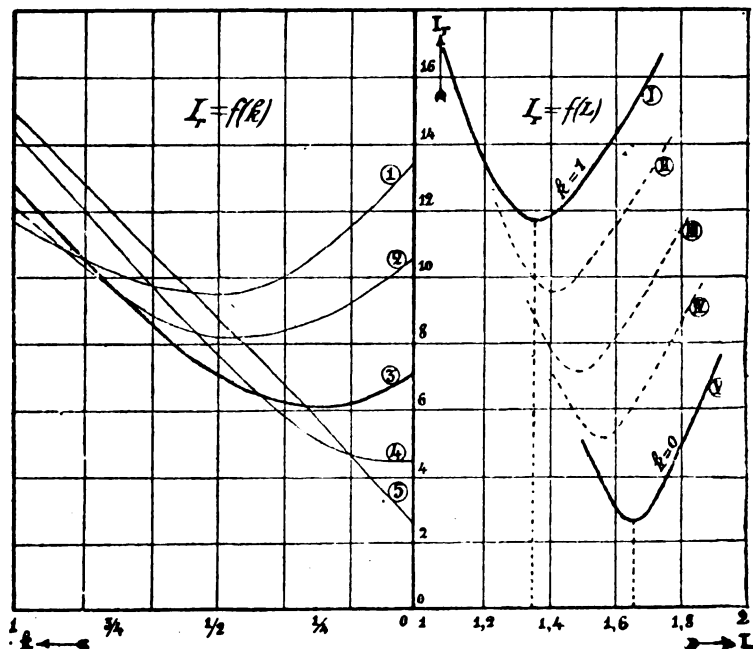


Fig. 3.

Qualora ciò non fosse, potrà per avventura convenire di scegliere un valore di L che, mentre assicuri una somma di correnti residue prossima alla minima, contenga al tempo stesso fra quei limiti i valori della dissonanza.

Renderemo chiaro il metodo applicandolo ad un esempio numerico.

2) — Linea media di trasmissione di 100 km. alimentata a 60 000 volt e 50 periodi.

Sarà:

$$E = \frac{60000}{1,73} = \sim 34000 \text{ volt}; \quad \omega = 314.$$

Supponiamo pure:

$$r_m = 0; \quad L_m = 0,08 \text{ henry}; \quad r = 10 \text{ ohm};$$

$$r_{10} = r_{20} = r_{30} = 50 \text{ ohm};$$

$$L_{10} = L_{20} = L_{30} = 0,255 \text{ henry};$$

$$C_1 = C_2 = C_3 = 1,85 \cdot 10^{-6} \text{ farad};$$

$$g_1 = g_2 = g_3 = 10 \cdot 10^{-6} \text{ mho}.$$

Ponendo rispettivamente $k=0$, e $k=1$ ricaviamo dall'equazione (3), le curve (I) e (V) della famiglia $I_R = f(L)$, i cui punti di minimo danno i valori di $L = 1,35$ e $L = 1,66$ henry, che assicurano la risonanza per i suddetti valori di k (fig. 3).

Gli stessi valori sono stati ricavati direttamente, sebbene in modo più laborioso, dalla equazione (6), la quale dà in questo caso due radici reali e due immaginarie: le due reali sono una positiva e l'altra negativa, corrispondenti rispettivamente al punto di minimo e al punto di massimo della I_R .

Per ciascuno dei valori di L , compresi nell'intervallo suddetto, determiniamo ora la corrente I_R facendo variare k fra 0 e 1: con che otterremo le curve (1), (2), (3), (4) e (5) ed in generale le infinite curve della famiglia $I_R = f(k)$, le quali debbono essere tutte comprese nel campo di variazione della I_R , limitato dai valori minimi e massimi delle curve estreme (1) e (5).

Per un valore di L compreso fra 1,35 e 1,66, le correnti I_R saranno date, in un ciclo di guasti, dalle ordinate della curva corrispondente. La somma di tali correnti sarà quindi data dall'area li-

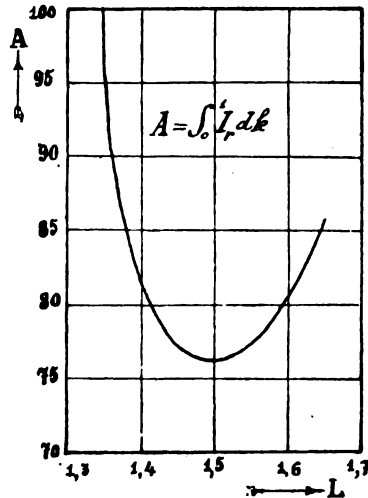


Fig. 4.

mitata da quella curva, e determinando tale area per tutte le curve della famiglia $I_R = f(k)$ potremo tracciare la curva (fig. 4):

$$A = \int_0^1 I_R dk$$

che esprime il variare di quella somma in funzione della L . Poichè questa somma intendiamo che debba essere minima, sceglieremo come più conveniente l'ordinata minima, alla quale corrisponde $L = 1,495$ henry.

Se nel seguire questo metodo si volesse poi pervenire ad un risultato, comunque indipendente dalle semplificazioni introdotte, per necessità di calcolo, si potrà, all'atto pratico sostituire al procedimento teorico mostrato, l'equivalente procedimento sperimentale determinando direttamente sulla linea le famiglie di curve $I_R = f(L)$ ed $I_R = f(k)$.

Nell'esempio calcolato si è pure tracciata la curva dei valori di k in funzione dei valori risonanti di L (fig. 5), sia come luogo dei

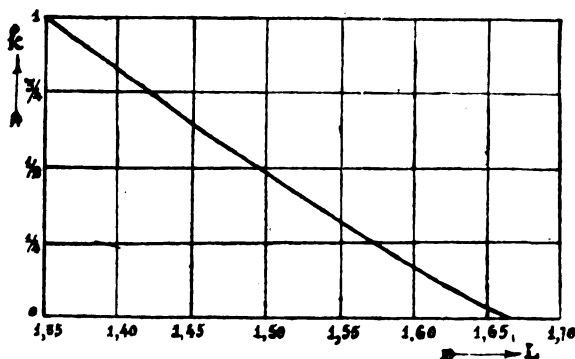


Fig. 5.

punti di minimo delle curve della famiglia $I_R = f(L)$, sia come curva rappresentativa della (6).

Si trova così che al valore scelto $L = 1,495$ corrisponde, per la risonanza, $k = \frac{1}{2}$. Nel caso particolare quindi se si volesse partire dalla formula di Petersen, ed accordare poi sperimentalmente la bobina mettendo a terra un punto della linea, il punto da scegliere come il più conveniente sarebbe quello centrale; ed in genere per linee piccole e medie con caratteristiche prossime a quelle dell'esempio trattato, si troverebbero punti poco discosti da quello centrale.

Ora è chiaro che se si considerano la sola selfinduzione e capacità di linea, l'accordo con il punto centrale sarebbe sempre il più conveniente, come quello che garantisce valori massimi della dissonanza minori di quelli che si otterrebbero scegliendo qualsiasi altro punto. Scurisce pertanto da ciò che nel caso di linee piccole e medie analoghe a quella trattata, le caratteristiche della macchina, la resistenza e dispersione di linea e le piccole eventuali dissimmetrie delle fasi influiscono scarsamente sul valore di L . A questa conclusione pervenire già il Lewis nella discussione che seguì alla Comunicazione di Conwell ed Evans ⁽¹²⁾. Pur senza fare alcun accenno al più conveniente punto di messa a terra per l'accordo, egli ammetteva infatti che il dispositivo di Petersen potesse efficacemente adoperarsi per linee di lunghezza e tensione moderate in quanto che « la piccola corrente di capacità può compensarsi mediante una spirale ad alta reattanza, rispetto alla quale la reattanza di linea non ha grande importanza, e quindi, indipendentemente dalla posizione dell'arco a terra, può conseguirsi un certo bilanciamento approssimato ».

Se però vogliamo estendere l'applicazione del dispositivo a linee qualunque, per le quali gli elementi accennati non siano trascurabili, il migliore punto di messa a terra per l'accordo, non coinciderà più in generale con il punto centrale, ed il metodo pratico di accordare la bobina partendo dalla formula di Petersen si manifesta inapplicabile; laddove resta inalterata la validità del metodo da noi indicato.

3) — Si è già accennato che la condizione posta di una somma minima delle correnti di terra in un ciclo di guasti deve essere integrata, per l'applicazione utile del dispositivo di Petersen, dalla condizione che i valori massimi della dissonanza e quindi della corrente residuale, siano contenuti fra limiti praticamente determinati, il cui ordine di grandezza è stato sperimentalmente determinato da vari tecnici, in dipendenza del sicuro spegnimento dell'arco a terra.

Dalle esperienze recenti di Roth ⁽¹³⁾ si rileva che già per una corrente residuale di 14 ampère l'arco non si spegne più da sè, e che quindi sembra prudente cercare in ogni caso di non avvicinarsi a questi ordini di grandezza delle correnti di terra.

Pertanto unitamente alla condizione già posta:

$$\int_0^1 I_R dk = \min.$$

occorre che sia I_R inferiore ai limiti suddetti.

Se per alcuni punti della curva $I_R = f(k)$ corrispondente al valore scelto di L , quei limiti fossero superati, si sceglierebbe un valore prossimo di L per il quale aumenti di poco $\int_0^1 I_R dk$, e non si abbia in compenso alcuna corrente di terra intollerabile.

Potrebbe accadere però, dipendentemente dalle caratteristiche della linea, che tutte le infinite curve della famiglia $I_R = f(k)$ presentino in corrispondenza di alcuni o di tutti i valori di k , valori intollerabili di I_R ; ed allora il dispositivo di Petersen appare inefficace.

Il caso prospettato può verificarsi già per linee di caratteristiche normali, come è mostrato dagli esempi seguenti.

A) — Linea di trasmissione di 200 km alimentata a 90 000 volt e 50 periodi.

Sarà:

$$E = \frac{90.000}{1,73} = \sim 52.000 \text{ volt}; \omega = 314.$$

Supponiamo pure:

$$r_m = 0 \text{ ohm}; L_m = 0,1 \text{ henry}; r = 7 \text{ ohm};$$

$$r_{10} = r_{20} = r_{30} = 50 \text{ ohm};$$

$$L_{10} = L_{20} = L_{30} = 0,24 \text{ henry};$$

$$C_1 = C_2 = C_3 = 2,25 \cdot 10^{-6} \text{ farad};$$

$$g_1 = g_2 = g_3 = 35 \cdot 10^{-6} \text{ mho}.$$

Seguendo il procedimento dianzi indicato si trova che L varia fra 1,01 e 1,28 (fig. 6). In corrispondenza dei valori di L compresi in questo intervallo si ha la famiglia di curve $I_R = f(k)$ ed in particolare le curve 1, 2, 3, 4 e 5 rispettivamente per $L = 1,01$; 1,08; 1,14; 1,22; e 1,28. Da queste curve si ricava la curva $\int_0^1 I_R dk$, la cui ordinata minima corrisponde al valore $L = 1,185$ (fig. 7). A questo valore corrisponde la curva (6) della famiglia $I_R = f(k)$, nessun punto della quale darebbe luogo a valori ammissibili della corrente di terra. Neppure è possibile scegliere un'altra curva della fa-

⁽¹²⁾ A.I.E.E. Journal, Vol. XVI, settembre 1922.

⁽¹³⁾ Revue B.B.C., giugno 1921. — *Elektrot. Zeitschr.*, 23 giugno 1921 — *L'Elettrotecnica*, 25 ottobre 1921.

miglia $I_R = f(k)$ perchè non ve n'è alcuna i cui punti diano tutti valori di I_R ammissibili.

B) — Linea di trasmissione di 500 km alimentata a 150 000 volt e 50 periodi.

Sarà :

$$E = \frac{150000}{1,73} = \sim 87000 \text{ volt ; } \omega = 314 .$$

Supponiamo pure :

$$r_m = 0 \text{ ohm ; } L_m = 0,1 \text{ henry ; } r = 5 \text{ ohm ;}$$

$$r_{10} = r_{20} = r_{30} = 125 \text{ ohm ;}$$

$$L_{10} = L_{20} = L_{30} = 0,6 \text{ henry ;}$$

$$C_1 = C_2 = C_3 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ farad ;}$$

$$g_1 = g_2 = g_3 = 150 \cdot 10^{-6} \text{ mho.}$$

Determinato l'intervallo di variazione della L , si trova che questa è compresa fra i valori 0,32 e 0,42 (fig. 8). Poichè già per

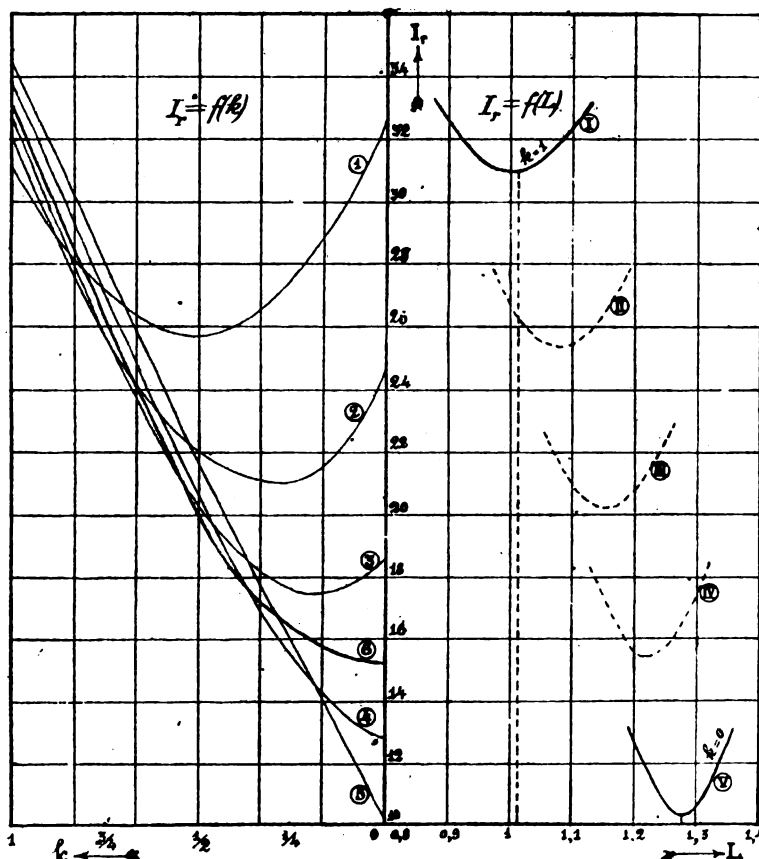


Fig. 6.

$L=0,42$ e $k=0$ si ha $I_R=90$ ampère, e questo valore è il minimo possibile per tutto l'intervallo di variazione della L , si conclude che qualunque valore si scelga della L in quell'intervallo, la I_R sarà sempre inammissibile.

Possiamo dunque concludere che nei casi A) e B), e in quelli analoghi l'applicazione del dispositivo di Petersen sarebbe inefficace.

4) — Nel determinare l'intervallo di variazione della L si vede che aumentando la lunghezza e quindi la selfinduzione e la capacità della linea, diminuiscono i limiti fra i quali deve essere compresa la L per assicurare la condizione di risonanza voluta da Petersen. È chiaro quindi che oltre un certo valore della lunghezza di linea, quei limiti possono risultare negativi, cioè fisicamente irrealizzabili.

In tale caso converrà, al più, fare $L=0$, cioè mettere direttamente a terra il punto neutro, con che ad ogni punto della linea messo a terra corrisponderà un certo grado naturale di dissonanza, che è anche il minimo possibile.

Assumendo infatti un qualsiasi valore positivo della L , quel grado di dissonanza e la corrispondente corrente residua dovrebbero necessariamente aumentare.

Ciò risulta chiaramente dall'esempio seguente, relativo ad una linea che, sebbene non ancora costruita, è stata tuttavia progettata, e potrebbe essere realizzata in un prossimo avvenire (14).

(14) SILVER: *Proceedings of A.I.E.E.*, 27 giugno 1919.

Linea di trasmissione di 1200 km alimentata a 220 000 volt e 50 periodi. Sarà :

$$E = \frac{220000}{1,73} = \sim 127000 \text{ volt ; } \omega = 314 ;$$

supponiamo pure :

$$r_m = 0 \text{ ohm ; } L_m = 0,2 \text{ henry ; } r = 5 \text{ ohm ;}$$

$$r_{10} = r_{20} = r_{30} = 84 \text{ ohm ;}$$

$$L_{10} = L_{20} = L_{30} = 1,7 \text{ henry ;}$$

$$C_1 = C_2 = C_3 = 12 \cdot 10^{-6} \text{ farad ;}$$

$$g_1 = g_2 = g_3 = 0 \text{ mho.}$$

Determinato col solito metodo l'intervallo di variazione della L , si trova che questa deve essere compresa fra $-0,36$ e $-2,95$ henry, (fig. 9), valori fisicamente irrealizzabili.

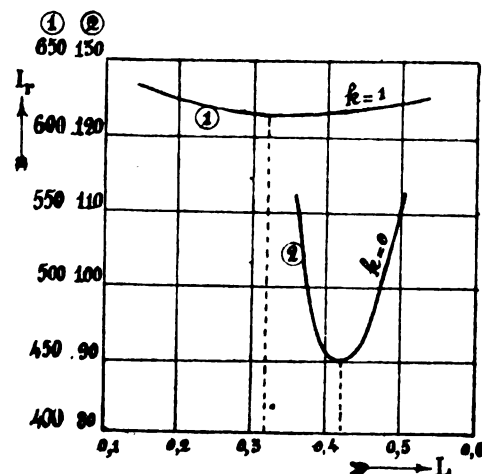


Fig. 7.

Se ne deduce che in questo e in casi analoghi il dispositivo di Petersen è assolutamente inapplicabile.

Conclusioni.

Da quanto si è detto fin qui scaturiscono chiaramente i seguenti risultati.

1) — Il valore L della selfinduzione da assegnare al dispositivo di protezione, calcolato secondo la formula originaria di Petersen, serve soltanto da orientamento.

2) — Volendo pervenire ad un valore di L maggiormente approssimato, e controllare al tempo stesso se la corrente residua è contenuta nei limiti pratici ammissibili per lo spegnimento dell'arco, si potrà seguire il metodo da noi indicato.

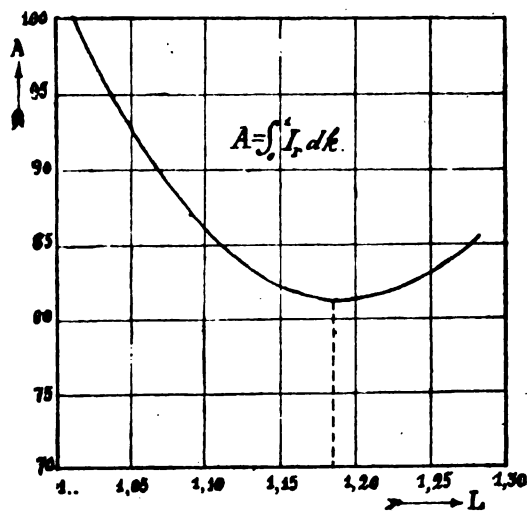


Fig. 8.

3) — Se vogliamo renderci addirittura indipendenti da ogni ipotesi semplificativa riguardante le caratteristiche della linea, converrà interpretare sperimentalmente il metodo, determinando direttamente sulla linea le famiglie di curve da noi introdotte.

4) — Per le linee piccole e medie, alimentate con tensioni moderate, la selfinduzione L risulta compresa fra limiti piuttosto ele-

vati, ed il dispositivo di Petersen sembra potersi applicare con efficacia.

5) -- Per tali linee il più conveniente valore di L è quello che dà luogo generalmente alla risonanza quando si mette a terra il punto centrale della linea, o punti poco discosti da esso. Pertanto il valore L si può anche determinare in tali casi sperimentalmente mettendo a terra il punto centrale della linea e rendendo minima la corrente residua.

6) -- Per linee di grande lunghezza, ed alimentate con tensioni elevate, i limiti fra i quali deve essere compresa la L diminuiscono notevolmente, ed il dispositivo di Petersen non appare sempre efficace, potendo la corrente residua superare, per alcuni o tutti i punti di messa a terra, i limiti imposti. In tali casi il metodo da noi indicato sembra adatto a determinare il più conveniente valore di L , e l'applicabilità o meno del dispositivo.

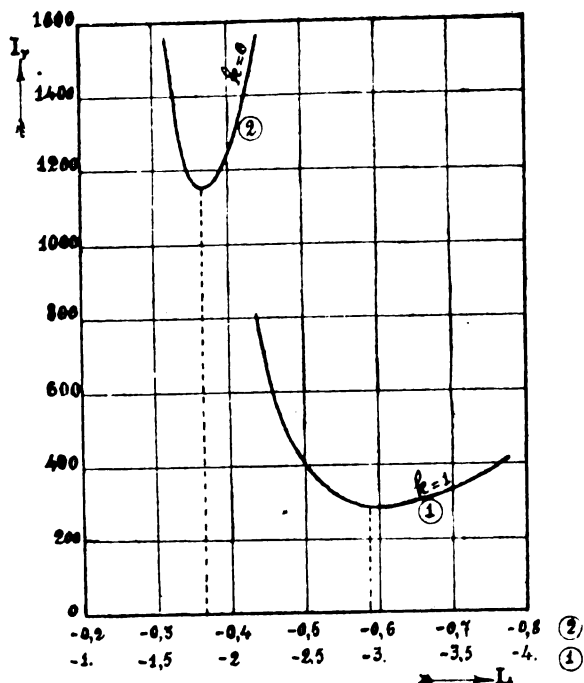


Fig. 9.

7) -- Per linee lunghissime alimentate con tensioni molto elevate, la selfinduzione L occorrente alla risonanza può diventare addirittura negativa, ed il dispositivo di Petersen appare quindi fisicamente inattuabile.

*

Nella speranza di avere apportato qualche contributo alla indagine dell'attuale e difficile problema della protezione delle linee, cercherò di confermare sperimentalmente questi risultati, nei limiti delle possibilità di Laboratorio, e mi sarà gradito che altri, applicando le conclusioni trovate a linee in esercizio, vogliano permettermi di riprendere lo studio sotto eventuali nuovi punti di vista.

Debbo intanto porgere i miei vivissimi ringraziamenti al Prof. Lombardi che mi è stato largo dei suoi autorevoli e preziosi consigli, e all'Ing. De Cataldo che mi ha coadiuvato nel lavoro.

Istituto Elettrotecnico del R. Politecnico di Napoli.

Alcune Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del

Regno d'Italia:

Pei Soci, una copia (broch.) più per postali **10,-**
Pei non Soci (broch.) più per postali **10,-**
Pei non Soci (broch.) più per postali **1,80**

Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia più per postali **20,-**
Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).

L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI - Suo stato attuale - suo avvenire (broch.) più per postali **2,50**
DESCRIZIONI IMPIANTI:

1° Fascicolo - Impianti Società Conti (Crege)
Pei Soci dell'A. E. I. e abbonati al giornale **6,60**
Pei non Soci e non abbonati **9,-**
Per spedizione sottofascia raccomandata **1,-**

RAFFREDDAMENTO NATURALE DELLE CASSE PER TRASFORMATORI IN OLIO

GINO REBORA



Comunicazione tenuta alla Sezione di Milano il 28 maggio 1923

1. — Leggi generali della trasmissione del calore.

Il trasformatore dissipa una certa quantità di energia aumentando la temperatura dell'olio nel quale è immerso. Mano a mano la temperatura si eleva su quella dell'aria ambiente le pareti della cassa trasmettono il calore all'esterno. Il regime si ottiene quando l'energia dissipata dal cassone eguaglia l'energia perduta dal trasformatore.

In generale ogni corpo caldo può cedere calore in tre modi: per *Radiazione*; per *Convezione*; per *Conduzione*.

*

A) *Radiazione*. — Questa trasmissione di calore avviene rapidamente dal corpo caldo ai corpi a temperatura inferiore che lo circondano senza che necessariamente si riscaldino i corpi interposti.

Essa ha luogo anche nel vuoto ed è identica alla propagazione della luce. La trasmissione per radiazione dipende:

a) dalla estensione della superficie radiante A ;

b) dalle temperature assolute dei corpi radianti l'uno verso l'altro;

c) dallo stato fisico della superficie radiante.

Così le superficie nere, opache irradiano assai più di quelle lucenti.

Le superficie bianche, le pareti metalliche lucide emettono ed assorbono il calore per radiazione in proporzioni limitate.

Cito come applicazioni del principio i tubi di rame lucente per condotte di vapore per diminuire le perdite di calore; i vestiti bianchi preferiti nei climi caldi per attenuare l'assorbimento.

La superficie radiante è la superficie del corpo direttamente capace di emettere verso l'esterno, epperò nel caso dei trasformatori in olio la radiazione dipende dalle dimensioni esterne del cassone e non dalla sua area sviluppata.

La legge di Stefan e Boltzmann fornisce il valore dei watt irradiati per cm^2 di superficie:

$$w_r = K \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \quad (1)$$

w_r) watt irradiati per cm^2 di superficie emittente.

$T_1 = 273 + t_1$ } temperature assolute dei corpi radianti l'uno verso l'altro.
 $T_2 = 273 + t_2$ } Per esempio cassone e ambiente, rispettivamente alle temperature t_1, t_2 gradi C.

TABELLA I.

Natura della superficie	Valori di K
Corpi neri assoluti	5,3 ÷ 6,3 (secondo gli Autori)
Superficie metalliche ossidate, ghisa	4 ÷ 4,6

Limitando lo studio ai valori di temperatura che specialmente interessano le nostre applicazioni comuni cioè fra 10° e 80° gradi C il fenomeno può esprimersi in forma assai più semplice di quella adottata dalla legge generale di S. & B.

Si trova infatti che i valori $\left(\frac{T}{100} \right)^4 = \left(\frac{273 + t}{100} \right)^4$ portati in funzione di t si dispongono, in via approssimata, secondo una retta, fig. 1, la cui equazione è:

$$\left(\frac{T}{100} \right)^4 = C_1 + 1,3 t$$

epperò assai semplicemente sostituendo l'espressione trovata nella (1):

$$w_r = K 1,3 (t_1 - t_2)$$

Se si adotta per K un valore medio di 5,7 (corpo nero paragonabile ad un ordinario cassone) si ha:

$$W_r = 7,4 (t_1 - t_2) A \quad (2)$$

W_r) watt totali irradiati;

A) area irradiante in m^2 ;

t_1, t_2) temperature della superficie e dell'ambiente in gradi C.

B) *Convezione.* — La trasmissione di calore per convezione o trasporto è dovuta all'aria ⁽¹⁾ che viene in contatto col corpo, si appropria per conduzione una certa quantità di calore e movendosi, a causa della differente densità, asporta il calore assorbito e lascia che altra aria più fredda venga a lambire la superficie calda.

La convezione dipende:

- dalla superficie S lambita dall'aria;
- dalla efficacia del movimento d'aria;
- dalla differenza $(t_1 - t_2)$ di temperatura fra corpo caldo e ambiente.

Il moto dell'aria (moto convettivo) può essere intensificato dalla forma e dalla disposizione delle pareti lambite. Così se la superficie crea un condotto verticale si stabilirà un'attiva colonna d'aria ascendente come in un camino, con ottimo effetto nei riguardi della asportazione di calore.

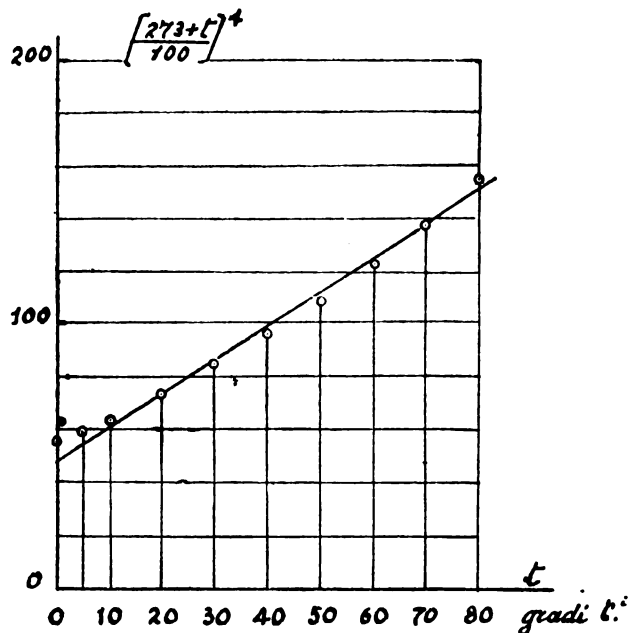


Fig. 1.

La corrente d'aria può essere naturale, se provocata solo dalle differenze di temperatura o artificiale se prodotta da organi in moto, da ventilatori, ecc. Il ricambio dell'aria a contatto colla superficie calda avviene in modo naturale nei trasformatori in semplice cassa d'olio: in modo artificiale nelle macchine rotanti dove il rotore — con ventilatore o senza — provoca efficaci correnti d'aria, infine lo stesso effetto è raggiunto quando il corpo caldo si muove in aria tranquilla. Caso dei motori elettrici per trazione, dei radiatori delle automobili, dei motori per motociclette, ecc.

La cessione di calore per convezione si può esprimere con leggi empiriche delle quali parecchie assai complesse ⁽²⁾. Il modo più semplice, valevole nel nostro caso, aria in quiete con differenze di temperatura limitate, è il seguente:

$$W_c = 5,7 (t_1 - t_2) S \quad (3)$$

W_c) watt totali asportati per convezione o trasporto;

S) area (svilupata) lambita dall'aria in m^2 ;

t_1, t_2) temperature della superficie e dell'ambiente in gradi C.

*

C) *Conduzione.* — La conduzione di calore avviene per effetto della conduttività termica dei corpi in contatto col corpo caldo. Una sbarra metallica scaldata in un punto trasmette calore al punto vicino, e così via via ai punti più lontani con differenze di temperatura sull'ambiente che rapidamente decrescono.

Il calore che in tal modo passa al corpo più freddo viene alla sua volta trasmesso a corpi ancora più freddi per radiazione e convezione.

Nei cassoni dei trasformatori, circondati da ogni lato da aria, la dispersione di calore per conduzione è minima e di regola trascurabile. Infatti solo il fondo tocca il suolo ma quasi sempre in pochi punti (bordo della base, ferri, travetti d'appoggio, ruote, ecc.), e per di più il fondo stesso è la parte più fredda della cassa e che perciò trasmette meno.

L'asportazione di calore per conduzione ha luogo invece — per quanto in assai piccola parte — nella zona superiore del cassone sopra il livello dell'olio.

Tutta la parte metallica superiore a questo limite conduce il calore verso le parti più fredde da dove si diffonde al solito nei modi accennati.

Si potrebbe dire anche che la conduzione si verifica su tutta la superficie della cassa attraverso l'aria (considerata cioè come mezzo rigido) ma in realtà questa dispersione si tramuta subito in convezione perchè l'aria circola.

La legge che governa in un corpo la trasmissione del calore per conduzione tra due sezioni piane, parallele distanti l si può scrivere così:

$$W_c = \frac{Cs}{l} (t_1 - t_2) \quad (4)$$

W_c) watt totali asportati per conduzione dalla sezione alla temperatura t_1 alla sezione di temperatura t_2 ;

s) sezione in cm^2 attraverso la quale avviene il passaggio di calore (sezione del conduttore termico);

l) distanza in cm tra le sezioni considerate (lunghezza del conduttore termico);

C) coefficiente di conduttività termica espresso in watt per cm^2 di sezione, per cm di lunghezza e per grado di differenza di temperatura;

t_1, t_2) temperature delle due sezioni in gradi C.

La tabella II. fornisce i valori di C per alcuni dei materiali che più interessano gli elettricisti ⁽³⁾.

TABELLA II.

Materiale	Valori di C
Rame puro	3.84
Rame commerciale	3.50
Ferro puro	0.67
Acciaio 1% C.	0.45
Ohisa	0.40
Lamiere trasformatori 4% Si	0.32
Bronzo	1.30
Carta	0.0013
Tela Sterling	0.0025
Carta mica	0.0016
Mica pura	0.0036
Tubi micanite	0,001 ÷ 0,0012
Grafite	3.57
Porcellana	0.010
Acqua a 25°	0.0057
Aria a 20°	0.000249
Petrolio a 25°	0.0016

Esempio: Sia un avvolgimento in sbarra, rame isolato con micanite di 4 mm di spessore. L'energia che si propaga dal rame al ferro sia di 0,045 watt/ cm^2 si cerca l'incremento di temp. $(t_1 - t_2)$ fra rame e ferro.

$$W_c = 0,045 \quad C = 0,0012 \quad l = 0.4$$

$$s = 1 \text{ cm}^2. \text{ Dalla (4) si ricava } t_1 - t_2 = 15^\circ$$

2. — La trasmissione naturale del calore nei cassoni dei trasformatori.

Il raffreddamento dei cassoni dei trasformatori è dovuto essenzialmente alla *radiazione* ed alla *convezione*; l'una dipendente dalla superficie esterna della cassa, l'altra dallo sviluppo della stessa. Si osserva così che l'effetto raffreddante non aumenta proporzionalmente all'area totale sviluppata in quanto l'incremento dello sviluppo superficiale accresce la convezione ma non modifica, a pari area esterna di involucro la radiazione.

Siccome la distribuzione della temperatura alla superficie dipende anche dalla circolazione dell'olio nell'interno della cassa così i risultati sono spesso perturbati da questo fatto che sfugge alle previsioni di calcolo.

Richiamando le formule viste (2) e (3) si può ricavare subito almeno l'ordine di grandezza del rapporto fra la energia dissipata per radiazione e quella perduta per convezione. Vantaggio questo dovuto alla impostazione semplice data in questo studio alle formule indicate.

$$\frac{\text{Radiazione}}{\text{Convezione}} = 1,3 \frac{A}{S} \quad (5)$$

In una cassa liscia l'energia corrispondente alla radiazione è maggiore di quella relativa alla convezione (essendo $A = S$).

⁽¹⁾ Lo stesso fenomeno avviene naturalmente in qualunque mezzo fluido: p. es. olio, acqua ecc.

⁽²⁾ WEED: Am. I. E. E. gennaio 1911

FRANK & DWYER - LANGMUIR: A. I. E. E. febbraio 1913.

⁽³⁾ LANGMUIR: Am. I. E. E. febbraio 1913.

WILLIAMSON: Am. I. E. E. febbraio 1913.

Per i cassoni a ondulazioni profonde, predomina l'effetto della convezione (potendo variare $\frac{A}{S}$ fra $\frac{1}{3}$ e 1).

I corpi refrigeranti talora applicati ai cassoni a raffreddamento naturale diminuiscono spesso la radiazione ma aumentano in misura più o meno grande la convezione.

A proposito del rapporto fra l'energia dissipata fra radiazione e quella per convezione conviene accennare all'effetto della rarefazione dell'aria sul fenomeno complesso del raffreddamento dei corpi caldi.

*

Nella determinazione degli aumenti di temperatura di alcune macchine (in specie apparecchi a raffreddamento naturale) si fa oggi entrare in giuoco anche la pressione barometrica la quale certo ha qualche influenza sugli apparecchi installati in alta montagna.

Va notato — e la deduzione è qui facile dopo quanto ho esposto — che il fenomeno di radiazione non varia col mutare della densità dell'aria epperò la parte di dissipazione dovuta alla radiazione non sarà affetta dalla variazione di quota sul mare. Ne risentirà invece la convezione. Si ritiene in ogni caso (Norme Americane) che fino a 1000 m sul mare le variazioni siano praticamente trascurabili.

Se si mette poi a raffronto la tenue differenza causata dalla elevazione di quota colla difficoltà di accertamento fisico delle temperature la cosa appare più che giustificata.

Le Norme Americane (Edizione 1921) indicano che per un apparecchio funzionante sopra i 1000 m l'aumento di temperatura consentito al livello del mare sia ridotto del 1% ogni 100 metri oltre i 1000 m s/m.

Per esempio: Se l'aumento di temp. concesso per un trasformatore al livello del mare ed a tutte le altitudini fino ai 1000 m è di 45°, quando il trasformatore stesso venga installato a 2000 metri s/m il limite dovrà essere ridotto — secondo gli Americani — di 4°,5 cioè portato a 40°,5. Si suppone cioè che il trasformatore che si riscalda di 40°,5 sopra l'ambiente al livello del mare (od a bassa quota), riscalderà di 45° portato alla quota 2000.

Alcuni sperimentatori (*) hanno criticato la prescrizione Americana proponendo altre formule.

Il Montsinger in seguito ad esperienze dirette, giunge alla seguente formula:

$$e^{\circ\%} = \frac{4,8 H}{1000 (1 + 1,3 R)} \quad (6)$$

e) aumento in % dell'incremento di temperatura dell'olio (nella parte alta del trasformatore) — dovuta all'aumento di quota da H_1 a H_2 . Il % è riferito all'aumento di temperatura relativa alla quota inferiore H_1 .

H) differenza di altitudine in m ($H_2 - H_1$).

R) rapporto = $\frac{\text{area esterna della cassa}}{\text{area sviluppata della cassa.}}$

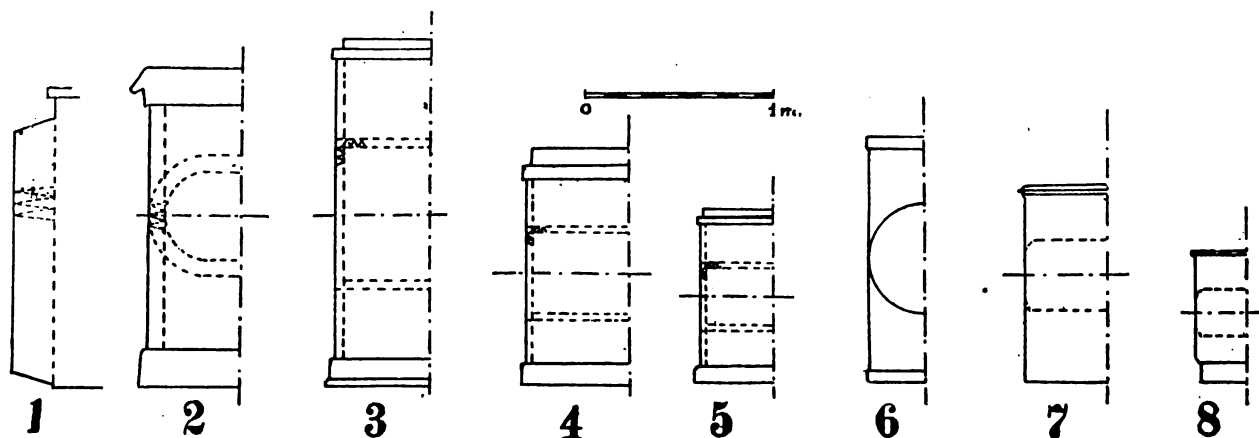


Fig. 2.

Se l'olio per es., di un trasformatore a cassa liscia ($R = 1$) riscalda di 40° sopra l'ambiente al livello del mare portato a 2000 metri s/m riscalderà in più in % di:

$$\frac{4,8 \times 2000}{1000 \times 2,3} = 4,2\%$$

(*) FRANK & DWYER: Am. I. E. E. febbraio 1913.

MONTSINGER: G. E. R. - U. S. gennaio 1917; Am. I. E. E. aprile 1916.

Il coefficiente della formula (6) può variare da 4,8 a 5,6 se si tien conto dell'aumento di perdite nel rame causate dall'accrescimento di temperatura.

Cioè di $\frac{4,2 \times 40}{100} = \div 1,7$ gradi C raggiungendo un aumento di temperatura di 41°7.

La formula (6) suppone le perdite costanti nelle due condizioni di quota.

La formula (6) si presta ad essere scritta in modo più comodo così:

$$\theta_{H_2} = \theta_{H_1} \left(1 + \frac{4,8 H}{10^3 (1 + 1,3 R)} \right) \quad (7)$$

θ_{H_2}) aumento di temperatura massimo dell'olio alla quota H_2 ;

θ_{H_1}) aumento di temperatura massimo dell'olio alla quota H_1 ,

altri simboli come per la formula (6).

Si vede che tanto più profonda è l'ondulazione tanto più piccolo riesce R epperò maggiore l'effetto della variazione di altitudine.

Le casse lisce sentono meno la differenza di pressione barometrica. Non appare quindi esatto assumere una percentuale fissa per qualunque tipo di cassa. Le correzioni da apportarsi per le alte quote pur conservando tutto il loro valore fisico assoluto non sono però tali da spostare di molto le considerazioni pratiche inerenti ai trasformatori, ed apparecchi analoghi installati nei nostri impianti di montagna.

In ogni caso però le formule indicate danno un'idea della variazione probabile.

3. — Valutazione teorica delle temperature.

Se prendiamo come base le formule (2-3) si può scrivere:

$$W = W_r + W_c = 7,4 (t_1 - t_2) A + 5,7 (t_1 - t_2) S$$

$$W = (t_1 - t_2) (7,4 A + 5,7 S)$$

$$\theta_c = \frac{0,135 W}{A + 0,775 S} \quad (8)$$

W) perdita totale in watt per radiazione e convezione;

$\theta_c = (t_1 - t_2)$ = aumento medio di temperatura esterna della cassa sull'ambiente;

t_1, t_2) temperatura media della superficie della cassa e dell'aria ambiente in gradi C.

A) area perimetrale della cassa in m²;

S) area sviluppata della cassa in m².

Sin qui le considerazioni teoriche fondate sulle formule approssimate meglio atte a consentire una proficua visione dei fenomeni.

Noto subito che ai costruttori più che la temperatura media esterna della cassa contemplata nella formula (8), interessa la temperatura massima interna dell'olio (strati prossimi alla superficie).

Inoltre è chiaro che i rapporti fra temperatura massima dell'olio e temperatura media esterna della cassa sono tanto complessi da rendere illusorie ulteriori impostazioni teoriche senza l'appoggio dell'esperienza.

La prova sperimentale si rendeva a questo punto necessaria per due ragioni:

- 1) Determinare la relazione fra watt perduti, superficie A , S ed incremento di temperatura massimo fra olio e ambiente esterno.
- 2) Controllare la espressione (8).

$$\theta_o = \frac{K_c W}{A + 0,775 S}$$

4. — Determinazione sperimentale delle temperature.

Scelti diversi tipi di cassone riempiti d'olio si eseguirono prove di riscaldamento misurando i watt dissipati, le temperature: mas-

sima dell'olio, ambiente, e media esterna della cassa. I rilievi termici erano portati in diagramma in funzione del tempo in modo da avere un chiaro andamento del processo e da rendere possibile una sicura stima del regime costante.

La fig. 2 contiene lo schizzo in scala degli otto tipi considerati.

Le casse dal N. 1 al 5 sono di lamierino di ferro ondulado; la fig. 3 indica le ondulazioni colle relative quote. I n. 6-7 sono casse in lamiera liscia di ferro. Il n. 8 è in ghisa, pure liscia.

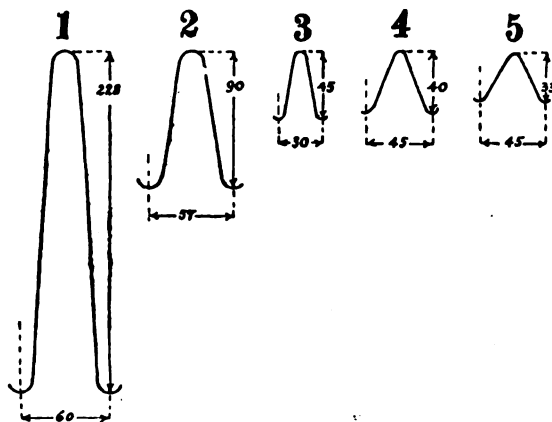


Fig. 3.

I dati corrispondenti ai n. 1, 2, 6 furono rilevati da prove americane (*). Le esperienze 3, 4, 5, 7, 8 vennero da me istituite a Milano.

Giova notare come assai diversi siano fra loro i cassoni sperimentati, per dimensione, per forma, per natura di superficie.

Dalla lamiera liscia si passa alle ondulazioni profonde 228 mm.

La varietà dei modelli dà particolare credito ai risultati e conferma la generalità delle formule adottate.

La tabella III. raduna tutti i dati di prova.

Noti dalle prove A, S, W, θ_0 , si poteva ricavare il coefficiente K_0 .

Costruendo un diagramma avente per ascisse θ_0 e per ordinate K_0 si constatò che non si otteneva una retta parallela all'asse delle

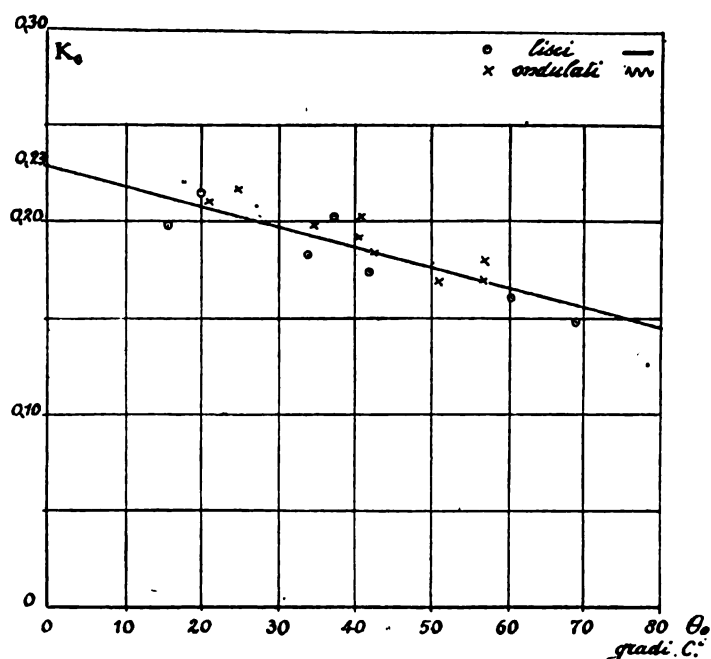


Fig. 4.

x ma una linea con andamento decrescente coll'aumentare della sovrarelevazione di temperatura. Inoltre i punti si raccoglievano in un fascio ancora non abbastanza unito.

Variando fra 1 e 0,5 il coefficiente che nell'espressione citata

TABELLA III.

Prova N.	Cassa N.	Superficie	Ondulazione $a \times b$	Area esterna perimetrale m^2 A	Sviluppo area perimetrale m^2 S	Valore di $A + 0,8 S$ m^2	Watt totali dissipati	Aumento massimo temperatura olio sull'ambiente gradi C. θ_0	Valore di K_0	Aumento medio temperatura esterna della cassa sull'ambiente θ_c	Valore di K_c	Temperat. ambiente gradi C.	Aumento massimo (in alto) temperatura esterna della cassa sull'ambiente θ_m
1	1	lamiera ondulata	60 x 228	2.30	16.80	15.7	1564	21°1	0.21	17°5	0.174	30°0	—
2							2910	34°6	0.188	29°7	0.161	30°1	—
3							4721	50°9	0.17	44°4	0.148	32°0	—
4	2		57 x 90	4.25	11.60	13.55	1550	24°8	0.216	15°8	0.137	30°5	—
5							3114	42°3	0.184	31°4	0.136	32°3	—
6							4507	56°7	0.17	44°4	0.133	32°4	—
7	3	lamiera liscia	30 x 45	6.00	19.30	21.4	4270	40°8	0.203	27°0	0.135	16°0	37°0
8	4		45 x 40	3.60	6.70	8.95	2850	57°2	0.18	41°7	0.131	26°5	49°5
9	5		45 x 33	1.90	3.50	4.7	1000	40°7	0.192	31°5	0.147	27°0	36°4
10	6		—	2.45	2.45	4.4	347	15°6	0.197	9°85	0.125	29°9	—
11		lamiera liscia					1063	41°9	0.174	31°5	0.130	30°2	—
12							1657	60°2	0.161	48°3	0.128	30°1	—
13	7		—	2.40	2.40	4.3	400	20°0	0.215	12°0	0.129	23°0	14°4
14							800	37°6	0.202	24°5	0.132	26°7	29°2
15		Ghisa liscia					2000	69°2	0.148	51°0	0.110	30°9	55°0
16	8		—	1.1	1.1	1.98	370	34°0	0.182	25°0	0.134	20°0	27°0

Dallo studio dei risultati greggi di esperienza si possono ricavare notevoli conseguenze esprimibili anche in formule di pratica applicazione.

*

A) Aumento massimo di temperatura dell'olio sull'ambiente.

In un primo tentativo sperimentale ho calcolato per ogni caso il valore K_0 mediante la formula

$$\theta_0 = \frac{K_0 W}{A + S}$$

W) watt totali perduti;

θ_0) aumento massimo temperatura olio sull'ambiente;

A, S) superficie perimetrale e sviluppata in m^2 .

(*) MONTSINGER: G. E. R. - U. S. gennaio 1917; Am. I. E. E. aprile 1916.

affetta l'area S, cioè ripetendo le operazioni di calcolo e di tracciamento grafico con

$$\theta_0 = \frac{K_0 W}{A + S} ; \theta_0 = \frac{K_0 W}{A + 0,9 S} ; \dots \theta_0 = \frac{K_0 W}{A + 0,5 S}$$

fu notato che pur mantenendosi lo stesso andamento generale lineare sopra accennato, i punti sperimentali si avvicinavano per riallontanarsi di nuovo rispetto alla retta media direttrice; ed il miglior accordo si aveva per $\theta_0 = \frac{K_0 W}{A + 0,8 S}$ nel qual caso i punti stessi si disponevano con buona regolarità intorno ad un asse.

È utile segnalare qui la coincidenza di questa constatazione sperimentale diretta colla formula teorica (8) per quanto riguarda il coefficiente che affetta la superficie sviluppata S.

Il diagramma fig. 4 esprime la legge trovata.

K_0 non è una costante come si era supposto ma dipende da θ_0 . È possibile allora esprimere K_0 in funzione di θ_0 ritenendo lineare la funzione tra i limiti 0° e 80° .

$$K_0 = 0,23 - 0,00105 \theta_0.$$

Naturalmente non è questa una formula estrapolabile, ma risponde tuttavia assai bene alle esigenze delle applicazioni elettrotecniche nelle quali l'incremento di temperatura θ_0 è largamente compreso fra gli estremi indicati.

La formula che dà il soprariscaldamento massimo dell'olio in funzione della energia dissipata e delle caratteristiche del cassone è quindi:

$$\theta_0 = \frac{W(0,23 - 0,00105 \theta_0)}{A + 0,8 S}$$

ossia:

$$\theta_0 = \frac{0,23 W}{A + 0,8 S + 0,00105 W} \quad (9)$$

θ_0) aumento massimo di temperatura sull'ambiente, dell'olio (parti alte della cassa);

W) watt totali perduti dal trasformatore;

A) area perimetrale della cassa in m^2 ;

S) sviluppo dell'area perimetrale in m^2 (fig. 5).



Fig. 5.

Dal computo delle aeree si escludono il fondo e il coperchio. Come altezza si assume quella realmente attiva, cioè sia per A , sia per S in contatto diretto coll'olio caldo.

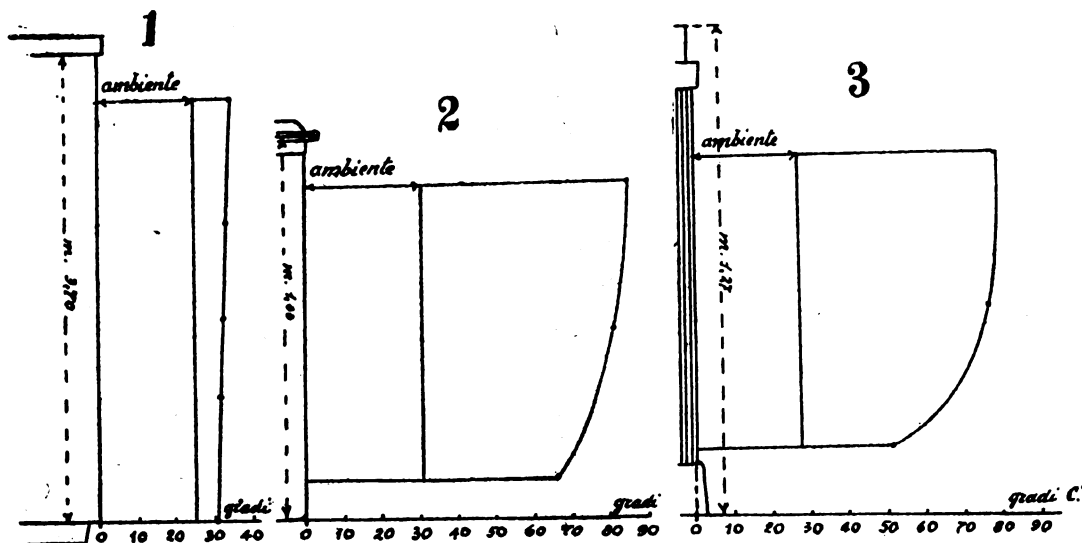


Fig. 6.

Il coefficiente 0,23 (formula 9) può variare fra 0,22 e 0,24 (vedi figura 4).

*

B) Aumento medio della temperatura esterna della cassa sull'ambiente.

Dalle stesse esperienze raccolte nella tabella III, si deduce che il coefficiente K_c si può considerare invece come una costante di valore medio 0,13.

Epperò, salvo le piccole divergenze inevitabili in simile materia dovute in gran parte a condizioni fisiche che talora sfuggono durante le prove, si potrà scrivere:

$$\theta_c = \frac{0,13 W}{A + 0,8 S} \quad (10)$$

θ_c) aumento medio di temperatura esterna della cassa sull'ambiente. Altri simboli come in (9).

Questa formula sperimentale coincide esattamente con quella prevista in base alle considerazioni teoriche sulla convezione e radiazione (formula 8).

C) Distribuzione della temperatura lungo la superficie della cassa.

La temperatura esterna decresce lungo la cassa dall'alto al basso. La fig. 6 mostra tre diagrammi tipici di temperature esterne.

1) Grande trasformatore a raffreddamento ad acqua. L'incremento superficiale sull'ambiente è piccolo ed abbastanza uniforme da cima a fondo.

2) trasformatore in cassa liscia, raffreddamento naturale.

3) trasformatore in cassa ondulata, raffreddamento naturale.

Le temperature massime si hanno nella parte alta della cassa un po' sotto il livello dell'olio.

Come è logico la differenza di temperatura tra cassone ed ambiente è piccola nei trasformatori a raffreddamento artificiale nei quali solo una piccola parte dell'energia totale è dissipata dalla superficie esposta all'aria essendo la maggior parte asportata dall'acqua.

La formula (11) ricavata semplicemente dalla (9) si presta a valutare in modo abbastanza esatto i watt dissipati dal cassone, noto il cassone e l'aumento di temperatura massimo dell'olio.

$$W = \frac{\theta_0 (A + 0,8 S)}{(0,23 - 0,00105 \theta_0)} \quad (11)$$

I simboli sono gli stessi della equazione (9). Per una cassa liscia la (11) diviene:

$$W = \frac{1,8 A \theta_0}{(0,23 - 0,00105 \theta_0)} \quad (12)$$

essendo $S = A$.

Rilevo che la perdita totale del trasformatore a raffreddamento con acqua può essere dedotta dalla misura calorimetrica dell'acqua di circolazione (portata e differenza di temperatura fra ingresso ed uscita) coll'aggiunta dei watt dispersi dal cassone e forniti dalla formula (12).

Siccome quest'ultima parte è in genere piccola rispetto al totale ($5 \div 10\%$) così l'errore eventuale che si potrebbe commettere calcolando anziché misurando la parte dispersa nell'aria riesce per lo più trascurabile.

La tabella IV riunisce le temperature di ambiente, cassa, olio relative a trasformatori con raffreddamento ad acqua (serpentino).

TABELLA IV.

Prova N.	Trasformatore kVA	Temperatura ambiente	Temperatura acqua entrante	Temperatura media esterna del cassone	Aumento medio temperatura esterna del cassone sull'ambiente θ_c	Temperatura massima dell'olio	Aumento massimo temperatura olio sull'ambiente θ_0	Temperatura massima cassa sull'ambiente
1	3000	25°	14°	39°	14°	55°	30°	40°
2	6350	25°	11°	32°	7°	38°	13°	35°
3	200	22° 20°	15°	32° 28°	10° 8°	42° 37°	20° 17°	35° —

Nella seconda prova del N. 3 a parità di altre condizioni fu aumentato il deflusso dell'acqua del 70 %.

Disponendo in diagramma i dati corrispondenti delle tabelle III. e IV: Aumento di temperatura media della cassa come ordinate;

aumento di temperatura massima dell'olio come ascisse si ottengono le linee 1,2 della figura 7.

La 1 relativa ai trasformatori a raffreddamento naturale casse lisce e ondulate (circoletti e crocette). La 2 riferentesi ai trasfor-

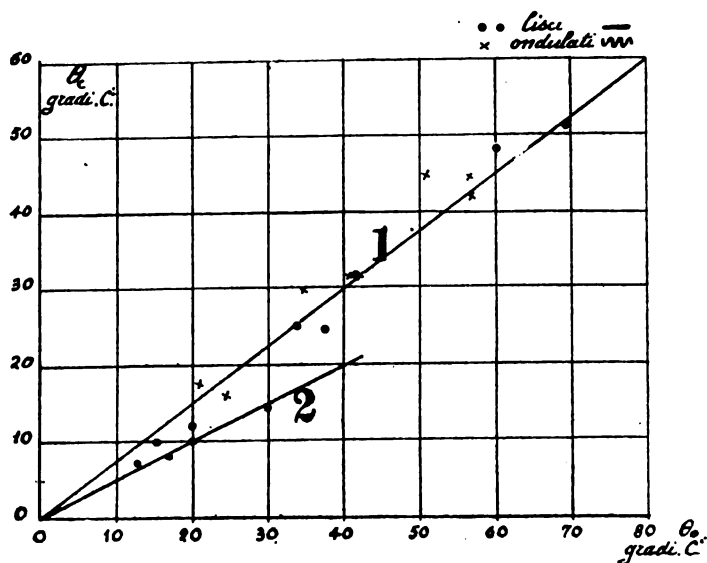


Fig. 7.

matori raffreddati con serpentino, cassa pure liscia (circoletti pieni). Si può concludere dai grafici che in media nei casi pratici si ha: Trasformatori a raffreddamento naturale:

$$\theta_o = \sim 0,75 \theta_e \quad (13)$$

Trasformatori con serpentino d'acqua:

$$\theta_o = \sim 0,5 \theta_e \quad (14)$$

θ_e) aumento di temperatura media esterno della cassa sull'ambiente;

θ_o) aumento di temperatura massima dell'olio.

In modo più preciso in ogni singolo caso particolare il rapporto $\frac{\theta_o}{\theta_e}$ delle formule (13), (14), verrà fornito calcolando a parte i valori di θ_e , θ_o colle formule (9) e (10).

D) Corpi refrigeranti applicati al cassone principale.

Il calcolo termico per casse a corpi refrigeranti ondulati comunicanti col cassone principale in alto e in basso è assai difficile, poichè in tal caso si complicano ancora fenomeni già per sè complessi.

Occorre almeno — per ogni tipo — istituire prove dirette. I dati da me posseduti non sono per ora sufficienti a stabilire una regola sicura.

Si può tuttavia osservare che i corpi laterali addossati al cassone mentre concorrono al raffreddamento con una maggior area sviluppata favorevole alla convezione, impediscono però la radiazione delle superficie che mascherano.

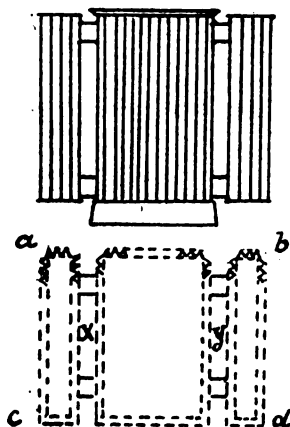


Fig. 8.

La circolazione dell'olio poi in questi corpi annessi non è in tutte le costruzioni ben garantita, tanto che in alcune di esse il comporamento del cassone semplice è ben poco migliorato dalla presenza degli elementi refrigeranti aggiunti.

Solo in via di massima si potrà applicare la formula (9) ritenendo che A sia solo l'area radiante verso l'esterno, secondo a, b,

c, d (fig. 8), ed S = area sviluppata ancora verso l'esterno secondo a, b, c, d, coll'aggiunta di metà delle aree sviluppate in x, y.

Si consideri in altri termini come radiante la sola area rivolta all'esterno. Come efficiente per la convezione l'area sviluppata rivolta verso l'esterno + $\frac{1}{2}$ area sviluppata in x, y.

Conclusione.

Dalle considerazioni teoriche svolte e dalle risultanze di esperienza si può concludere che lo scambio di calore fra casse di trasformatori (lisce e ondulate) e ambiente è con sufficiente approssimazione regolato dalle seguenti formule:

Aumento massimo di temperatura dell'olio sopra l'ambiente:

$$\theta_o = \frac{0,23 W}{A + 0,8 S + 0,00105 W}$$

Aumento medio di temperatura esterna della cassa sopra l'ambiente:

$$\theta_e = \frac{0,13 W}{A + 0,8 S}$$

dove i simboli hanno il significato più volte indicato nel testo della presente memoria.

MISURA DEL RAPPORTO DEI TRASFORMATORI

GINO REBORA



Comunicazione tenuta alla Sezione di Milano il 28 maggio 1923

La misura diretta del rapporto di trasformazione negli ordinari trasformatori, leggendo l'alta e la bassa tensione a vuoto, oltre ad essere affetta, come si sa, da errori che possono essere notevoli riesce anche assai incomoda. Difatti questo metodo, già per sè poco esatto, se è tollerabile in una sala prove equipaggiata con tutti gli strumenti necessari (voltmetri di precisione, riduttori di tensione, ecc.), è praticamente inapplicabile nelle misure su trasformatori in servizio.

Il problema è stato già affrontato e risolto in modo completo dal collega Prof. Barbagelata ⁽¹⁾. Senonchè nella applicazione del metodo mi parve che uno schema assai più semplice avrebbe potuto servire alla determinazione del rapporto degli ordinari trasformatori industriali con grande economia di apparecchiatura e speditezza nella misura.

*

Si tratta sempre di un metodo di riduzione a zero.

La fig. 1 rappresenta lo schema da me proposto: Siano A, B

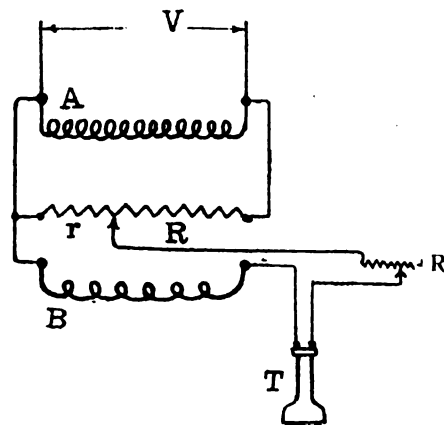


Fig. 1.

rispettivamente gli avvolgimenti di alta e bassa tensione d'un trasformatore monofase. Vedremo poi il caso dei trifasi.

Applico all'alta tensione una bassa tensione V qualunque presa dalla rete di luce o forza disponibile.

⁽¹⁾ La Ditta Allocchio Bacchini & C. di Milano sui principi ideati dal Prof. Barbagelata costruisce un apparecchio per il controllo dei rapporti e la misura degli angoli di fase fra le tensioni.

In parallelo coll'avvolgimento A dispongo una resistenza $r + R$. Unisco l'alta tensione A colla bassa B come in figura. L'altro capo della bassa, attraverso ad un ricevitore telefonico qualunque T ed una resistenza di assaggio R_1 , va al punto di separazione della resistenza R ed r .

Regolo r , R in modo che aprendo e chiudendo il circuito in R_1 , il telefono non dia suono alcuno.

Il rapporto K cercato sarà senz'altro:

$$K = \frac{R + r}{r} \quad (1)$$

Infatti supposti in fase (come in pratica si può ritenere) le tensioni primaria e secondaria il silenzio si otterrà quando la diff. di pot. di B si contrapponga alla diff. di pot. ai capi della resistenza r . Si verificherà allora la eguaglianza (1).

Il fatto di ottenere un silenzio perfetto nel telefono conferma la ipotesi fatta circa la fase delle due tensioni paragonate.

Come nel metodo Barbagelata un errore sistematico nasce dal fatto che la misura dà, a rigore, il rapporto delle tensioni e non quello delle spire a causa della corrente di magnetizzazione che circola nell'avvolgimento A .

Si tratta però in pratica di differenze minime (dell'ordine di qualche per mille) trascurabili negli ordinari trasformatori.

La resistenza R_1 (graduabile spostando il punto di contatto), che nelle mie prove preliminari era costituito da un pezzo di porcellana sul quale era stata segnata una grossa riga in matita nera (grafite), serve solo di protezione durante i primi tentativi per impedire eccessi di corrente nel telefono, specie nel caso di una errata connessione del secondario. Appena i rumori sono divenuti normali essa viene senz'altro eliminata, con vantaggio della sensibilità.

In pratica le resistenze r , R possono essere prese, per es., in una cassetta a decadi formata da quattro resistenze di 10, 100, 1000, 10000 ohm divise ciascuna in dieci parti. Condizione da osservarsi è che nella resistenza non passi mai una corrente superiore alla sua portata normale.

Apparecchi occorrenti:

N. 1. - cassetta di resistenze a decadi, capace di portare la corrente provocata dalla tensione V .

N. 1. - ricevitore che all'occorrenza può essere staccato da un apparecchio telefonico qualunque.

N. 1. - resistenza di protezione, che può essere costituita da una semplice riga lunga pochi centimetri tracciata con una matita nera su un pezzo di porcellana senza vernice.

*

La fig. 2 mostra la disposizione pratica descritta.

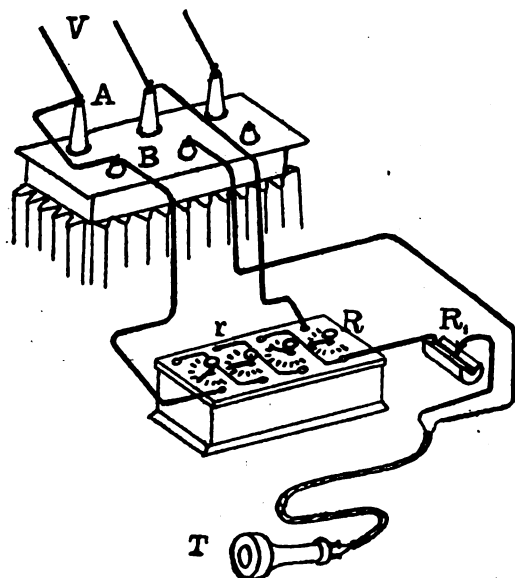


Fig. 2.

Il metodo è senz'altro applicabile ai trasformatori trifasi con eguali connessioni primario - secondario.

$$Y/Y - \Delta/\Delta.$$

Anche se le connessioni sono Δ/Y con neutro accessibile sulla bassa, caso frequente, la misura è sempre fattibile, servendosi del centro.

Negli altri casi si dovranno sciogliere le connessioni delle fasi e riprodurre lo schema della fig. 1.

*

Esempio:

Trasformatore trifase 150 kVA — $Y/Y \frac{10000}{275}$ V di targa.

$$R = 7000 \quad r = 203$$

$$K = \frac{7000 + 203}{203} = 35,48$$

Il rapporto delle spire era di 35,40. Differenza 0,225 %.

Altro esempio:

Trasformatore 70 kVA — $Y/Y \frac{6300}{220}$ V di targa.

$$R = 5000 \quad r = 183$$

$$K = \frac{5183}{183} = 28,32$$

Rapporto delle spire 28,22.

Differenza 0,35 %.

Dopo ripetute prove credo di poter consigliare la disposizione sperimentale illustrata. Essa permette misure esatte, rapidissime, scevre da ogni pericolo, alla portata di tutti, non richiedendo in sostanza di particolare altro che una cassetta di resistenza a decadi.

:: SUNTI E SOMMARI ::

IMPIANTI.

A. ALBERTAZZI — L'impianto idroelettrico di Bélesa (Eritrea) ed una sua prima utilizzazione. (Boll. d'inform. del Min. delle Colonie, N. 6, Roma, dicembre 1922 e Universo, marzo 1923, Vol. 4, N. 3, pag. 251).

Approfittando del fatto che il piano di Asmara ha una lenta pendenza verso nord-ovest e che il ciglio dell'altipiano presso cui esso si trova, precipita verso est, con l'impianto di Bélesa si è convogliato un certo volume d'acqua di questo fianco dirupato verso la valle del Dorfu, ottenendo una caduta generatrice di energia elettrica utile allo sviluppo di alcune industrie che per il proibitivo costo della forza motrice sarebbero altrimenti restate inattive.

Il bacino imbrifero utilizzato per la raccolta delle acque necessarie, ha un'ampiezza di circa 18 km.² ed è formato da tre piccole vallate poco a nord di Asmara dette di Bélesa, di Gneocchi e di Ad Nefas, le quali sono state ostruite da dighe in modo da formare tre serbatoi rispettivamente di 1.800.000, 780.000 e 870.000 m³ e con opportuni canali vi si sono convogliate le acque della superficie indicata mentre un canale apposito porta le acque dei bacini di Ad Nefas e di Valle Gneocchi in quello di Bélesa. La disponibilità media annua dei bacini è stata calcolata a 54 litri per secondo, corrispondenti a 1.700.000 m³, la metà cioè della capacità dei bacini stessi per provvedere alle perdite e alle riserve occasionali. Per superare le alture che stanno fra il bacino di raccoglimento e il ciglio dell'altipiano, si eleva l'acqua del bacino di Bélesa di una quarantina di metri con una pompa di 100 litri al secondo, immettendola in un canale lungo 2166 m dei quali soli 505 in galleria, che la porta ad un bacino di carico capace di 2550 m³, dal quale parte la prima condotta forzata in tubi di acciaio di 250 mm di diametro interno lunga 940 m e che termina alla prima centrale. Dopo azionata questa centrale si ha un secondo bacino di carico capace di 1660 m³ alimentante la seconda condotta che fa capo alla seconda centrale. Ciascuna condotta utilizza 450 m di dislivello. La completa installazione può produrre oltre due milioni di kilowatt all'anno, equivalenti praticamente a circa 6-7 mila tonn. annue di buon carbone Cardiff o a 15-20 mila quintali di petrolio. Tutto l'impianto di generazione costa circa sei milioni e mezzo di lire e si calcola che la spesa per kilowattora sia di circa 39 centesimi alle centrali, il che garantisce una vantaggiosa collocazione a regime raggiunto. A questo beneficio industriale si deve aggiungere quello agricolo, per le acque convogliate nella valle del Dorfu, che vi rendono possibili le più ricche culture tropicali.

**

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

W. G. CADY — Il risonatore piezo elettrico. (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. X, N. 2, aprile 1922, pag. 83).

È noto il fenomeno per cui una sbarretta, convenientemente ricavata da un cristallo piezo-elettrico e racchiusa fra due elettrodi metallici, può diventare sede di vibrazioni meccaniche, quando agli elettrodi sia applicata una f.e.m. di conveniente frequenza. Su questa proprietà sono fondate parecchie applicazioni, due delle quali l'A. ritiene suscettibili di ampio sviluppo specialmente nella tecnica radiotelegrafica, e precisamente la realizzazione di un campione di lunghezza d'onda e quella di uno stabilizzatore di frequenza; prima però di parlare di esse egli espone in succinto la teoria fondamentale dei fenomeni piezo-elettrici, richiamando quanto fu in precedenza scritto in proposito specialmente dal Voigt.

Il materiale su cui l'A. ha portato la sua attenzione, come quello in cui i fenomeni sono più appariscenti, è il quarzo, ed ha usato nelle sue esperienze, una lamina di lunghezza l , larghezza b , spessore e (fig. 1) ricavata da un cristallo di quarzo: le due facce nor-

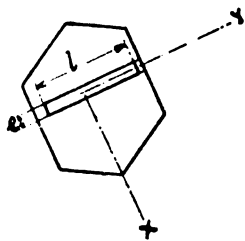


Fig. 1. — Sezione di un cristallo di quarzo normale all'asse ottico (z).

mali all'asse delle x , rivestite di materiali conduttivi, costituiscono gli elettrodi. Il comportamento del quarzo nei riguardi piezo-elettrici, è espresso dal seguente doppio ordine di fenomeni: a) «effetto diretto»: se la lamina è compressa in direzione parallela all'asse delle x (effetto longitudinale) nasce nell'interno una polarizzazione elettrica nella direzione di tale asse e in un dato senso; invece una compressione parallelamente all'asse delle y (effetto trasversale) produce una polarizzazione sempre diretta secondo l'asse delle x , ma in senso opposto alla precedente; in altri termini, una compressione parallela all'asse x produce una polarizzazione nello stesso senso che una tensione parallela all'asse delle y ; b) «effetto inverso» se la lamina è polarizzata da un campo elettrico esterno in quello stesso senso in cui risulterebbe polarizzata per una compressione secondo l'asse delle x , essa tende a contrarsi secondo l'asse delle x (effetto longitudinale) e ad allungarsi secondo l'asse delle y (effetto trasversale).

Secondo la teoria del Voigt (1) che l'A. espone adottandone anche le notazioni, i suesposti fenomeni si possono esprimere con equazioni che risultano assai semplici, se si suppone che la direzione della polarizzazione coincida coll'asse delle x , e che la direzione delle forze e degli spostamenti meccanici siano quelle degli assi x e y . L'A. utilizza nelle applicazioni da lui proposte esclusivamente l'effetto trasversale. Egli svolge poi la teoria delle vibrazioni longitudinali delle lamine, tenendo conto delle loro dimensioni ed anche della viscosità interna del materiale, da cui dipende la perdita di energia durante le vibrazioni e quindi anche il loro smorzamento. L'A. ammette ancora che il campo elettrico in cui è immerso il saggio si possa ritenere uniforme e giunge all'equazione del moto della lamina sotto l'azione di un campo alternativo armonico, per il caso in cui la frequenza della d.d.p. applicata si mantenga nell'intorno della frequenza propria di vibrazione meccanica della sbarretta. Nella parte analitica e nella discussione dei risultati questo studio ha grandi affinità con quelli ben noti del Kennelly e dei suoi collaboratori sulle proprietà del telefono.

Esaminato il comportamento di un risonatore piezo-elettrico sottoposto ad un campo alternativo, l'A. passa ad esaminare l'effetto che produce in un circuito l'introduzione di tale risonatore. Lo schema usato dall'A. è riprodotto in fig. 2.

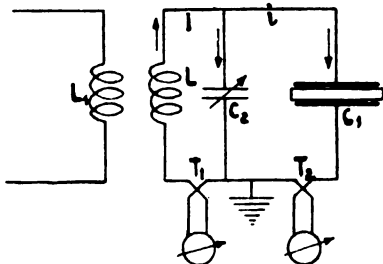


Fig. 2.

Si ha $L_1 = 5 \text{ mH}$; $L = 3 \div 4 \text{ mH}$; C_2 condensatore variabile di sintonia la cui capacità massima è $1,5 \text{ m}\mu\text{F}$. C_1 rappresenta il risonatore costituito da una sbarretta lunga circa 3 cm e la cui frequenza propria è di circa 90 000 periodi al secondo; T_1 e T_2 sono coppie termo elettriche connesse a galvanometri. Supponendo che nella spirale secondaria L sia indotta una f.e.m. alternativa $E = E_0 \cos \omega t$ nella quale E_0 resti costante per qualsiasi frequenza, l'A. fa la teoria del funzionamento del circuito e giunge a conclusioni che sono in accordo con l'esperienza e ne chiariscono i risultati, i quali appariscono assai bene dalla fig. 3.

L'esperienza si immagina condotta con una variazione continua della frequenza f della f.e.m. di ampiezza costante indotta nel circuito di misura. Per ogni valore della frequenza si regola il condensatore C_2 in modo da avere il massimo possibile valore della corrente I (risonanza elettrica). In prossimità della frequenza propria della sbarretta (risonanza meccanica), che è all'incirca 89 880, i diagrammi della corrente I , i e della capacità C_2 (fig. 2) subiscono

variazioni caratteristiche. La corrente I presenta un minimo molto netto in corrispondenza della risonanza meccanica; ciò vuol dire che questa è molto più acuta che la risonanza elettrica del circuito LC_2 e che in tali condizioni l'assorbimento di energia da parte del cristallo è molto grande. La differenza fra i valori di C_2 dati dal diagramma e quelli che si avrebbero nelle stesse condizioni salvo ad aver impedito alla sbarretta di vibrare, non misura la capacità equivalente dovuta alla vibrazione della sbarretta, perchè le fasi di I e di i non sono coincidenti. Ma se si prescinde dalle fasi e si considera solo tale differenza di capacità si deduce che nei riguardi della risonanza elettrica la presenza del risonatore meccanico rappresenta una capacità aggiunta a quella di C_2 e a quella statica del risonatore per frequenze più basse di quella critica e una capacità sottratta (capacità negativa) per frequenze superiori. Ne segue che anche la fase di quella parte di i che corrisponde alla sola capacità dinamica (parte variabile della capacità totale) del risonatore cambia segno intorno al passaggio per la risonanza meccanica.

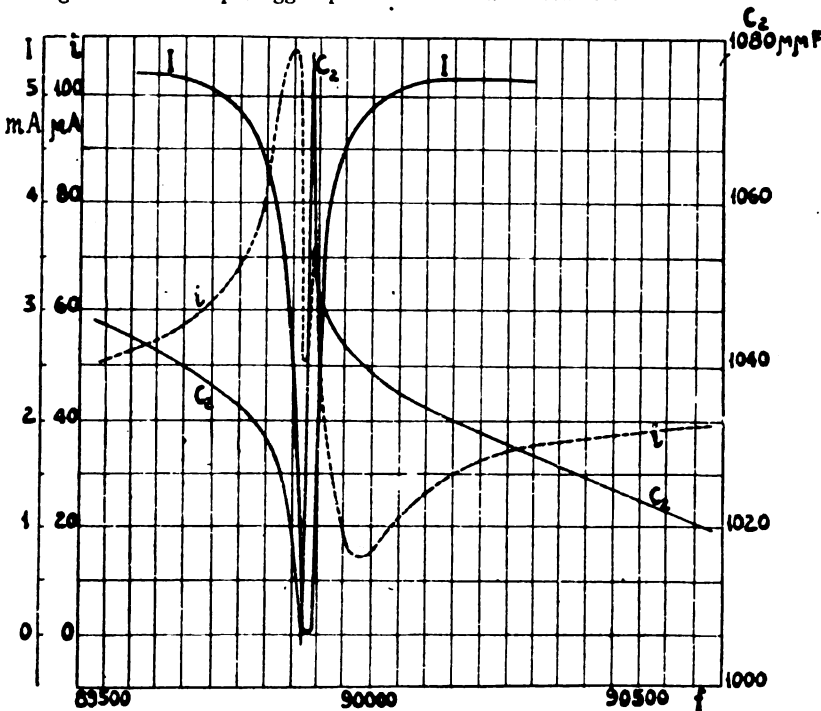


Fig. 3.

Per ciò che riguarda le dimensioni della lamina di quarzo e le sue costanti, si può dire che all'incirca la lunghezza d'onda in metri è uguale a 100 volte la lunghezza della lamina in millimetri. Inoltre è bene che la larghezza b sia relativamente grande; il valore migliore del rapporto l/b si è trovato essere variabile da circa 2 per i risonatori più corti ($l = 2 \text{ mm}$ circa) fino a 10 o 20 per i più lunghi.

Ha altresì una certa influenza il fatto che gli elettrodi siano o no a contatto colla lamina; nel primo caso lamina ed elettrodi formano un tutto unico di elevata permeabilità elettrica: quando invece esiste un piccolo spazio d'aria la lamina subisce un'azione depolarizzante analoga a quella ben nota che si manifesta nei magneti. L'effetto di questa componente depolarizzante è che la lamina tende a ritornare più prontamente alle condizioni primitive il che corrisponde ad un aumento della frequenza propria di essa: si è constatato un aumento di circa il 0,6 per 100 della frequenza allorché gli elettrodi non sono a contatto col quarzo.

Ad ogni modo per un risonatore non piccolissimo montato in modo stabile fra due dati elettrodi, l'A. ritiene che si possa contare su una costanza della frequenza entro limiti di 1 su 10 000. Il decremento cresce con la frequenza, perciò la risonanza è più acuta per i campioni più lunghi, così che le vibrazioni possono riuscire pericolose per l'integrità del cristallo. Un risonatore per la frequenza di 100 000 periodi al secondo difficilmente resiste senza rompersi a una tensione di circa 50 V in risonanza.

Per questo motivo è difficile avere campioni di quarzo per frequenze al di sotto di circa 70 000. Per frequenze più basse l'A. si è servito di sbarrette di acciaio o di invar, in cui eccita vibrazioni longitudinali mediante due lamine di quarzo (ricoperte esternamente di stagnola) applicate ai loro flanchi (fig. 4). Questi risonatori sono



Fig. 4.

soggetti a una piccola correzione di temperatura, in quanto la frequenza diminuisce all'incirca di 0,01 % per l'aumento di un grado.

(1) VOIGT: Lehrbuch der Kristallphysik - Leipzig 1910.

APPLICAZIONI — A) Campione di lunghezza d'onda.

1° Metodo. — Il risonatore è messo in parallelo col condensatore di sintonia di un circuito generatore a triodo di piccola potenza nel quale sia anche inserito un telefono. Quando il condensatore vien fatto variare avanti e indietro intorno alla condizione di risonanza, si odono nel telefono piccoli rumori musicali dovuti al fatto che il risonatore, quando vibra, genera una corrente di frequenza radiotelegrafica che componendosi colla corrente oscillante principale dà luogo a battimenti. Ciò permette di individuare il punto di risonanza.

2° Metodo. — Il metodo precedente può essere reso più preciso derivando sul condensatore un'altra piccola capacità, in serie con un tasto. Si varia lentamente il condensatore di sintonia mentre si apre e si chiude continuamente il tasto. Quando si è raggiunta la condizione di risonanza, a tasto aperto, accade che, chiudendo il tasto, si ode una nota musicale di eterodina, se la capacità in serie col tasto ha un valore conveniente. Il massimo di intensità e di musicalità di questa nota è molto netto. Se invece la risonanza si ha a tasto chiuso la nota si ode aprendo il tasto.

3° Metodo. — Anziché inserire il risonatore nel circuito principale, si può inserirlo in un circuito secondario, ricevente, accoppiato col primo e sintonizzato per la frequenza del risonatore stesso. Quando l'accoppiamento fra i due circuiti è lento, al telefono si rilevano i battimenti dovuti alla corrente generata dal risonatore e a quella indotta dal circuito principale.

4° Metodo. — Anziché il telefono si può, come rivelatore, usare un amperometro o un galvanometro. Quest'ultimo, se il risonatore è inserito sul circuito trasmettente (1 e 2 metodo), può essere inserito in serie coll'anodo o colla griglia; se poi si preferisce l'uso del circuito secondario (3° metodo), tale circuito può essere esattamente quello della fig. 3.

B) Stabilizzatore di frequenza.

1° Metodo. — Si realizza, ad esempio, un circuito trasmettente con tre triodi amplificatori e accoppiamento a resistenza, come in figura 5.

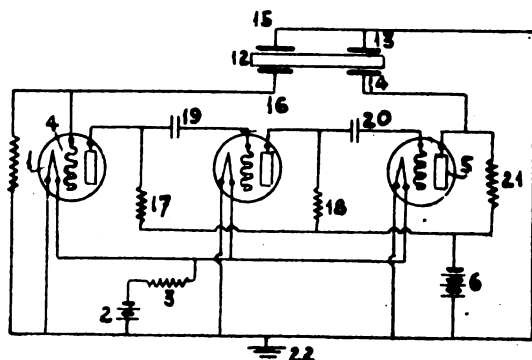


Fig. 5.

Il risonatore (12) ha quattro elettrodi indipendenti, dei quali due (13 e 14), sono inseriti fra l'anodo del terzo triodo e la terra, e gli altri due fra la prima griglia e la terra. Un piccolo aumento di potenziale dell'anodo (5), poichè fa variare il campo fra (13) e (14), fa entrare in vibrazione il risonatore. Le cariche elettriche così messe in moto fra (15) e (16) fanno variare il potenziale della griglia (4) rispetto alla terra; tale variazione viene trasmessa, amplificata, all'anodo (5) e quindi il risonatore continua a vibrare. La potenza messa in giuoco è assai piccola: qualche centesimo di watt, ma coll'inserzione della spirale (21) o connettendo l'anodo (5) ad un altro amplificatore essa può esser grandemente aumentata.

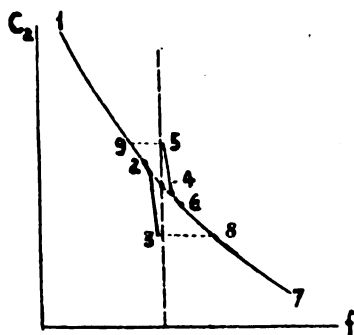


Fig. 6.

2° Metodo. — Un risonatore come il precedente con quattro elettrodi, dei quali due ancora inseriti fra anodo e terra, gli altri due invece derivati sul condensatore di griglia. Si fa l'accoppiamento così lento che quando il risonatore sia sintonizzato il sistema cominci appena ad oscillare: in tal modo quando viene inserito il risonatore questo fornisce il necessario supplemento di accoppiamento e il cir-

cuito vibra colla frequenza di risonanza. Il circuito deve essere a priori sintonizzato all'incirca per tale frequenza.

3° Metodo. — È basato sulla relazione esistente fra la corrente i , e la frequenza: (fig. 3) un risonatore con due soli elettrodi derivato sul condensatore di griglia di un apparato trasmettente, rende assai stabile la frequenza.

4° Metodo. — In questo si approfitta della variazione della capacità apparente (C_a) colla frequenza: un risonatore con due soli elettrodi è derivato sul condensatore di sintonia di un circuito trasmettente. Si supponga dapprima che, non essendo inserito il risonatore, il circuito oscilli con una frequenza molto più bassa di quella di risonanza. Se si diminuisce la capacità C_2 del condensatore la frequenza cresce, e la curva di questa in funzione di C_2 è rappresentata dalla linea 1924687 della fig. 6.

La frequenza di risonanza sia quella corrispondente alla linea verticale tratteggiata. Se ora si inserisce il risonatore, poco prima che si raggiunga la frequenza di risonanza, esso comincia a vibrare, ma poichè la frequenza è ancora relativamente bassa, la capacità apparente C_a risulta eccessivamente alta e quindi per raggiungere la frequenza di risonanza bisogna diminuire la capacità C_2 ; la curva allora segue il tratto 2,3 che si mantiene quasi verticale anche per forti variazioni di C_2 . Quando tale diminuzione di C_2 supera il massimo valore di C_a la curva salta bruscamente da 3 ad 8 e la frequenza aumenta rapidamente. Analogamente quando C_2 aumenta, viene descritta la curva 786591. L'effetto stabilizzante si ha dunque nei tratti 2,3, oppure 5,6.

C. Ca.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

MAURICE LEBLANC — Delle lampade a tre elettrodi (anodo, catodo e griglia intermediaria), nelle quali la corrente è convogliata a mezzo di ioni, e delle loro applicazioni. Dell'elettificazione delle ferrovie per mezzo di corrente alternata ad alta frequenza. (R. G. E., 19-26 agosto 1922, pag. 259 e 275).

In queste lampade lo spazio fra l'anodo e il catodo non si carica. Una dozzina di volt basta in queste condizioni a farvi passare delle centinaia di amp., ma le loro proprietà caratteristiche sono sensibilmente diverse da quelle delle lampade a tre elettrodi, nelle quali la corrente è convogliata dagli elettroni e bisogna perciò trarne partito in maniera differente.

La fig. 1 rappresenta una lampada a tre elettrodi a vapori di mercurio in cui a è l'anodo in ferro o carbone, b la griglia metal-

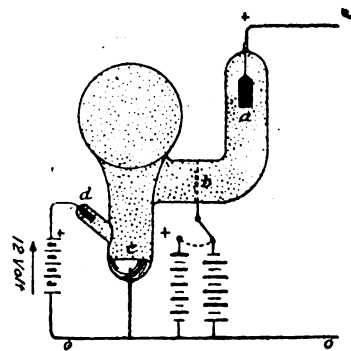


Fig. 1.

lica, c il catodo costituito dal mercurio stesso e d l'anodo ausiliario di adescamento. Una corrente non può attraversare queste lampade che nel senso $a-c$.

Se si rende la griglia negativa rispetto a c , essa si copre, quando la corrente passa, di uno strato di ioni positivi, i quali annullano la sua carica; la corrente quindi non viene interrotta. Se però, agendo sul circuito esterno della lampada, si interrompe la corrente anche per un istante assai breve, la griglia, essendo negativa riassume gli ioni positivi dei quali era ricoperta e impedisce in seguito l'emissione di elettroni dal catodo. La corrente non può più venir ristabilita finchè la griglia resta negativa. Due applicazioni pratiche di questa proprietà, sono la trasformazione di corrente continua in corrente alternata ad alta frequenza e la trasformazione di corrente alternata ad alta frequenza in corrente alternata a frequenza industriale e variabile a volontà.

La fig. 2 rappresenta la disposizione da adottarsi nel primo caso. Un circuito chiuso formato da una corrente di f. e. m. costante E , da una bobina con un coefficiente di autoinduzione L , che si oppone nella durata di un periodo a qualsiasi variazione apprezzabile dalla corrente I prodotta da E , dal primario P da un trasformatore, il cui secondario S alimenta la rete d'utilizzazione, da un sistema risonatore composto di una bobina col coefficiente λ di autoinduzione e di un condensatore della capacità γ , è provvisto di una derivazione fra l'uscita della bobina L e l'entrata della sorgente E , composta da una lampada a vapori di mercurio del tipo descritto, colla griglia connessa all'anodo mediante un circuito comprendente una sorgente di f. e. m. γ .

Supposto c al potenziale zero e indicando con h il potenziale all'entrata del condensatore, i la corrente nella bobina λ e j quella attraversante la lampada, se, a regime ristabilito, j si annulla, essendo la griglia negativa, la corrente non può più passare per la lampada e perciò I va a caricare il condensatore. Ma, appena $h = \eta$, la griglia cessa d'essere negativa e la lampada chiude in c. c. il sistema riso-

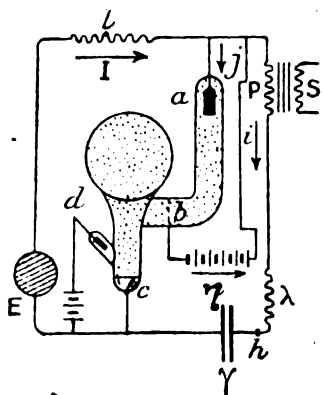


Fig. 2.

natore, la cui corrente di scarica oscilla smorzandosi con una frequenza α poco diversa da $\frac{1}{2\pi\sqrt{\lambda\gamma}}$.

Se l'energia $\frac{1}{2}\gamma\eta^2 \geq \frac{\epsilon I}{\alpha}$, i ritorna eguale a I : j si annulla quando la griglia è negativa e tale rimane finchè h è ritornato eguale

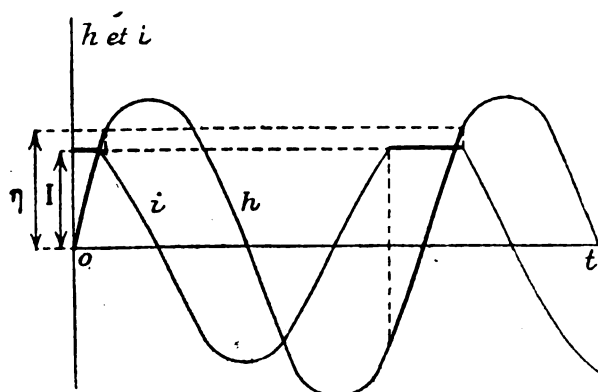


Fig. 3.

a η . In tal modo il ciclo va ripetendosi e si generano delle onde vincolate. La corrente i e il potenziale h variano come mostra la fig. 3.

L'A. dà quindi delle indicazioni sui valori più convenienti da scegliere per le diverse costanti del circuito e mostra come si possa

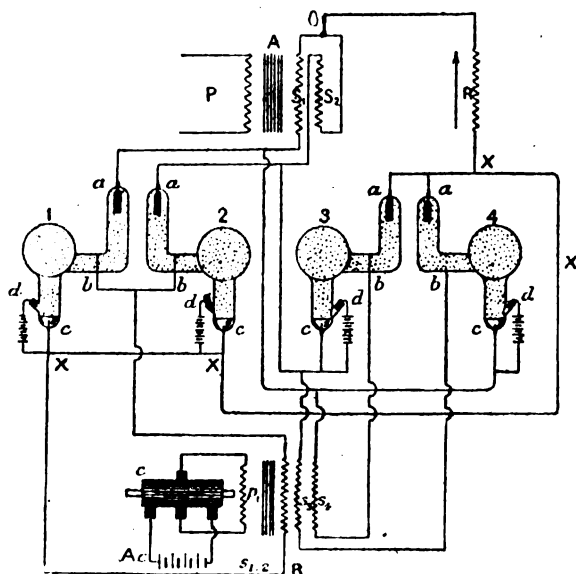


Fig. 4.

costruire una griglia raffreddata a circolazione d'acqua o di olio, che impedisca la formazione di qualsiasi arco fra la griglia stessa e l'anodo. Dimostra infine che il rendimento del dispositivo descritto è assai

buono, perchè la lampada si comporta come un rubinetto sempre completamente aperto o chiuso del tutto.

La disposizione da adottarsi per la trasformazione di corrente alternata ad alta frequenza in corrente alternata frequenza industriale variabile a volontà è data dalla fig. 4. Essa consta:

1) del trasformatore A, il cui primario P è alimentato dalla corrente che si vuol trasformare. Esso è provvisto di due secondari S_1 e S_2 identici, di cui l'entrata del primo e l'uscita del secondo sono collegate al punto neutro.

2) di quattro lampade simili alle precedenti 1, 2, 3, 4. L'anodo di 1 e il catodo di 4 sono collegati coll'uscita di S_1 , l'anodo di 2 e il catodo di 3 invece coll'entrata di S_2 . Finalmente i catodi di 1 e 2 e gli anodi di 3 e 4 sono connessi a un conduttore XX e il circuito di utilizzazione R è collegato fra questo conduttore e il punto 0. Un piccolo trasformatore B, il cui primario p_1 è alimentato da una corrente fornita dalla batteria Ac e invertita periodicamente dal commutatore c, serve a caricare le griglie. La frequenza della corrente ottenuta in tal modo è eguale alla velocità di rotazione di c. Il trasformatore B è provvisto di tre secondari $s_{1,2}$, s_3 e s_4 : $s_{1,2}$ è derivato fra le griglie collegate in parallelo delle lampade 1 e 2 e il conduttore XX e le rende contemporaneamente positive o negative rispetto ai loro catodi. I circuiti s_3 e s_4 sono derivati fra la griglia e il catodo di 3 e risp. di 4. Le connessioni sono fatte in modo che le griglie di 1 e 2 siano positive mentre quelle di 3 e 4 sono negative e viceversa.

Supposte positive le griglie di 1 e 2, nel momento in cui si chiude il circuito R, una corrente non può percorrerlo che nel senso delle frecce della fig. 4. Essa si chiuderà attraversando tanto la lampada 1 e il circuito S_1 , che la lampada 2 e il circuito S_2 .

La fig. 5 mostra la variazione di questa corrente nei casi in cui R sia privo e risp. provvisto di autoinduzione. Si rendano ora nega-

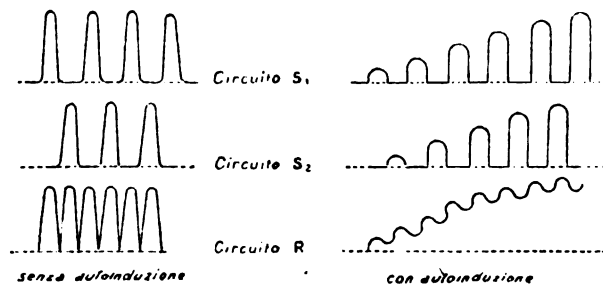


Fig. 5.

tive le griglie di 1 e 2 e positive quelle di 3 e 4. Se R è provvisto di autoinduzione, la corrente che lo percorre non può invertirsi immediatamente e non può passare le lampade 3 e 4 finchè non si è invertita. Supposto che la stessa percorra nel momento dell'inversione la lampada 2, essa non può più ristabilirsi attraverso la lampada 1, la cui griglia è stata resa negativa nel periodo in cui non vi passava alcuna corrente, e continuerà perciò a percorrere la lampada 2 e S_{21} . Ma la f. e. m. alternata sviluppata in questo circuito non può mantenere questa corrente. Essa si smorza e, dopo essersi annullata, si ristabilisce attraverso le lampade 3 e 4 percorrendo R nel senso opposto a quello indicato dalla freccia.

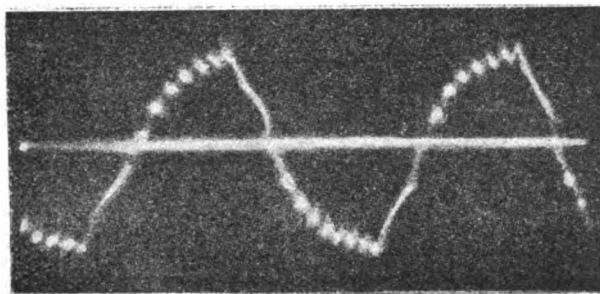


Fig. 6.

L'oscillogramma della fig. 6, che mostra l'esattezza di queste deduzioni, è stato rilevato durante la trasformazione di corrente a 500 periodi al secondo in corrente a 50 periodi al secondo, con un circuito R costituito da una resistenza induttiva.

Ora se la corrente continua a passare nella lampada 2, mentre le griglie di 3 e 4 sono diventate positive, una corrente di c. c. si chiude attraverso le lampade 2 e 4 e i circuiti S_1 e S_2 , ogni qualvolta le ff. ee. mm. sviluppate in questi ultimi tendono a fare entrare la corrente attraverso all'anodo di 2 e uscire attraverso al catodo di 4. Per evitare questa possibilità è necessario far abbracciare al rivestimento del commutatore c, collegato al polo negativo della batteria Ac , un arco maggiore di quello collegato al polo positivo, affinché la corrente attraversante la lampada 2 possa smorzarsi fra il momento in cui la griglia di 2 cessa d'essere positiva e quello nel

quale le griglie di 3 e 4 cominciano ad essere positive. Adottando questa precauzione si otterrà un ottimo rendimento del dispositivo.

Altre esperienze hanno dimostrato che si poteva in modo analogo, rendendo successivamente positiva o negativa la griglia di una lampada, interrompere e ristabilire correnti delle frequenze di 30 000 periodi al secondo.

Infine mediante l'uso di parecchi apparecchi simili alimentati da altri circuiti secondari S_1', S_2', S_1'', S_2'' , eccitati dal medesimo primario P i cui commutatori, montati sullo stesso asse, siano successivamente spostati gli uni rispetto agli altri, si potrebbero generare delle correnti sfasate.

In un successivo articolo l'A. mostra come, combinando opportunamente le due disposizioni descritte con altre di cui si parlerà in seguito, sia possibile realizzare un nuovo sistema di trazione elettrica. Premesse alcune considerazioni sulle difficoltà inerenti nel derivare a velocità elevate di marcia dal filo di contatto delle correnti intense mediante contatti striscianti e su quelle che impediscono di servirsi per scopi di trazione di correnti alternate ad a. t. a frequenza industriale, l'A. spiega che, se si impiegassero correnti alternate a frequenza elevata, per esempio 20 000 periodi al secondo, facendole circolare in conduttori tesi sopra la linea ferroviaria, esse potrebbero indurre nelle altre in un circuito portato dalle vetture di un treno e disposto parallelamente a questi conduttori inferiormente agli stessi. D'altra parte queste correnti non avrebbero alcuna influenza dannosa sulle reti telefoniche e telegrafiche; si potrebbero inoltre proteggere dalle eventuali sovratensioni le linee telegrafiche a filo unico collegandole alla terra a distanze convenienti mediante condensatori, che lascierebbero passare le correnti a 20 000 periodi, impedendo invece il passaggio a quelle telegrafiche.

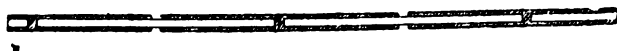


Fig. 7.

Si abbia per esempio una linea aerea di trasmissione costituita da 2 conduttori paralleli orizzontali, distanziati fra di loro di 1,25 m, e disposti simmetricamente rispetto a un piano verticale passante per la mezzaria della linea ferroviaria, a 4 m sopra le rotaie. Ogni conduttore consta di 2 tubi concentrici di 1 mm di spessore. Il diametro esterno del tubo interno è di 20 mm, quello del tubo esterno di 26 mm. Essi sono separati da un dielettrico dello spessore di 2 mm, di cui si supponga il potere induttore specifico eguale a 2 e la rigidità dielettrica di 400 000 volt/cm. Questi tubi (fig. 7) sono interrotti di tratto in tratto e ciascuno di essi è diviso in due tronchi di lunghezza eguale, isolati gli uni dagli altri, ma i punti di interruzione di un tubo sono ad eguale distanza di quelli dell'altro. La linea si

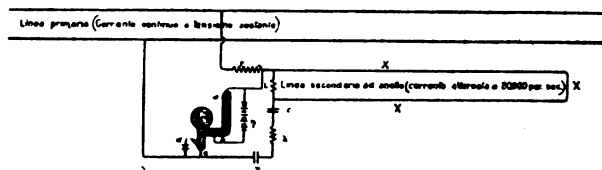


Fig. 8.

componga così di condensatori identici disposti in serie. Il suo coefficiente d'autoinduzione è di $3,751 \cdot 10^{-3}$ Henry/km. La capacità di un condensatore elementare della lunghezza di 1 chilometro sarebbe di $0,609 \cdot 10^{-6}$ farad. Affinché la linea risuoni, se percorsa da correnti a 20 000 per sec. ogni tronco deve avere la lunghezza di 47,3 m. La corrente di linea raggiungerà al massimo 100 amp. e in tal caso la tensione sopportata dal dielettrico sarà di 5542 volt, mentre quella

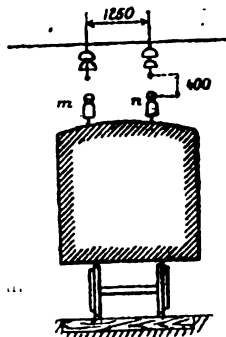


Fig. 9.

di perforazione raggiunge il valore di 80 000 volt. Infine la capacità in derivazione della linea sarà di $0,0125 \cdot 10^{-6}$ farad/km. Per compensarne gli effetti sarà necessario inserire ogni km fra i due conduttori d'andata e ritorno una bobina con un coefficiente di autoinduzione di 0,00507 henry.

La fig. 8 dà lo schema di una sottostazione di trasformazione alimentata mediante corrente continua ad alta tensione. La disposizione

adottata è in tutto simile a quella della fig. 2, nella fig. 8 però il trasformatore alimentante la rete secondaria è sostituito da un secondo risonatore L_c accordato per la frequenza di 20 000 per/sec, come il risonatore λ_1 . La linea secondaria XX da alimentarsi a corrente alternata è svolta in forma di anello e collegata ai morsetti della bobina L . Come è noto, se il risonatore L_c è alimentato da una corrente a f. e. m. efficace costante, la linea XX sarà percorsa da una corrente costante, qualunque sia la sua impedenza. Se infine la autoinduzione di quest'ultima linea è compensata, come nel nostro caso, la corrente del risonatore L_c sarà esclusivamente attiva. Mentre il circuito induttore è formato dalla linea XX , costituita come è rappresentato dalla fig. 7,

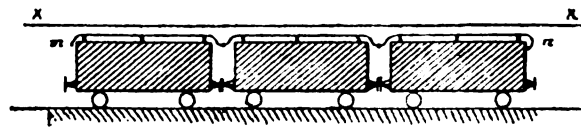


Fig. 10.

il circuito indotto installato sul tetto delle vetture (fig. 9 e 10) conterà di due tubi m e n di 10 cm di diametro e 2 mm di spessore disposti a 1,25 m l'uno dall'altro. Ogni tubo viene a trovarsi in posizione verticale rispetto a uno dei conduttori della linea, da cui dista 40 cm. I tubi di una vettura, portati da isolatori, sono collegati con raccordi a manico a quelli delle vetture seguenti e all'estremità del treno i capi delle due serie di tubi sono collegati tra di loro chiudendo in tal modo il circuito che alla testa del treno alimenta gli apparecchi di trasformazione.

Questo circuito ha un coefficiente d'induzione mutua colla linea di $458,7 \cdot 10^{-9}$ henry per ogni metro di lunghezza. Percorso da 1735 amp. determina nella linea una caduta di tensione di 100 volt, derivandone 10 kW. Il circuito deve per questo risonare e a tale scopo ogni vettura porta un condensatore inserito nel circuito stesso. Supposta la lunghezza di ogni vettura di 13 m fra i respingenti, la capacità del condensatore sarà di 1,892 microfarad; esso sopporterà una tensione efficace di 7300 volt e immagazzinerà 101 joule; la potenza disponibile sulla vettura sarà di 130 kW. Per mantenere automaticamente perfetta la risonanza del circuito in qualsiasi momento, la vettura automotrice è provvista di una bobina a autoinduzione variabile D (figura 11) inserita nel circuito del treno e composta di una bobina fissa

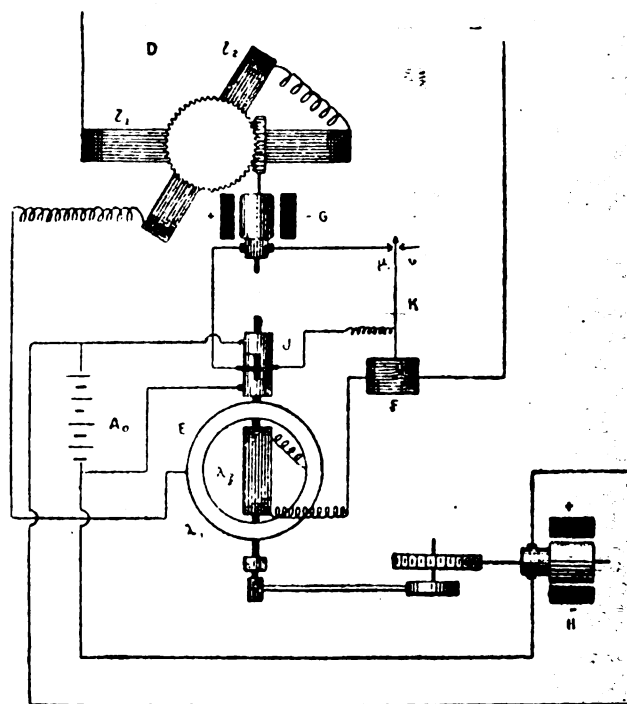


Fig. 11.

L_1 e di un'altra mobile L_2 . L'autoinduzione può venire variata da un minimo ad un massimo girando la bobina L_2 di 180° , bobina comandata a tal scopo dal motore G . Il movimento di quest'ultimo è controllato da un apparecchio comprendente una bobina ad autoinduzione variabile E , composta a sua volta da una piccola bobina fissa λ_1 e da un'altra piccola bobina mobile λ_2 che un motore H fa continuamente oscillare in un piano perpendicolarmente alla bobina λ_1 . Le bobine λ_1 e λ_2 sono connesse in serie nel circuito indotto, e così pure le bobine L_1 e L_2 e un galvanometro F , il cui ago riposa sull'asse con un leggero attrito. La bobina λ_2 oscillando varia debolmente l'autoinduzione del circuito indotto e quindi fa variare per es., l'intensità i dell'1 %. L'ago del galvanometro può spostarsi d'una piccola quantità fra due punte μ e ν . Appoggiandosi a μ , esso chiude per mezzo di un relais (non rappresentato nella figura) il circuito motore G , apren-

dolo invece se l'ago si appoggia alla punta v . Esso s'appoggerà a u se la corrente i aumenterà, e a v se essa diminuirà.

Un invertitore montato sull'asse della bobina λ_1 invia nell'indotto del motore, i cui induttori sono sempre eccitati nel medesimo modo, una corrente in un senso o nell'altro secondo l'inclinazione a sinistra o a destra della bobina λ_2 . La disposizione delle connessioni è scelta in modo che il motore faccia aumentare l'autoinduzione di D se quella di E è cresciuta e viceversa, ma esso non si muove che nel caso in cui lo spostamento della bobina λ_2 abbia determinato un aumento dell'intensità i e s'arresta appena quest'ultima cessa di crescere. In queste condizioni l'autoinduzione di D varia in modo da rendere massima l'intensità i nel circuito indotto. Se la lunghezza del treno è di Λ metri, si può disporre nelle vetture di testa di 10 Λ kW con una corrente alternata a 20 000 per/sec. alla tensione di 5,76 Λ volt. Si può limitare questa potenza a volontà disaccordando il circuito indotto delle vetture, coll'aggiunta al sistema di un'altra bobina di autoinduzione regolata dal manovratore. Le correnti ad alta frequenza saranno trasformate mediante un dispositivo del genere di quello rappresentato alla figura 4 in corrente trifase a frequenza variabile a volontà, secondo la velocità del treno, comandato quest'ultimo da motori asincroni con indotto in corto circuito, ripartiti su tutte le vetture del treno e collegati in serie, essendo la tensione di cui si può disporre proporzionale al numero delle vetture.

I vantaggi del sistema preconizzato dall'A. sarebbero, oltre all'eliminazione di contatti striscianti, i seguenti:

1) Possibilità di alimentare la linea di trasmissione (che corrisponderebbe alla linea di contatto) con corrente ad altissima tensione, mentre questa sarebbe abbassata ad un valore assai ridotto, per es., 75 volt per vettura, per l'alimentazione dei motori di trazione.

2) Impiego di apparecchi di trasformazione esclusivamente statici, salvo un commutatore che non interrompe che dei microampère e gli apparecchi di controllo costituiti solo da una bobina a autoinduzione variabile e un piccolissimo reostato per regolare la velocità del commutatore.

3) Impiego per la trazione di motori asincroni con indotto in corto circuito.

All'A. perciò questo sistema sembra essere sotto qualsiasi punto di vista assai più semplice e più economico di quelli esistenti ed egli si augura che, nonostante tutte le difficoltà per realizzare dei bulbi a 3 elettrodi di grande potenza, necessari per produrre e trasformare correnti alternate ad alta frequenza, ne venga fatta una applicazione pratica, data la grande importanza che esso può avere. e. e. s.

:: :: CRONACA :: :: ::

CONCORSI.

Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo sviluppo e l'incremento dell'industria italiana. — Un Concorso a borse di perfezionamento di L. 5000 per l'anno accademico 1923-24 in *Fisica, Chimica e loro Applicazioni tecniche* è aperto fra Dottori in chimica, chimica farmacia, fisica, agraria e Ingegneri di nazionalità italiana, laureati in Italia negli anni accademici 1920-21, 1921-22, 1922-23.

Le domande, in carta semplice, debbono pervenire al Comitato Scientifico Tecnico non più tardi del 30 settembre 1923, con questi documenti:

Certificato di cittadinanza o dichiarazione di nazionalità italiana; certificato di penalità e attestato di buona condotta di data non anteriore a tre mesi; originale o copia autentica del diploma di laurea; titoli e pubblicazioni e possibilmente un certificato del Direttore dell'Istituto o del Laboratorio, che il giovane ha frequentato durante o dopo il corso dei suoi studi, da cui si possano desumere le attitudini del concorrente al perfezionamento.

Nella domanda dovrà essere indicato il ramo di disciplina in cui il concorrente intende di perfezionarsi e l'Istituto od il Laboratorio presso il quale preferisce di fare il perfezionamento.

Una Commissione giudicherà i concorrenti sulla base dei titoli presentati: essa avrà anche facoltà di chiamare i candidati ad una prova o ad un colloquio nella disciplina per cui è chiesto il perfezionamento.

Il godimento della borsa è incompatibile col godimento contemporaneo di altre borse o assegni o con l'ufficio di aiuto, assistente o preparatore e simili negli Istituti universitari o con l'esercizio di qualunque altro impiego pubblico retribuito.

Le borse sono conferite per l'interno; però il Comitato potrà consentire, su domanda del concorrente che risultasse vincitore, che la borsa sia goduta all'estero anziché all'interno.

Il Regolamento e maggiori schiarimenti si possono avere dal Comitato Scientifico Tecnico, Milano (13) - Piazza Cavour, 4.

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

Raddrizzatore a tubi elettronici per 30 kW. — È noto che, mentre gli alternatori ad alta frequenza e gli archi Poulsen tengono ancora il primato come apparecchi trasmettenti per le grandi stazioni r. t., gli impianti a triodi fanno continui progressi e tendono ad adattarsi alla produzione di sempre maggiori potenze. Uno degli

ostacoli a questo sviluppo degli impianti a triodi consiste nella necessità di alimentare il circuito anodico con alta tensione di corrente continua, per la quale vengono di solito proposti, nel caso di potenze notevoli, aggregati di più dinamo ad alta tensione. Ma gli inconvenienti ed i pericoli di questo genere di macchine sono noti ed

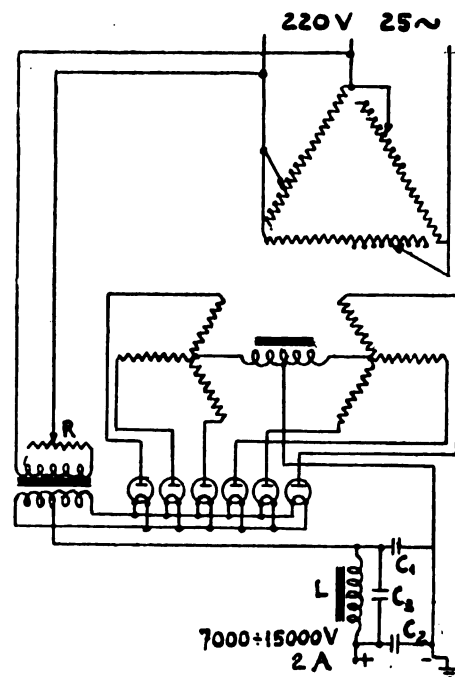


Fig. 1.

è quindi naturale che si cerchi di eliminarli estendendo anche alle grandi potenze l'uso dei raddrizzatori elettronici (diodi), largamente adottato per le piccole.

La Gen. U. El. Co. ha recentemente fornito al servizio radio della Marina degli S. U. un raddrizzatore a tubi elettronici capace di fornir

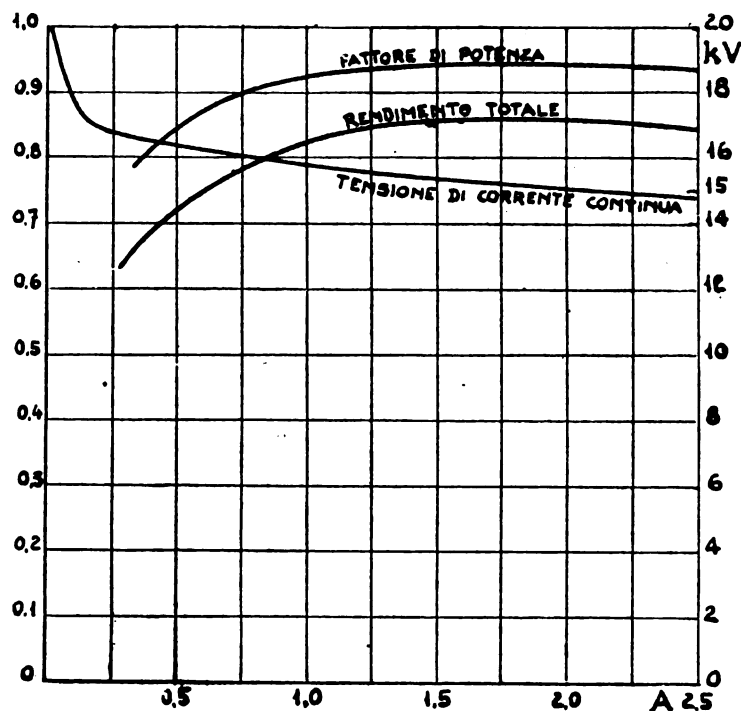


Fig. 2.

re 2 A di corrente continua sotto tensione regolabile da 7000 a 15000 V. Lo schema è rappresentato dalla fig. 1 in cui per semplicità sono indicati sei diodi, laddove in realtà essi sono 12, a due a due in parallelo. Per avere il minimo di pulsazione della f. e. m. è stato adottato il sistema esafase ed è stato inserito all'uscita un circuito filtro, il che ha permesso di ridurre quella pulsazione a circa 0,1 %. La regolazione di tensione nei limiti voluti è ottenuta mediante gli spostamenti di un inseritore trifase su 9 terne di contatti del primario del trasformatore. L'accensione dei filamenti è a 12 V. È molto importante che essa sia ben regolata, perchè un eccesso di accensione accorcia di molto la vita dei diodi ed un difetto accresce la carica spaziale e le perdite interne. Dispositivi automatici evitano che tali condizioni possano verificarsi.

Data la presenza di corrente continua nel secondario del tra-

sformatore principale questo è proporzionato per 50 kVA. mentre il primario è per 40 kVA. L'induttanza L ha il valore di 12 H ed è portata in risonanza per 150 periodi dal condensatore C_1 . La fig. 2 indica le caratteristiche dell'apparecchio quando il primario è alimentato attraverso i contatti cui corrisponde il funzionamento a 15 000 V di corrente continua.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

I disturbi atmosferici nella radiotelegrafia. — G. Maligne e J. Brun hanno recentemente pubblicato nella rivista «Radioélectricité» un ampio studio sui disturbi atmosferici che ostacolano le trasmissioni r. t. (detti anche parassiti), sulle loro origini e sulla loro eliminazione.

Secondo gli A.A. i parassiti possono classificarsi in diverse categorie: 1° parassiti dovuti a temporali, 2° parassiti locali, 3° parassiti cosmici, 4° parassiti di varia origine. La loro intensità cambia colle ore della giornata e colle stagioni; nelle medie latitudini sono più forti e più frequenti di notte che di giorno, più nell'estate che nell'inverno, ed è probabile che essi risultino di un gran numero di perturbazioni distinte, di origine diversa e di diverse lunghezze d'onda: coll'aumentar di questa il loro numero aumenta rapidamente. Fino ad oggi non si è scoperto un metodo il quale risponda con piena soddisfazione al bisogno molto sentito di eliminarli dalla ricezione r. t. e, quantunque siano grandi i progressi fatti su questa via, è giuoco forza contentarsi per ora di dispositivi che si limitano a ridurre sensibilmente gli effetti dannosi. Oltre a quelle precauzioni che fa d'uopo tener presenti in qualsiasi impianto, quali l'impiego di onde poco smorzate, di ricevitori molto sintonici, di amplificatori a risonanza, ecc., di quadri o di antenne direttrici, sono molteplici i tipi di montaggio che vengono suggeriti: combinazioni di circuiti ad alta frequenza, rivelatori montati in opposizione, sistemi a saturazione, sistemi variamente combinati (Marconi, De Groot, Dieckmann), sistemi basati sulle proprietà direttive dei quadri e dei conduttori sotterranei o sottomarini (Weagant, Taylor, ecc.). Si deve tuttavia riconoscere che nessuno di tutti codesti sistemi ha dato finora risultati veramente soddisfacenti. A. Me.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

MAURICE LEBLANC (fls). — *L'Arc électrique* - 1 vol. in 8° di 131 pag. con 71 figure. (Les Presses Universitaires de France - Paris 1922). Prezzo 10 fr.

L'A. ha condensato in una succinta monografia, apparsa ultimamente sotto gli auspici dell'Università di Parigi, tutte le idee che intorno al fenomeno dell'arco voltaico si son venute elaborando dal giorno in cui per la prima volta fu osservato dal Davy fino ad oggi, esaminandolo anche alla luce delle più moderne ipotesi sulla costituzione della materia, le quali ci danno ragione dell'emissione catodica, della disintegrazione degli atomi, della ionizzazione per urto, ecc. La monografia consta di tre capitoli il primo dei quali è dedicato alla scarica elettrica nel vuoto o in gas più o meno rarefatti, da cui si passa nei capitoli successivi all'arco propriamente detto, e poi alle sue applicazioni tecniche.

L'A. traccia anche uno studio della teoria matematica del complicato fenomeno dell'arco e coll'aiuto di alcuni artifici di calcolo riuscì a giustificare in modo abbastanza soddisfacente le ipotesi dalle quali si è partito. È condotto perciò a considerare tutti quegli altri fenomeni che precedono ed accompagnano l'arco: il campo d'innescamento causa acceleratrice iniziale del moto dei ioni, l'influenza degli urti di questi nella liberazione di nuovi ioni, la distribuzione della tensione nell'arco; le velocità dei ioni positivi e degli elettroni, le cause delle alte temperature sugli elettrodi, ecc.

Il seguito della monografia è dedicato allo studio dei diversi aspetti dell'arco ed alle sue applicazioni tecniche; all'arco in ambiente chiuso, all'arco a fiamma, all'arco a elettrodi metallici e particolarmente all'arco in vapori di mercurio, fecondo di applicazioni completamente nuove quale quella alle correnti alternate a cui un notevole contributo ha recato lo stesso A. insieme al Darmon. Nell'ultimo capitolo passa in rapida rassegna gli impieghi dell'arco come sorgente di luce, di radiazioni ultraviolette e di calore nei forni elettrici e nella saldatura, come raddrizzatore di corrente, come commutatore, interruttore, ecc., ma s'interrompe più a lungo sulla proprietà che esso ha di generare oscillazioni elettriche a frequenze elevate, in virtù della quale l'arco è oggi largamente compensato della importanza perduta nel campo degli apparecchi da illuminazione.

Nel complesso la breve monografia dell'A. possiede il pregio di un notevole equilibrio fra la parte teorica e quella pratica, sebbene la molta concisione e i frequenti e ricchi richiami bibliografici, ne facciano piuttosto un libro di consultazione utilissimo per chi è già in qualche modo a conoscenza degli argomenti trattati, che non un libro scolastico o di interesse generale. A. Me.

:: :: DOMANDE E RISPOSTE :: ::

Saranno pubblicate in questa rubrica le domande e le questioni rivolte dai lettori, che presentino un interesse generale, e, successivamente, le migliori risposte ricevute.

Indirizzare domande e risposte esclusivamente alla Redazione de L'Elettrotecnica, Via S. Paolo 10 - Milano.

Domanda N. 1.

Sul funzionamento dei trasformatori trifasi a vuoto.

La teoria può dimostrare, e l'esperienza ha confermato, che in un trasformatore trifase a nuclei nello stesso piano, collegato a stella ed alimentato a vuoto, le potenze assorbite dai singoli avvolgimenti di fase sono diverse l'una dall'altra; in determinate condizioni una delle tre può anche essere nulla o negativa.

Come si può conciliare tale risultato col fatto fisico che le perdite nel ferro sono sensibilmente uguali nei tre nuclei? F. C.

Risposta.

Il fatto prospettato non ha nulla di paradossale. Infatti, mentre è vero che le potenze assorbite dal trasformatore a vuoto sono diverse per ciascuna fase, è altresì vero che per essere eguali le tre tensioni dovranno essere eguali i flussi nei tre nuclei e quindi le perdite che da essi direttamente dipendono.

Fisicamente il fatto si spiega con uno scambio di energia fra le diverse fasi. G. S.

[A questa risposta, che di fatto si riassume tutta nell'ultima linea, si può aggiungere che innumerevoli sono nell'elettrotecnica i fatti analoghi. Solo che, in generale, anche non conoscendo la natura intima del fenomeno possiamo in qualche modo renderci conto del suo meccanismo, come, per esempio, nella prova in corto circuito di un trasformatore, quando cioè si misurano sul primario anche le perdite nel rame secondario.

Probabilmente chi pose la domanda voleva conoscere come si potesse rendersi ragione in qualche modo di questo trapasso di energia da una fase all'altra. - N. d. R.]



**Associazione
Elettrotecnica Italiana**
Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXVII RIUNIONE SOCIALE MILANO - 1°-8 Ottobre 1922

VERBALI

6ª Seduta - 5 ottobre 1922, mattina.

Presiede il Presidente Generale Comm. Ing. Ulisse Del Buono, ha le mansioni di segretario il Segretario alla Presidenza Ing. Grillo.

Presidente: Apre la seduta alle ore 9,35 e dichiara che intende portare a termine le discussioni dei temi rimanenti. Dà la parola all'Ing. Martinez, per riassumere la memoria:

35. MARTINEZ G. e SARTIT G. - *A proposito delle norme del V. D. E. per gli apparecchi elettrici di misura.* — Elettrotecnica N. 28, 5 ottobre 1922, pag. 678.

Martinez: Parla anche a nome del collega Ing. Sartit, dichiarando che lo scopo della nota presentata è quello di spronare, se possibile, la Commissione che deve stabilire le norme relative agli apparecchi di misura. Occorre rilevare come per tutti gli altri materiali si sia già fatto strada il concetto del loro razionale impiego, disciplinando i criteri che riguardano le esigenze relative alle qualità e caratteristiche e alla economia. Per gli apparecchi di misura non pare si sia ancora entrati in quest'ordine di idee, perchè in alcuni casi si domanda che essi non costino più di una data somma, o che abbiano caratteristiche un po' ad arbitrio dell'acquirente. C'è in tema di strumenti di misura una vera Babilonia.

In Germania sono per diventare definitive alcune norme redatte a cura del Verband; sarebbe bene che anche l'A. E. I. si occupasse di disciplinare la materia relativa agli strumenti di misura, aggiungendo anche nelle norme qualche disposizione che i tedeschi hanno esclusa di proposito relativa ad esempio agli ohmmetri e misuratori d'isolamento.

Le norme tedesche dividono gli strumenti in quattro classi:

- 1° Strumenti da Laboratorio.
- 2° Strumenti industriali di precisione.
- 3° Apparecchi scelti da quadro.
- 4° Apparecchi andanti da quadro.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione. - - - -

Per ciascuna di queste categorie hanno stabilito i limiti di tolleranza degli errori riscontrabili nel funzionamento degli strumenti e le tolleranze negli errori di influenza, derivanti cioè da cause esterne agli strumenti stessi. Queste possono essere di natura diversa ed avere effetto differente; ad esempio è noto l'effetto della temperatura sulle molle antagoniste, il cui effetto di deviazione tende ad aumentare, mentre l'effetto della temperatura sulle resistenze tende a dare indicazioni minori. Alle volte si hanno influenze esterne di origine non sospettata, ed a questo riguardo è citata nella memoria il caso tipico di uno strumento portatile a filo caldo influenzato da un campo magnetico vicino per la presenza di una vitarella di ferro.

E' insomma un fatto assodato che le influenze esterne agiscono talvolta sulle letture degli strumenti in modo tanto sensibile da togliere attendibilità alle indicazioni.

Il bisogno di disposizioni fisse che disciplinino la delicata materia degli apparecchi di misura è generalmente sentito e si domanda che esse siano stabilite con chiarezza a vantaggio dei fabbricanti e degli acquirenti mentre occorre tener presente la necessità che tali norme non siano meno rigorose di quelle tedesche.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Martinez per la memoria presentata e per l'esposizione fatta ed assicura che il Comitato Elettrotecnico si sta occupando di proposito della questione degli strumenti di misura.

Barbagelata: Informa che il Comitato Elettrotecnico ha predisposto un primo schema di norme per gli apparecchi di misura, ma che per il valore numerico da assegnare alle tolleranze nulla è stato ancora stabilito perchè si vuole prima conoscere il pensiero dei costruttori di apparecchi.

Campos: Per quanto non entusiasta del sistema di tutto normalizzare afferma che ritiene necessario un insieme di disposizioni riguardanti gli apparecchi di misura i quali inoltre dovrebbero sempre essere di costruzione sufficientemente accurata. Assicura che nel Comitato Elettrotecnico si terrà conto adeguato del desiderio e della raccomandazione dell'Ing. Martinez, e per suo conto vorrebbe che ci fosse una buona collaborazione fra esercenti, utenti e costruttori di apparecchi.

Presidente: E' di accordo con l'Ing. Campos sulla necessità che gli strumenti di misura siano sempre di buona qualità e accuratamente costruiti, e ritiene che tutti i colleghi siano di accordo che non si deve economizzare nell'acquisto degli apparecchi da quadro.

Dà quindi la parola all'Ing. Biagini.

36. **BIAGINI - La selezione dei circuiti a corrente alternata mediante relais a frequenza.** — Elettrotecnica N. 27, 25 settembre 1922, pag. 613.

Biagini: Nel corso di alcune esperienze su impianti generatori gli si presentò la necessità dell'intervento di una azione soccorritrice sotto determinati scarti di frequenza: dalle esperienze fatte prende lo spunto per esaminare di proposito la selezione dei circuiti utilizzatori mediante relais di frequenza.

Ritiene che i relais a frequenza si prestino molto bene per comando di quei circuiti che, per godere tariffe di favore, si assoggettano a limitazioni orarie, in sostituzione dei congegni di orologeria.

L'orologio non distingue i giorni festivi dai feriali, nè consente l'erogazione in circostanze speciali, ma frequenti, in cui il produttore dispone di energia pletrica.

Vi sono altre circostanze, come per guasti in Centrale, in cui il carico deve essere diminuito: sarebbe logico sospendere per primi quegli utenti che godono tariffe di favore e la cui lavorazione potrà non esser danneggiata dalla sospensione. Solo il relais consente questi vantaggi e mantiene l'impianto dell'abbonato sotto il controllo del produttore.

Per i motivi sfiorati e più ampiamente svolti nella Memoria presentata, ha ritenuto non inutile richiamare l'attenzione dei Colleghi sull'impiego del relais a frequenza nella diffusione della doppia tariffa.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Biagini per l'argomento esposto e pone in discussione la comunicazione da lui fatta.

Pedrin: Non conosce il relais dell'Ing. Biagini, ma vorrebbe domandare per quale scarto di frequenza l'apparecchio può essere tarato e se può incidentalmente avvenire che per uno scarto occasionale della frequenza il relais attacchi o stacchi il circuito che esso comanda.

Biagini: La sensibilità dell'apparecchio è notevole. Come prima approssimazione si potrebbe tarare per scarti del 10%. L'inconveniente accennato dall'Ing. Pedrin è stato previsto ed evitato. Infatti il selettore ad ogni manovra si predispose automaticamente alla sola manovra inversa.

Barbagelata: Fa rilevare come l'apparecchio sistema Biagini pare possa dare buoni risultati su di una rete indipendente, mentre non sembra si presti altrettanto bene alla applicazione su reti in parallelo.

Palestrino: Osserva che il relais selettivo frequenzimetrico potrà avere certamente una favorevole applicazione nei collegamenti di grandi impianti per lo scambio dell'energia da una grande rete ad un'altra, le quali pur lavorando in parallelo abbiano ciascuna le proprie centrali alimentatrici e la propria rete di distribuzione e siano collegate in un determinato punto per lo scambio della energia al fine di sfruttare nel miglior modo reciprocamente possibile le caratteristiche diverse dei rispettivi impianti.

In tali casi si potrà applicare con vantaggio un apparecchio a relais frequenzimetrico che permetterà facilmente il distacco delle due reti ogni qualvolta per un sovraccarico su una delle reti o per deficienza di energia prodotta avvenga che la rete in sovraccarico abbassi la frequenza di tutto il sistema, trascinando anche l'altra rete ad inconvenienti di servizio e conseguenti interruzioni. Un tale relais che funzionerebbe con un determinato scarto di frequenza, potrebbe così liberare

automaticamente le reti dal parallelo, lasciando libera quella delle due che non ha causato l'inconveniente, e ciò indipendentemente sempre dalle condizioni di carico rispettivo delle due reti, — cioè tanto che l'energia vada in un senso o nel senso opposto, — il che non si potrebbe certo ottenere con altri apparecchi automatici basati su variazioni amperometriche o wattmetriche.

Campos: Ritiene che scopo principale dell'Ing. Biagini sia stato quello di trovare un relais adatto per essere largamente adoperato dagli utenti di energia elettrica, in quanto che per gli usi di officina ci sono apparecchi registratori di frequenza ai quali può essere bene applicato un contatto per comando di uno scatto automatico.

Biagini: Risponde all'acuta osservazione del Prof. Barbagelata. Riconosce che nel caso di parecchie Centrali il parallelo la manovra è assai più delicata, ma non la ritiene difficile, e tanto meno impossibile. Occorre naturalmente il perfetto affiatamento fra le Centrali.

Non va dimenticato che le due manovre, di acceleramento per lo attacco, e di rallentamento per il distacco, sono di quelle alle quali il complesso generatore tende spontaneamente, onde gli elettricisti non hanno che a favorirle.

Pedrin: Ritiene anch'egli che in pratica l'apparecchio dell'Ing. Biagini non si possa applicare in tutti i casi. Può riescire pratico per eseguire manovre generali in impianti o zone servite da una Centrale propria, che si possa regolare con particolari criteri. Ma dove si abbiano collegamenti importanti di centrali in parallelo a servizio di vaste reti di impianti, allora, nella maggioranza dei casi, risulta impossibile l'accordo per la voluta variazione di frequenza e anche se ciò si potesse ottenere generalmente non si avrebbe l'accordo nei criteri di selezione delle manovre per l'orario o per molte altre ragioni di servizio. Cita il caso della vastissima rete dell'Unione Esercizi Elettrici che comprende ormai tutta la estesa regione Abruzzese e Marchigiana e che marcia in collegamento col Veneto.

Qui è praticamente impossibile pensare a realizzare un comando automatico basato su variazioni di frequenza. Gli pare poi interessante rilevare che anche là dove l'applicazione del relais selettivo Biagini fosse adottata, potrebbero per abbassamento occasionale di frequenza in seguito ad incidenti di servizio aver luogo le manovre non richieste.

Presidente: Chiusa la discussione sulla comunicazione dell'Ing. Biagini, il Presidente invita il socio Prof. Di Pirro ad esporre le sue proposte sopra la:

37. **DI PIRO: Collaborazione dei tecnici delle correnti forti e deboli nello studio della coesistenza degli impianti relativi.**

Di Pirro: Si propone di esser breve nell'esporre l'argomento che crede utile portare in discussione in seno al Congresso per l'attinenza che esso ha con le questioni tecniche trattate precedentemente.

La questione dei disturbi che si manifestano sulle linee telegrafiche e telefoniche di Stato per effetto dei fenomeni induttivi provocati dalle condutture elettriche per trasporto di energia e per trazione, fu oggetto di una sua comunicazione nel Congresso di Roma del 1920 dell'A.F.E.I. Egli, per ragioni di ufficio ha dovuto continuare ad occuparsi dei fenomeni predetti ed a misurarne gli effetti nelle diverse circostanze che gli impianti presentano, e può asserire che nei riguardi dei disturbi induttivi la causa maggiore di danni è dovuta agli impianti elettrici di trazione e, per meglio dire, all'induzione elettromagnetica da questi provocata.

Il sistema di correnti di una trazione elettrica con ritorno a terra si può immaginare come composto di due parti: l'una costituita da una corrente che passando per i fili di contatto ritorna interamente per le rotaie; l'altra costituita da una corrente che, passando sempre per i fili di contatto, anziché ritornare per le rotaie si disperde per la terra. Dal punto di vista induttivo, la corrente dispersa per la terra si può supporre convogliata in un conduttore immaginario posto ad una certa profondità della superficie terrestre: mentre l'induzione provocata dalla corrente circolante per i fili di contatto e le rotaie sarebbe in generale tollerabile, quella provocata dalla corrente circolante per i fili di contatto e il detto conduttore immaginario è causa di gravi perturbazioni, e deve ascrivarsi precisamente a questa ultima corrente la maggior somma d'influenza sui circuiti a correnti deboli.

In vicinanza di Savona sulle linee telegrafiche e telefoniche, distanti 2 Km. dall'impianto di trazione di Savona-San Giuseppe, si è riscontrata una induzione di 1 volt efficace per 100 amperè-km. efficaci. A distanze minori l'induzione è naturalmente più intensa. Così per es. sui tratti di parallelismo fra Bardonecchia e Oulx, venne riscontrata una forza e. m. indotta di 3,5 volt per 100 amperè-km., alla distanza di 74 metri e di 10 volt, sempre per amperè-km., alla distanza di 4 metri. Recentemente per una forte scarica di induzione è avvenuto un infortunio: un agente è rimasto fulminato mentre eseguiva riparazioni lungo la linea. I disturbi provocati dagli impianti di trazione permangono generalmente finchè si hanno dei treni in marcia. Tali impianti danno però luogo a disturbi transitori, dovuti a corto circuito o ad altri accidenti, che possono avere conseguenze ancora più gravi dei disturbi di carattere permanente.

Oltre agli impianti di trazione, producono forti disturbi di carattere accidentale anche le linee di trasmissione di grande potenza. Si hanno allora fortissime correnti circolanti le quali producono forze elettromotrici indotte che possono raggiungere valori di migliaia di volt, provocando danni e persino incendi negli Uffici telegrafici e telefonici.

Allorchè i neutri dei trasformatori e di arrivo sono collegati con la terra, si possono manifestare anche dei disturbi di carattere permanente di grande intensità a causa della corrente residua che si disperde per la terra. Così, per es. le linee della Società Conti tra Novara e

Domodossola, alla distanza media di m. 286 dalle linee a correnti deboli dello Stato, (lunghe tratte hanno distanze minori di 100 metri), provocano delle f. e. m. indotte permanenti di 0.4 o 0.5 volt per ampere-kilometro. La linea Bologna-Napoli, che ha il neutro a terra soltanto alla Stazione generatrice, dà luogo a disturbi di carattere transitorio sovente gravissimi.

A parte i danni alle persone ed alle cose in dipendenza dei disturbi induttivi di qualsiasi natura, è da tener presente che i disturbi di carattere permanente rendono impossibile la corrispondenza telegrafica sui circuiti telefonici, giacchè, anche quando si eseguono trasposizioni sui conduttori, rimane sempre una dissimmetria per cui il disturbo sopra uno dei fili non può neutralizzarsi con quello propagatosi sull'altro. Inoltre sui circuiti telefonici disturbati non è possibile adoperare amplificatori.

Dato questo stato di cose, sarebbe opportuno che i tecnici che si occupano delle linee e degli impianti a correnti forti si accordassero coi tecnici delle correnti deboli onde trovare di accordo il modo di ovviare ai gravi disturbi di cui si è parlato coi mezzi più razionali ed economici. È convinto che per risolvere la grave questione occorre la collaborazione dei tecnici dei due rami direttamente interessati alla soluzione del grave problema.

Quanto al modo con cui si potrebbe attuare la collaborazione auspicata ritiene converrebbe anzitutto che gli esercenti d'impianti elettrici coadiuvassero nella esecuzione di esperimenti atti ad accertare l'entità e le cause dei disturbi sulle linee telegrafiche e telefoniche. Avrebbero essi in tal guisa la possibilità di rendersi conto della gravità del problema. Si potrebbero poi, in collaborazione, raccogliere tutti i risultati sperimentali in materia e studiare le norme atte a garantire la coesistenza degli impianti a correnti forti e deboli e a disciplinare la costruzione dei nuovi impianti. Crede che l'A.E.I. potrebbe prendere l'iniziativa di questa collaborazione.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Di Pirro per l'argomento tanto interessante per l'industria elettrotecnica che ha voluto portare in discussione al Congresso, e per la proposta che egli fa all'A.E.I. di patrocinare l'accordo e l'intesa fra i tecnici delle correnti forti e quelli delle correnti deboli. Dichiarò che l'A.E.I. accetta di buon grado il compito di affrontare lo studio e la soluzione della importantissima questione. Pone in discussione la proposta di Pirro.

Semenza: Quando si parla della coesistenza degli impianti a correnti forti con quelli a correnti deboli, la mente gli corre alla similitudine Manzoniiana del vaso di terra cotta costretto a viaggiare fra i vasi di ferro. Che gli impianti elettrici industriali di trasmissione e distribuzione di energia disturbino gli impianti telegrafici e telefonici di Stato è un fatto indiscutibile, ma gli si permetta di dire anche che i disturbi provengono spesso dalla debolezza degli impianti a correnti deboli. Ritiene che se all'atto in cui si costruiscono gli impianti elettrici si prendessero opportune cautele si potrebbe avere una tranquilla coesistenza dei due tipi di trasmissione.

Poichè in seno al Congresso si trova il rappresentante ufficiale degli esercenti (ing. Civita) ed il prof. Di Pirro che impersona gli impianti di Stato, si potrebbe proporre ad essi la costituzione di un Comitato di tecnici delle due parti che studino la questione. Prendendo l'iniziativa di questa intesa, l'A. E. I. dovrebbe proporre all'A. E. I. E. e al Ministero delle Poste e Telegrafi la costituzione di una Commissione stabilita dall'Associazione Elettrotecnica Italiana la quale ultima avrebbe pieni poteri per tracciare il programma dei lavori della Commissione stessa e concretare le norme atte a disciplinare la coesistenza degli impianti.

Civita: Dichiarò di non opporsi alla nomina di una Commissione tecnica che studi la importante questione presentata dal prof. Di Pirro, la quale per altro è di carattere tecnico ed economico insieme. Di questo carattere economico fino ad ora il Ministero delle Poste e Telegrafi non si è affatto preoccupato, continuando ad emanare disposizioni relative alla costruzione delle linee industriali per osservare le quali gli esercenti hanno dovuto sopportare oneri non lievi. Ultimamente è venuta fuori la proibizione di costruire nuove linee senza previo benestare del Ministero predetto. In sostanza si pretende difendere le linee telegrafiche e telefoniche di Stato a tutto scapito degli industriali; ma questi hanno anche il diritto di sapere se le linee di Stato sono in condizioni tali da potere normalmente funzionare. Se quelle linee sono in condizioni pietose non è giusto che si attribuisca agli industriali la causa del cattivo funzionamento. Il prof. Di Pirro per difendere le linee di Stato è un nemico dichiarato delle linee ferroviarie a trazione elettrica a causa delle correnti di ritorno che producono e che disturbano i suoi impianti. Egli dunque vorrebbe giungere alla conclusione che le linee elettriche di trazione devono essere sacrificate per la tranquillità dei telefoni e dei telegrafi. Poichè fino ad ora questi sono stati i padroni della terra nel campo delle trasmissioni, ben venga la proposta di studiare radicalmente il problema della coesistenza delle linee elettriche industriali e di quelle destinate alla trasmissione del pensiero, giacchè si deve d'ora in poi partire dal concetto che al ritorno per la terra debbano rinunciare le correnti deboli non potendosi prendere l'impossibile dagli industriali e dalle Ferrovie elettrificate. Frattanto egli prega vivamente il Prof. Di Pirro di essere tollerante e paziente e di attendere l'esito degli studi della proposta Commissione prima di proporre altre angherie contro gli esercenti.

Mengarini: È la prima volta in molti anni di ammirazione e di amicizia che ha con il prof. Di Pirro che gli succeda di trovarsi d'accordo con lui; e non già sulla opportunità soltanto di venire ad un accordo tra industriali e Ministero delle Poste e Telegrafi per risolvere la questione della coesistenza delle linee. A questo riguardo deve rilevare che il prof. Di Pirro è diventato accessibile, e glielo dimostra la proposta che egli è venuto a fare al Congresso dell'A. E. I. L'ac-

cordo con lui riguarda specialmente la necessità di eliminare la messa a terra delle linee ad alto potenziale, e di questa convinzione ha dato personalmente la prova perchè in tutte le linee elettriche che ha costruito non ha messo mai il neutro a terra. Oggi il sistema si va estendendo e non in Italia soltanto; tuttavia ritiene che questa disposizione negli impianti non sia necessaria e che si debba tendere ad eliminarla per togliere così di mezzo una causa tanto grave di perturbazioni e di accidenti dispendiosi per la rete telefonica e telegrafica di Stato.

Presidente: Rileva che molti impianti in Italia ed all'estero funzionano col neutro a terra. Pensa che una proibizione assoluta di mettere il neutro a terra se fosse decisa sarebbe eccessiva e creerebbe molti imbarazzi all'esercizio degli impianti, talchè ritiene che una risoluzione come quella proposta dal Senatore Mengarini non possa accettarsi a priori e tanto meno possa esser votata in un Congresso se prima non si è accuratamente ed esaurientemente discussa.

Paestrino: Accenna ai due sistemi che si hanno per escludere negli impianti la messa a terra del neutro. La bobina di Petersen col neutro a terra non ha dato mai luogo ad inconvenienti.

Presidente: Prega nella discussione di stare all'argomento, ossia alla proposta del prof. Di Pirro di affrontare d'accordo il problema della coesistenza degli impianti a correnti forti e a correnti deboli.

Di Pirro: Ringrazia il Senatore Mengarini e gli Ingegneri Civita e Semenza per il modo con cui hanno accolto la sua proposta. Al Senatore Mengarini deve rispondere che nessuna trasformazione si è verificata in lui, avendo egli sempre cercato di armonizzare gli interessi e le esigenze della Amministrazione Telegrafica e telefonica con quelli dei costruttori ed esercenti di altri impianti elettrici.

Deve far osservare all'Ing. Civita che i disturbi prodotti sulle linee telegrafiche e telefoniche sono lamentati non soltanto in Italia, ma benanco in tutti gli altri paesi di Europa e di America ove si costruiscono le linee a correnti deboli con tutti gli accorgimenti della tecnica moderna. La manifestazione dei disturbi non è dovuta allo stato in cui si trovano le linee telegrafiche e telefoniche: ma bensì alla soverchia vicinanza degli altri impianti elettrici, il cui sviluppo non si vuole arrestare ma soltanto disciplinare.

All'Ing. Semenza vuole spiegare che egli non ha inteso di proporre la costituzione di una Commissione avente pieni poteri per lo studio della questione e la elaborazione delle norme relative. A ciò non può sottostare una Amministrazione di Stato. Egli desidera soltanto che si avvenga alla costituzione di un Comitato di tecnici appartenenti al ramo delle correnti forti ed a quello delle correnti deboli i quali studino d'accordo il problema e ne propongano i rimedi. Concreterà la proposta con un ordine del giorno da sottoporre alla approvazione dei Congressisti.

Soleri: Vuole esprimere tutto il suo compiacimento per la proposta veramente encomiabile che il prof. Di Pirro ha portato in seno al Congresso, in quanto che ritiene che con essa si faccia un grande passo verso l'eliminazione di quel grave inconveniente lamentato da tutti gli esercenti, quello di subire norme emanate per parte del Ministero delle Poste e Telegrafi. Augura che al più presto la Commissione tecnica venga costituita e inizi il suo lavoro per potere concretare in breve tempo le norme che sono desiderate per la coesistenza degli impianti.

Vismara: Si associa al collega Soleri rallegrandosi vivamente che uno dei risultati più tangibili del presente Congresso sia rappresentato da un inizio di accordo per la sistemazione del problema delle linee elettriche industriali e di quelle dello Stato.

Presidente: Dopo il concorde parere di autorevoli colleghi che si dimostrano favorevoli alla proposta Di Pirro, ritiene sia il caso di concludere la discussione, concretando la proposta di collaborazione in un ordine del giorno che l'iniziativa della discussione vorrà compilare. È lieto di vedere che il lungo dibattito fra i tecnici delle correnti forti e quelli delle correnti deboli si avvii ad una proposta pratica, proprio nell'ambiente dell'A.E.I. sempre sereno e al di sopra di ogni interesse particolare. Non dubita che, data la buona volontà di conciliazione dimostrata dalle parti, si verrà ad una soluzione equa e razionale del problema, e intanto ringrazia il prof. Di Pirro per essere venuto incontro agli esercenti con spirito elevato di conciliazione.

Di Pirro: Legge il suo ordine del giorno definitivo che sottopone all'approvazione dei congressisti:

«Il Congresso dell'A. E. I. riconosce la opportunità che si addivenga in seno ad essa alla nomina di un Comitato con l'incarico di studiare e formulare norme e raccomandazioni intese a rendere possibile la coesistenza degli impianti telegrafici e telefonici e degli altri impianti elettrici e raccomanda agli esercenti gli impianti elettrici ed agli organi tecnici delle correnti deboli dello Stato di collaborare all'accertamento dei disturbi prodotti sui circuiti telegrafici e telefonici». — f.to DI PIRO.

Presidente: Invita i colleghi a pronunciarsi in merito al testo dell'ordine del giorno. Esso viene approvato all'unanimità.

Il Presidente: Dichiarò che essendo esaurite le discussioni riguardanti i temi presentati dai colleghi, si chiudono con questa seduta i lavori del Congresso. Esprime il suo compiacimento per il modo con cui le discussioni sono procedute, per il largo contributo che ad esse hanno portato i soci intervenuti e per il risultato veramente soddisfacente che il complesso dei lavori ha dato. Si augura che nei futuri congressi le discussioni diventino sempre più importanti più vaste e per questo raccomanda ai colleghi che presentino in tempo le loro comunicazioni, in modo che si possano pubblicare tutte prima di portarle in discussione. Con un cordiale saluto ai congressisti egli prega che tutti intervengano all'Assemblea generale del pomeriggio.

La seduta è tolta con un caldo applauso al Presidente.

* *

VERBALE DELL'ASSEMBLEA DELL'A. E. I.

5 ottobre 1922 - Pomeriggio.

Ordine del giorno:

- 1° Relazione della Presidenza;
- 2° Approvazione Bilanci: Consuntivo 1921 - Assestamento 1922 - Preventivo 1923;
- 3° Nomina dell'Ing. Angelo Bianchi a Socio Benemerito.

Presiede il Presidente Generale Comm. Ing. Ulisse Del Buono. — Funziona da Segretario il Segretario Generale Ing. Comboni.

Il *Presidente* dichiara aperta la seduta alle 14,40 e dà la parola all'Ing. Civita.

Civita: Propone che prima di svolgere l'ordine del giorno si inizi subito la discussione su di una comunicazione importantissima presentata stampata e distribuita d'urgenza ai Colleghi dall'Ing. E. Vismara, dato che alcuni colleghi non potranno rimanere fino al termine della seduta dovendo partire con i primi treni della sera.

Il *Presidente* accetta la proposta e l'Assemblea approva che l'ordine del giorno sia svolto dopo, quindi ha la parola l'Ing. E. Vismara. per riassumere la memoria:

La politica dei lavori pubblici nell'attuale situazione economica del Paese

Egli si è deciso all'ultima ora a presentare questa comunicazione il cui argomento esorbita dal campo dell'elettrotecnica, ma che pure deve essere discusso dai Congressisti perchè gli impianti elettrici sono intimamente legati alla vita industriale del Paese.

Malgrado la crisi finanziaria generale nessun Governo può disinteressarsi delle opere pubbliche, per le quali anche il nostro Governo ha stanziato 4 miliardi, somma in gran parte fuori del bilancio del dicastero competente. Il risultato di questo vistoso stanziamento non è stato corrispondente alle aspettative, sia per il crescere continuo dei costi delle opere, sia per i criterii usati nella preferenza dei lavori da finanziare.

L'errata destinazione dei fondi per finanziare le opere pubbliche deriva dalla mancanza di organi di studio adeguati e di collegamento fra i diversi uffici del Ministero dei Lavori Pubblici, onde s'impone oggi una riforma radicale di questi.

Ai diversi organismi incaricati della scelta delle opere da eseguire dovrebbero collaborare le rappresentanze delle forze vitali del Paese nelle varie competenze e per le varie regioni.

Si dovrebbero evitare i lavori di convenienza non assolutamente certa ed i lavori così detti elettorali. Si dovrebbero poi evitare le lungaggini burocratiche *industrializzando* la burocrazia. Accenna a questo riguardo all'opera svolta dal Collega Ing. Marchesi per gli impianti dei servizi telefonici e telegrafici della Conferenza di Genova.

Inoltre è necessario rendere indipendente per quanto è possibile dall'ambiente politico il programma delle opere pubbliche, onde non succeda sempre come per il programma degli impianti della Sila che deciso dal Ministero Giolitti si trascina ancora attraverso i successivi Ministeri per le modalità burocratiche inerenti all'applicazione della legge.

Questo per quanto riguarda lo studio dei programmi delle opere pubbliche. — Quanto alla parte finanziaria, potendosi avere disponibilità ridotte malgrado la crisi, si potrà estendere il sistema dei pagamenti rateali con rimborsi ai concessionari a mezzo di annualità.

Sintetizza nel seguente ordine del giorno che presenta all'Assemblea i concetti esposti nella sua comunicazione:

« Il Congresso dell'AEI nella sua riunione dell'Ottobre 1922, fa voti perchè nell'attuale crisi finanziaria che attraversa il Paese, la politica dei lavori pubblici e di quelle opere che per la loro importanza possono venire considerate quali lavori pubblici, venga disciplinata con criterii molto rigorosi, i quali assicurino l'esecuzione di opere che presentino il carattere di maggiore utilità economica e di reddito più immediato. Consta come per spendere bene le scarse disponibilità del bilancio occorre:

a) Modificare coraggiosamente gli organismi che disciplinano questi lavori, rendendoli più rispondenti alle esigenze della tecnica moderna e alla necessità imprescindibile del momento di evitare lungaggini burocratiche, sovrapposizioni di competenze ecc. inconvenienti che si riducono ad uno sperpero di energie e di danaro; in una parola, *industrializzare* la burocrazia dei Lavori Pubblici.

b) Concentrare maggiormente i corpi tecnici Direttivi e consultivi dei Ministeri perchè, assistiti da quanto rappresenta le forze vive del Paese e nelle diverse competenze e per le diverse regioni, coordinino un piano organico di lavori da eseguire, dato che la maggior parte delle opere pubbliche, concepite secondo la tecnica moderna, hanno una intima connessione tecnica ed economica.

« Per quanto riguarda la finanza fa voti che, oltre ad attuare le economie realizzabili sul bilancio dei lavori Pubblici ed a limitare le disponibilità finanziarie esistenti alle sole opere che contribuiscano all'incremento della ricchezza nazionale, il Governo studi tutti quei provvedimenti che possano facilitare alle imprese assuntrici di opere di interesse pubblico (ivi comprese le grandi derivazioni idroelettriche) il finanziamento occorrente, ciò specialmente con la destinazione dei residui esistenti e col rendere possibile l'intervento del capitale estero,

anche accordando il promesso esonero dalle tasse sui redditi degli interessi sui prestiti ottenuti dall'estero.

« Esprime il desiderio che quelle provvidenze che furono già studiate ed indicate agli Enti governativi per favorire l'ingresso del capitale estero a beneficio delle industrie italiane siano prontamente approvate.

« Dà mandato alla Presidenza di studiare, di accordo con i competenti, proposte concrete per un nuovo ordinamento dei lavori pubblici per dare a questo organismo una maggiore semplicità, minore dispendio e renderlo propulsore della ricostruzione della economia nazionale ».

Presidente: Ringrazia l'Ing. Vismara per la interessantissima comunicazione presentata all'Assemblea ed apre la discussione dando la parola al Senatore Conti:

Senatore Conti: Il problema è stato prospettato sotto due punti di vista: quello generale relativo alla preferenza che si deve dare all'assegno di fondi per quelle opere pubbliche che possono portare un immediato beneficio all'industria nazionale e agli effetti della ricchezza; l'altro che tocca più direttamente gli elettrotecnici e cioè la destinazione di fondi per la costruzione di nuovi impianti elettrici. — Sul primo punto non si può non consentire perchè tutti convengono nella necessità di riformare l'ordinamento del dicastero dei lavori Pubblici. Però un'associazione come l'A.E.I. non deve occuparsi di un problema puramente politico, essa deve cercare di arrivare a conclusioni più pratiche.

Essa potrebbe farsi iniziatrice di un vero programma di ordinamento dei lavori pubblici con la finalità di far dare la precedenza a quelle opere pubbliche che maggiormente affidano sull'immediati vantaggi pratici ed economici: tale iniziativa l'A.E.I., con l'autorità di cui gode e facendosi aiutare da qualche provetto finanziere, potrebbe portare a compimento. Fino ad ora ogni nuovo Ministro che prende la guida del Dicastero dei Lavori Pubblici ha elaborato un programma; ma il risultato pratico è stato che non si è fatto mai nulla di concreto; e intanto il Paese tende alla rovina. — Per fortuna esso, — considerato come ente economico, — segue una linea completamente opposta a quella politica.

Certo l'Italia dovrà avere un'altra crisi perchè ha forze nuove nazionali che crescono rigogliose ed il peso dei bilanci statali che si dovranno coraggiosamente sfondare porteranno alla creazione di un Governo forte.

Tutti sappiamo che il governo difetta di tecnici e speriamo che il rinnovamento avvenga presto e che i tecnici contribuiscano largamente ad esso.

Occorre dunque predisporre questo lavoro in attesa di quel qualsiasi Ministero forte che valga ad attuare un programma pratico e razionale. La conclusione è che si deve fare all'ordine del giorno Vismara un'aggiunta che consenta alla Presidenza e al Consiglio Direttivo dell'A.E.I. la possibilità di avviare questo studio, avvalendosi della esperienza dei Colleghi e di qualche finanziere da chiamare in collaborazione. Naturalmente se il Sodalizio dovesse avvalersi di forze estranee queste dovrebbero essere compensate.

Nella comunicazione Vismara c'è un secondo punto che tocca più direttamente gli elettrotecnici, ossia la messa in valore del patrimonio delle forze idrauliche per sviluppare l'industria elettrica. — La crisi di questa industria è crisi di mezzi finanziari, essa fiorirà quando sarà sparita la penuria di mezzi.

Lo Stato ha assorbito moltissime economie nazionali o attraverso alle tasse o facilitando il collocamento dei buoni del tesoro e le ha sottratte alla produzione consumandole per pagare la burocrazia e i servizi industriali da lui eserciti in perdita. Si tratta di vedere ora dove le Imprese Elettriche potrebbero attingere i capitali occorrenti a costruire i nuovi impianti. — Evidentemente o lo Stato deve restituire quello che ha preso o bisogna ottenere capitali dall'estero. Bisogna dunque chiedere assegnamento di fondi al Ministero dei Lavori Pubblici per la costruzione di impianti idroelettrici perchè questi costituiscono una industria produttiva di benessere per l'economia nazionale.

Sappiamo che ai prezzi d'oggi vi sono molti impianti idraulici che possono dare a 30 o 40 centesimi il chilowatt-ora. Per ogni chilowatt-ora messo a disposizione dello Stato questo in un anno può risparmiare, anche con carbone a 200 lire, venti centesimi circa. Occorre perciò domandare al Paese uno sforzo finanziario per mettere in grado l'industria elettrica di procurare un notevole risparmio alla economia nazionale, risparmio che contribuirebbe largamente a ricostruire in 10 o poco più anni la nostra ricchezza. La tesi di dedicare ai nuovi impianti elettrici le eventuali disponibilità finanziarie del Ministero dei Lavori Pubblici va patrocinata strenuamente, e nello stesso tempo occorre favorire l'avvento dei capitali esteri che potranno essere in seguito e poco per volta restituiti.

Alcuni giornali criticano questa tendenza degli industriali e affermano che il dollaro e la sterlina si impadronirebbero dell'industria nazionale. E' noto però che le trattative avviate con l'estero per avere capitale da impiegare in nuovi impianti elettrici s'impostavano su tre capitali principali:

- a) nessuna ingerenza azionaria;
- b) nessuna partecipazione diretta ai consigli di amministrazione e quindi esclusione di ogni controllo sulla gestione delle aziende;
- c) nessun nobbligo di acquisto di materiali all'estero.

Finalmente c'era un'ultima condizione vantaggiosa; quella di concedere un periodo molto lungo per l'ammortamento onde consentire una restituzione sicura dei capitali.

Queste condizioni erano state completamente accettate dai finan-

ziatori i quali si rifiutavano solo di sottostare all'onere delle tasse per questo prestito. Si era svolta un'azione opportuna presso il governo onde esonerare l'operazione dagli oneri del fiscalismo e già il Ministero si decideva alla concessione quando le vicende politiche sopravvenute mandarono a monte ogni trattativa.

La Presidenza dovrebbe preoccuparsi di mettere in luce questo fatto e svolgere opera attiva presso le competenti Autorità onde abolire il fiscalismo ostacolante l'avvento del capitale estero e facilitare in ogni modo l'avvento di questo per l'industria elettrotecnica nazionale.

Bellincioni: Esprime il suo compiacimento all'Ing. Vismara per avere portato in Assemblea un argomento di tanta importanza. Ha sostenuto sempre che per fare una buona politica dei lavori pubblici occorre che questi siano completamente sottratti ad ogni influenza politica.

Il pubblico quasi sempre è ignaro di questi problemi, la stampa non se ne occupa ed i giornali dedicano facilmente tre o quattro colonne al congresso socialista o popolare e solo poche righe ai congressi tecnici.

Questi ultimi devono ormai uscire dal campo delle disquisizioni teoriche per discutere problemi tecnici di pubblico interesse e la convenienza di patrocinare presso il Governo l'esecuzione di quelle opere che più convengono ai fini del miglioramento dell'economia nazionale sottraendo queste decisioni al criterio e all'influenza di questo o quel rappresentante di partito.

Alla chiusura di questo congresso dell'A.E.I. fa voti che nelle future riunioni siano messe in programma discussioni relative a questi temi a fianco agli argomenti tecnici; ritiene poi che non basti approvare soltanto un ordine del giorno per l'argomento proposto dal Vismara, sapendosi da tutti quali risultati pratici portino gli ordini del giorno dei congressi.

Bisogna proporsi di svolgere un'azione vera e propria e vedere se non sia il caso di unire in fascio le forze dell'A.E.I. con quelle della Società Nazionale degli Ingegneri.

Luraschi: Non è d'accordo col collega Bellincioni sulla opportunità di fare la critica della burocrazia dello Stato italiano in un congresso di tecnici in cui, se vengono in discussione argomenti che presentano anche aspetti politici, devono essere opportunamente affrontati per arrivare a conclusioni concrete.

Considerato il reggimento della vita pubblica italiana bisogna soltanto procurare di trovare la via che porti alla realizzazione di quanto interessa gli elettrotecnici. Parlamento e Senato potranno essere due forti punti di appoggio per l'azione che si deve svolgere.

E' d'accordo sui punti di vista svolti dal Senatore Conti, ma è dubbio che si possa riuscire a sburocratizzare l'ambiente del Dicastero dei Lavori Pubblici. Auspica l'avvento di un parlamento tecnico.

Pedrini: In linea di massima è d'accordo con gli oratori precedenti, vuole solo aggiungere la raccomandazione che l'azione che l'A.E.I. sarà per svolgere onde realizzare in tema di lavori pubblici lo scopo che si propone, sia iniziata e perseguita senza indugi. — L'industria elettrica ha bisogno urgente di essere aiutata.

Bertotti: si associa all'ordine del giorno Vismara integrato però dall'aggiunta suggerita dal Senatore Conti, la quale tende a far uscire dal campo dei puri voti platonici per entrare nel campo positivo dello studio delle riforme urgenti. Trova quindi indispensabile che l'A.E.I. studi tali riforme nel campo dei servizi tecnici statali aventi attinenza coll'elettrotecnica, onde i provvedimenti legislativi da emanarsi dai poteri centrali siano ispirati sempre ai deliberati dei consessi della più alta ed indiscussa competenza tecnica.

Conti: La miglior cosa è di agire presso il Ministero dei Lavori Pubblici, presentando proposte concrete studiate da tecnici specialisti. — Non si può tendere neppure a riforme radicali nel suddetto Ministero soltanto, mentre si studia la riforma complessiva di tutta la burocrazia governativa.

Civita: Senza ripetere quanto è stato già detto con molta competenza, rileva come si tenda a fare delle economie abolendo tutte le sovvenzioni senza distinguere quelle utili da quelle inutili. Bisogna stare attenti a questa tendenza che scaturisce evidente dagli articoli che si pubblicano e dai discorsi ufficiali che si fanno.

E' stabilito che il Governo debba corrispondere un premio di L. 40 per ogni nuovo cavallo installato, ma fino ad ora nessuno ha visto corrispondere un soldo.

Il voto che oggi l'Assemblea dell'A.E.I. formula è sacrosanto, ma non bisogna fermarsi al voto; occorre che tutte le sezioni del sodalizio rafforzino l'opera della Presidenza Generale e continuino attivamente a svolgere attiva propaganda nei loro centri di azione in favore della politica idroelettrica.

Vismara: Legge l'ordine del giorno completo con l'aggiunta del Senatore Conti.

De Rossi: Vorrebbe che si facesse cenno nell'ordine del giorno anche del risparmio privato.

Conti: E' del parere che l'ordine del giorno non debba subire alterazioni né aggiunte.

Presidente: pone in votazione l'ordine del giorno che è approvato per acclamazione.

Rivolge poi preghiera ai Soci perchè presentino in tempo le relazioni da portare in discussione. Intanto anche quelle presentate ieri sono state sollecitamente stampate.

Prima di riprendere la discussione dell'ordine del giorno dell'Assemblea, dà la parola al Prof. Francesco Grassi della Commissione Vol-
tiana:

Comunicazione Grassi.

Grassi: Per incarico e a nome della Commissione Reale per la pubblicazione delle opere di Alessandro Volta della quale è Membro, si prega presentare ai Congressisti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana l'omaggio del primo volume pubblicato delle opere di Alessandro Volta ed esprimere i sentimenti ed i voti della Commissione Reale.

Presidente: L'A.E.I. è onorata dell'omaggio e dei sentimenti di cui il Prof. Grassi è latore e che giungono graditissimi ai Congressisti. Il pregevole volume sarà degnamente onorato nella Biblioteca dell'A.E.I. che esprime alla Commissione Reale ed al latore i più vivi ringraziamenti.

Terminate le comunicazioni si riprende la discussione sull'ordine del giorno.

10. Comunicazioni della Presidenza.

Il Presidente espone rapidamente il lavoro svolto dall'A.E.I. (vedi verbale adunanza del Consiglio).

Rivolge un saluto ed un ringraziamento ai Presidenti delle Sezioni per i lavori svolti e l'attività spiegata da queste nel decorso anno; ringrazia il Prof. Lombardi e l'Ing. Civita per le memorie pregevoli da essi presentate come Presidenti delle Commissioni da essi presiedute.

Prega l'Ing. Civita di riassumere brevemente la memoria riguardante l'Agricoltura che tratta una questione molto importante per l'Associazione.

Civita: Scopo della relazione è stato di prospettare nei suoi vari aspetti il problema delle applicazioni elettriche all'agricoltura. Essa comincia dal far conoscere quanto sino ad oggi si è fatto all'estero dove il problema ha avuto vaste ed utili soluzioni. Anche da noi in Italia si è fatto molto, più di quanto si potesse supporre, ma queste applicazioni elettro-agricole sono scarse nell'Italia Meridionale. — Nella campagna romana si hanno circa 100 chilometri di linee elettriche per servizio agricolo che contribuiscono anche a migliorare le condizioni igieniche dei coloni: e altrettanto nel Bolognese.

L'importanza assunta dalla diffusione della elettricità nelle campagne porta a dover parlare del problema tecnico-economico. — Bisogna rilevare innanzi tutto che, condizione essenziale per guadagnare all'elettricità il campo agricolo, è la conoscenza delle questioni tecnico-rurali che oggi sono affrontate con un empirismo che danneggia l'impresa.

La Francia ha creato un corpo del genio rurale costituito da funzionari che studiano tutto quello che costituisce materia di gestione di aziende agricole. In Italia bisogna rimediare a questa deficienza.

Vi son poi altre questioni importanti; come ad esempio quella legislativa che interessa nella soluzione diversi ministeri; quella dei criteri per la ubicazione delle linee di trasmissione e per il loro armamento. Occorre provvedere a riunire e valorizzare in una qualsiasi organizzazione tutte le competenze e le attitudini singole nel campo della agricoltura; e questi sono compiti che potrebbero essere assolti dalla A. E. I. e dall'Associazione Esercenti Imprese Elettriche.

Bisogna poi pensare agli enti sotto-distributori di energia, perchè per penetrare nelle aziende agricole le Società elettriche produttrici di energia hanno bisogno di un tale ausilio. Va ricordato l'Impresa D'Ascam a Roma che ha creato una cooperativa di agricoltori elettricisti. Una sapiente organizzazione nella distribuzione dell'energia consente un utile conveniente all'ente distributore ed anche l'Azienda elettrica municipale fornitrice trova un buon tornaconto perchè ricava 20 centesimi da ogni kw-ora venduto.

E necessario anche uno studio speciale per l'organizzazione di questi sistemi e contratti di fornitura, per i materiali e le norme degli impianti e questi sono tutti argomenti di cui è bene si occupi la nostra Associazione. Bisogna avere di mira in questi studi anche la riduzione massima dell'impiego del personale; occorre agire d'intesa con altre organizzazioni che si occupano del problema agricolo, conciliare gli interessi vari e creare gli enti adatti all'attuazione dei programmi.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Civita per l'interessantissima comunicazione assicurando che la Presidenza prende a cuore le conclusioni a cui egli è pervenuto riservandosi di decidere in merito all'azione da svolgere.

Silva: Come membro della Commissione presieduta dall'Ing. Civita vuole aggiungere alcune cifre alle considerazioni generali esposte dal collega. Nella relazione presentata è dimostrato che il fabbisogno di capitali per attuare tutto il piano elettro-agricolo in Italia sarebbe di 300 milioni di lire, ed una disponibilità di 400 mila kW. di cui 200 mila riservati all'Alta Italia e 200 mila per tutto il rimanente della penisola. Il kW-anno verrebbe a costare dalle 100 alle 150 lire; adottando il ciclo completo si potrebbe avere una utilizzazione di 3000 ore all'anno. Il maggior costo del kW-ora sarebbe di 3 centesimi soltanto e con una utilizzazione annua di sole 2000 ore il maggior costo sarebbe di 5 centesimi per kW-ora.

Civita: Ringrazia l'Ing. Silva per avere completato la sua esposizione e aggiunge ancora che occorre rilevare specialmente l'importanza che l'elettificazione delle campagne ha per l'irrigazione con sollevamento d'acqua dalle falde freatiche si potranno raggiungere risultati meravigliosi.

Presidente: Ringrazia ancora gli oratori, ed assicura che l'Associazione Elettrotecnica si occuperà di proposito della irrigazione eseguita con mezzi elettrici. Essa collaborerà volentieri allo studio di tutti i problemi aventi attinenza con l'elettrotecnica.

Buffa: L'assemblea voglia permettergli di rivolgere un mesto pensiero alle vittime del terribile disastro della polveriera di Falconara, distrutta dall'immane scoppio provocato da scariche atmosferiche. Si sa a Spezia che le autorità governative hanno intenzione di procedere subito ad uno studio tecnico per la protezione delle polveriere contro simili pericoli e presenta un ordine del giorno con cui esprime il voto che l'A.E.I. sia chiamata dalle autorità suddette a collaborare, officiando qualcuno dei suoi soci di provata competenza a prendere parte attiva ai lavori della Commissione che sarà nominata dal Governo.

Presidente: Si associa a nome dell'Assemblea all'espressione di cordoglio per le vittime della terribile catastrofe e prende subito in considerazione la proposta dell'ing. Buffa.

Si stabilisce d'invviare il seguente telegramma ai Sindaci di Spezia e di Lerici nel cui testo viene trasformato l'ordine del giorno proposto: «L'Assemblea Generale dell'A.E.I. riunita in Milano, mentre invia l'espressione del proprio cordoglio alle città di Spezia e di Lerici colpite dal disastroso scoppio della polveriera di Falconara, scoppio dovuto a scariche atmosferiche, fa voti perchè i Ministeri della Guerra e della Marina, d'accordo con l'A.E.I., provvedano a far studiare da elettrotecnici di provata competenza il problema della protezione delle polveriere e dei depositi di materie infiammabili dalle scariche atmosferiche. — Presidente Generale: *Del Buono*».

Presidente: Prende impegno di trasmettere ai Ministri della Guerra e della Marina comunicazione di questo voto formulato dall'assemblea.

Continuando lo svolgimento dell'ordine del giorno dell'Assemblea il Presidente crede d'interpretare il pensiero di tutti i colleghi mandando un commosso saluto alla memoria dei Soci defunti ingg. Saldini, Stasano e Utili, dei quali ricorda l'attività operosa e le doti elette d'ingegno e di cuore.

In seguito alle dimissioni presentate per motivi di salute dall'ingegnere A. Bianchi, benemerito Segretario Generale dell'A.E.I., il Consiglio ha dovuto con rincrescimento accettarle ed ha prescelto per sostituirlo l'ing. G. Comboni, il quale dedica già da oltre un anno la sua attività con grande zelo alla nostra Associazione, dando prova della più grande capacità ed attaccamento al sodalizio. Invita quindi l'Assemblea a convalidarne la nomina fatta dal Consiglio.

L'assemblea tributa un voto di plauso all'ing. Bianchi acclamandolo calorosamente e approva per acclamazione la nomina dell'ingegnere Comboni a Segretario Generale.

Presidente: Anche il Segretario alla Presidenza ing. Mortara ha presentato le dimissioni per motivi personali ed è stato investito delle stesse funzioni l'ing. Grillo.

L'assemblea approva per acclamazione.

Luraschi: Riferendosi al diagramma dei soci presentato dalla Presidenza, che indica il magnifico sviluppo dell'A.E.I., rileva come il migliore organo di propaganda e di diffusione del Sodalizio sia l'*Elettrotecnica* e formula un voto di plauso per i redattori.

Esprime a nome dei colleghi un cordiale ringraziamento all'ingegnere Semenza, Presidente della Sezione di Milano, ed ai suoi validi collaboratori che, superando difficoltà di ogni genere, hanno saputo organizzare così bene ogni cosa e contribuire alla riuscita del Congresso.

Brando: Porta nell'Assemblea il saluto degli ingegneri elettrotecnici italiani che risiedono nel Belgio ed in altre nazioni estere. Fra essi l'*Elettrotecnica* è molto diffusa, e mediante tale organo ufficiale del sodalizio egli ed i colleghi procurano di fare opera attiva di propaganda. Sarebbe pertanto opportuno che alcuni articoli fossero tradotti in francese per agevolare tale propaganda.

Buffa: A nome dei colleghi dell'Assemblea vuole rivolgere un cordiale saluto ed un plauso speciale all'egregio Presidente comm. Del Buono per la ottima organizzazione tecnica e turistica del Congresso. Tale plauso va esteso anche a tutti i membri della Presidenza.

Presidente: Ringrazia vivamente l'ing. Buffa ed i Colleghi tutti per le cortesie espressioni ed è ben lieto che tutti siano rimasti soddisfatti come lui dei risultati del Congresso.

2. — Approvazione dei Bilanci: Consuntivo 1921 - Assestamento 1922 - Preventivo 1923.

Il Presidente presenta e dà lettura del bilancio consuntivo del 1921, di assestamento del 1922 e preventivo 1923. Nessuno domanda la parola su questo argomento ed i tre bilanci sono approvati per acclamazione.

3. — Nomina dell'Ing. Bianchi a Socio Benemerito.

Il Presidente presenta all'assemblea la proposta della Presidenza e del Consiglio che l'ex Segretario Generale dell'Associazione ing. Angelo Bianchi sia nominato Segretario onorario dell'A.E.I. e Socio benemerito.

Una lunga e cordiale ovazione accoglie e ratifica questa proposta.

Il Presidente rivolge quindi un cordiale saluto a tutti i Congressisti ringraziandoli per essere intervenuti così numerosi all'invito della Presidenza rendendo in tal modo importanti e proficui lavori che si sono svolti. Esorta tutti a continuare nell'opera di propaganda e di sviluppo dell'A.E.I. e dichiara chiusi i lavori del XXVII Congresso.

Il Segretario Generale
G. COMBONI

Il Presidente Generale
U. DEL BUONO

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

Ciclo di conversazioni sulla continuità e regolarità di esercizio degli impianti elettrici.

Verbale della 6ª Seduta - 20 aprile 1923.

Semenza è lieto di riprendere le conversazioni sugli argomenti tanto importanti per la nostra industria elettrica alla presenza del Presidente Generale e di molti soci di altre Sezioni convenuti a Milano in occasione della riunione del Consiglio dell'A. E. I. Nelle precedenti discussioni, parlando degli inconvenienti che colpiscono gli impianti si è rilevato la gravità di quelli dati dagli interruttori. L'ing. Vannotti si è offerto di fare delle comunicazioni su questo argomento, e ciò è stato accettato con vivo piacere per l'importanza dell'argomento stesso.

Dà quindi senz'altro la parola all'ing. Vannotti che legge la propria comunicazione⁽¹⁾ riccamente corredata da proiezioni.

La comunicazione è vivamente applaudita ed in seguito **Semenza** invita i colleghi che desiderassero spiegazioni a richiederle all'oratore. Non domandando la parola nessuno, egli chiede all'ing. Vannotti notizie sui passanti ad altissima tensione usati negli interruttori descritti.

Vannotti informa che questi passanti sono stati studiati in modo che le singole parti fossero uniformemente sollecitate, e che si sono usati materiali di uguale costante dielettrica. Anche la forma dei passanti venne studiata in modo che il campo elettrostatico risultasse uniforme.

Semenza data l'ora tarda, rimanda ad un'altra sera la discussione sugli ultimi argomenti che rimangono da trattare, come ad esempio l'impiego delle impedenze. Prima di chiudere segnala la presenza tra i soci del socio americano Cudebec, conoscitore profondo degli impianti d'oltre Oceano, e gli invia un saluto a nome della Sezione.

L'ing. Venturini della Soc. Miner. Elett. del Valdarno scrive da Firenze ricordando in merito alla revisione periodica dell'isolamento delle linee, l'apparecchio da lui ideato e descritto nell'*Elettrotecnica* del 25 aprile N. 12 e ricordato pure nel vol VIII N. 33 del 5 dicembre 1921 e che egli usa con grande successo da alcuni anni.

*

Verbale della 7ª Seduta - 27 aprile 1923.

Presiede il vice-presidente **Norsa** il quale dà comunicazione di una lettera pervenuta dalla Presidenza Generale circa la riunione annuale. Tra gli argomenti di grande importanza che in detta riunione verranno discussi, giova segnalare le applicazioni dell'elettricità alla agricoltura. Legge, in proposito, l'ordine del giorno votato dalla Sezione di Bologna, al quale fa seguire l'elenco dei temi che verranno trattati nel prossimo congresso. Prosegue avvertendo che la discussione di questa sera doveva impennarsi nella sua prima parte sulla comunicazione fatta nell'ultima riunione dall'ing. Vannotti. Quest'ultimo però non ha potuto essere presente, e quindi conviene rimandare detta discussione.

Dà la parola all'ing. Campos che legge la prima parte di una sua nota⁽¹⁾, illustrata da proiezioni, sull'impiego delle reattanze. Chiudendo la sua comunicazione, Campos invita i colleghi a contribuire colla loro esperienza personale sia di esercenti che di costruttori a risolvere questo importante problema ed in particolare pone il quesito: qual'è il valore massimo della corrente e la durata di tempo per la quale tale valore massimo può essere sopportato da una data macchina? Per poter calcolare ed applicare razionalmente le reattanze è indispensabile conoscere questi valori.

Norsa osserva che la discussione della comunicazione Campos e la risposta alla domanda da lui formulata esigono una certa preparazione. Prega quindi l'oratore di lasciare il manoscritto alla sede della sezione a disposizione dei colleghi che desiderassero consultarlo durante la settimana per partecipare alla discussione della prossima riunione, nella quale la trattazione dell'argomento verrà proseguita.

Nello studio della costruzione e dell'impiego delle reattanze occorre tener presente trattarsi di organi destinati ad aumentare la sicurezza dell'impianto, onde le reattanze devono essere dimensionate in guisa da escludere la possibilità che da esse, anche solo per accidente, abbiano a provenire disturbi. In America, dove l'impiego delle reattanze risale ormai a più di dieci anni fa, ci si preoccupa particolarmente di questo punto e alcuni dettagli costruttivi danno ancora adito a discussioni. Quanto all'impiego, alcuni tecnici americani sembrano temere che le reattanze sui generatori o sui feeders di collegamento fra centrali possano talora render meno sicuro il funzionamento in parallelo delle varie parti dell'impianto; altri invece non condividono tale timore.

Per il dimensionamento delle reattanze è di sommo interesse cono-

⁽¹⁾ Il testo della comunicazione sarà pubblicato a parte nel giornale.

scere, come l'Ing. Campos ha rilevato, l'intensità massima della corrente che determinati macchinari o determinate condutture possono sopportare durante il corto circuito. Invita i presenti che fossero in grado di fornire indicazioni al riguardo a prendere la parola.

Emanueli per quanto riguarda i cavi non potrebbe fornire sul momento che informazioni qualitative di poco interesse; si riserva di portare dati più esatti per la ventura seduta.

Dalla Verde crede che potrà interessare molto anche i colleghi l'aver notizie sull'influenza esercitata dalle bobine di reattanza sulla marcia in parallelo e prega di trattare quest'argomento.

Norsa nota che su questo particolare argomento dell'influenza delle reattanze sulla marcia in parallelo è probabile non vi siano ancora da noi molti dati, in quanto non gli consta se in nostre centrali di una certa importanza siano già state installate delle reattanze protettive sui generatori. Invece anche da noi si tende ormai correntemente ad aumentare le reattanze dei trasformatori. Quando si tratta di lunghe condutture, nelle quali la regolazione della tensione richiede o consiglia l'impiego di motori sincroni all'estremo ricevitore, il sommarsi delle forti reattanze dei trasformatori elevatori e abbassatori alla reattanza della linea non preoccupa nemmeno nei riguardi della regolazione, anzi con una forte reattanza totale la macchina sincrona adibita al servizio di regolazione della tensione può venir ancor meglio utilizzata.

Dalla Verde dice che le Acciaierie e Ferrerie Lombarde hanno fatto costruire delle reattanze per ovviare a guasti che si producevano ogni qualvolta scattavano gli automatici dei forni. Al momento dell'apertura facilmente l'interruttore (che era del tipo a cassa unica) andava distrutto; ciò si è evitato installando interruttori a casse separate e buoni risultati si sperano anche dalle reattanze.

Manfredi dice di aver avuto dei buoni risultati ponendo reattanze sulle derivazioni di linee secondarie dalle sbarre di centrali a monte dell'interruttore.

Norsa richiama l'attenzione sull'importanza che ha anche lo studio della posizione in cui le reattanze vanno inserite nello schema generale della centrale o della rete. L'impiego delle reattanze nelle sbarre presenta una certa analogia con quello degli interruttori di sezionamento delle sbarre, il cui impiego fu studiato anni fa dall'Ing. Semenza. La reattanza può sostituire in certo modo l'interruttore nelle sbarre, o anche ne può diventare un complemento se, p. es., viene disposta in parallelo ad un interruttore di sezionamento.

Manfredi riferendosi all'invito fatto dall'Ing. Campos è d'opinione che circa il valore massimo e la durata dei corto circuiti sopportabili senza danno dal macchinario siano più in grado di dare notizie esatte i costruttori che non gli esercenti imprese elettriche.

Celotti, come costruttore ritiene invece che l'esercente possa meglio rispondere a tali questioni, perchè impiega le macchine nelle condizioni reali di funzionamento e può quindi raccogliere maggior copia di dati sperimentali. Il costruttore viene a conoscenza dei difetti verificatisi nell'esercizio solo quando essi hanno dato luogo a inconvenienti di una certa gravità. Può fare dei calcoli sulle sue macchine, ma non conoscendo a priori il comportamento dell'isolante non può arrivare a conclusioni esatte. In realtà è l'esercente che viene a conoscere a fondo le condizioni di servizio per pratica esperienza.

Norsa rileva come lo stato di incertezza della questione sia una conseguenza della grande difficoltà del problema, specialmente dal punto di vista quantitativo. Si tratta di esperienze grandiose e ben difficili a fare.

Conferma sia ai costruttori che agli esercenti l'invito a portare nella prossima riunione quei dati che nel frattempo avessero modo di raccogliere.

Dalla Verde osserva ai costruttori che lo studio del comportamento delle macchine durante i corto circuiti permanenti deve essere possibile.

Celotti, dice che il calcolo di riscaldamento è sempre possibile a farsi, non si può però valutare il danno che realmente verranno a subire gli isolanti per effetto del riscaldamento stesso.

Manfredi crede che in genere, il fenomeno più pericoloso sia quello meccanico e che contro di questo appunto siano efficaci le reattanze.

Norsa osserva che se il fenomeno meccanico è generalmente il più importante, anche quello termico va però tenuto presente, soprattutto per le piccole condutture e il piccolissimo macchinario (trasformatori di corrente). Prega poi l'Ing. Campos di voler brevemente rispondere ai colleghi che hanno interloquito.

Campos chiede ai presenti essenzialmente quale sia il valore che devono presentare le reattanze per limitare i fenomeni producentesi nei primi istanti di corto circuito, al fine di evitare gli sfasciamenti meccanici delle macchine, e di permettere il funzionamento dei relais tendenti a separare le parti guaste.

Le reattanze si impiegano appunto per permettere alle macchine di sopportare il più a lungo possibile i corto circuiti; bisogna però conoscere quale sia il valore di quella massima durata ammissibile. Su questo argomento è stato pubblicato un lavoro del Vedovelli in uno degli ultimi numeri della Revue Générale de l'Electricité; ma in esso vi sono alcuni dati che gli sembrano discutibili. Ad esempio per i cavi è ammessa una durata di corto circuito tale che non può dare una sovrarelevazione di temperatura maggiore di 5° anche ammettendo nulli i disperdimenti.

Norsa non chiedendo nessun altro la parola rimanda il proseguimento della discussione alla riunione prossima e toglie la seduta.

Gita sociale in Valcamonica.

Visita agli impianti della Soc. Gen. Elettrica dell'Adamello.

Nei giorni 16 e 17 Giugno i Soci della Sezione di Milano assieme ai colleghi dell'A.N.I.A.I. di Brescia effettuarono una gita in Valcamonica per visitare gli impianti idroelettrici della S.G.E.A.; gli stabilimenti metallurgici della Società Franchi-Gregorini e la Centrale della Società Elettrica-Bresciana.

La comitiva di circa 150 persone, fra le quali la nota gentile era portata da una decina di Signore e Signorine, si riunì a Brescia sabato a mezzogiorno e di qui proseguì per Edolo con un treno speciale della Società Nazionale di Ferrovie e Tramvie.

A Forno d'Allione, in una breve fermata, i colleghi scesero a visitare le ferriere e la centrale elettrica della Società Franchi-Gregorini di Brescia, accolti con squisita cortesia dalla Direzione e dai tecnici della Società. Destò vivo interesse l'impianto grandioso dei forni elettrici e venne ammirato lo spettacolo imponente di alcune colate di ghisa e d'acciaio.

Chiuse la manifestazione un sontuoso rinfresco offerto con molta larghezza dalla Società.

Da Edolo la comitiva proseguì in automobile per Ponte di Legno dove trovò alloggio all'Albergo Grande, aperto gentilmente per l'occasione, ed all'Albergo Tonale.

Il tempo, che s'era mantenuto grigio e piovoso per tutta la giornata del sabato, volle riserbare per la mattina di domenica la lieta sorpresa di uno splendido sole, così che il quadro bellissimo della conca verde circondata dai monti gloriosi della nostra guerra, bianchi per una recente nevicata, si presentò in tutta la sua magnificenza entro la cornice di purissimo azzurro.

Rasserenati gli spiriti nell'ammirazione delle bellezze della natura, domenica mattina la comitiva mosse con rinnovata lena verso il lago d'Avio, sul massiccio dell'Adamello a circa 1900 metri di altitudine dove la G.E.A. ha in costruzione opere grandiose di sbarramento e di presa per l'utilizzazione delle acque di quel bacino.

Il direttore della Società Ing. Carcano ed il direttore degli Impianti Ing. Bettinelli, coadiuvati dagli Ingegneri e dai tecnici della Società, erano ad accogliere i colleghi e furono guide sapienti e cortesi nell'illustrare le varie parti dell'impianto che si armonizzano nel piano generale di sfruttamento della zona.

Visitati i lavori e rifocillati da un provvido spuntino predisposto con molta larghezza presso il Cantiere della Società, i gitanti vollero al ritorno, ridiscendendo in fondo valle, alla centrale di Temù.

Qui la visita interessantissima continuò attorno al macchinario ed alle apparecchiature a 120.000 volt che costituiranno l'arredamento della centrale e che sono in parte già montate così che una prima sezione, ultimata, è in funzione in via provvisoria a 70.000 V.

Terminata la visita i colleghi si riunirono al banchetto offerto dalla G.E.A. fatto servire con signorile ospitalità in un capannone della Centrale. Allo spumante il Segretario della Sezione dà lettura di un telegramma dell'Ing. Semenza, Presidente della Sezione, in cui manifesta la sua contrarietà per non aver potuto partecipare alla gita ed esprime alla Società dell'Adamello la sua compiacenza per l'interessantissima gita ed i ringraziamenti per l'accoglienza larga, cordiale e gentile. Segue l'Ing. Roncaldier il quale con felice ed arguta improvvisazione si fece interprete presso la G.E.A. dei sentimenti di ammirazione e di gratitudine di tutti i colleghi. L'Ing. Locatelli aggiunse parole di plauso esaltando lo spirito di cordialità e di cameratismo così vivo nella famiglia dell'A.E.I. e che costituisce una delle sympathetiche caratteristiche di queste manifestazioni. A tutti risponde l'Ing. Carcano, a nome della G.E.A., dicendosi lieto di ospitare i numerosi colleghi e di aver potuto mostrare a loro i lavori della sua Società, perchè dall'interessamento e dai consensi dei colleghi traggono il dirigente motivo di soddisfazione ed incitamento a perseverare nell'arduo cammino. Infine l'On. Andreis, invitato a gran voce, chiude la serie brillante degli oratori esaltando l'alto spirito di collaborazione che anima gli elettrotecnici e le imprese elettriche ed auspicando che esso, che già ha stabilito legami regionali ed interregionali, possa giungere presto a realizzare una grande collaborazione nel campo elettrotecnico nazionale.

Alle 15 la colonna delle automobili riporta la comitiva ad Edolo dove attende il treno speciale per Brescia.

Nel viaggio di ritorno una fermata a Cedegolo permette di visitare la centrale della Società Elettrica Bresciana e la Centrale della G.E.A. In quest'ultima una particolarità del maggior interesse era rappresentata dai tronchi di tubazione della condotta forzata danneggiati dal recente attentato vandalico, i quali, prontamente sostituiti, si trovavano depositati nel cortile della centrale. Anche i dirigenti della S.E.B. vollero lasciare nei presenti un più dolce ricordo della visita facendo trovare un ricco rinfresco imbandito in centrale.

A Brescia la comitiva si sciolse ed il grosso fece ritorno a Milano in serata.

* *

L'Associazione Elettrotecnica Cecoslovacca (Elektrotechnický Svaz Československý) terrà il suo V° Congresso Annuale a Pilsen dal 29 Giugno corr. al 4 Luglio.

L'interessante programma contempla la discussione di Comunicazioni su varie questioni tecniche e visite a stabilimenti importanti. La nostra Associazione è stata invitata a partecipare ai lavori ed ha provveduto ad essere rappresentata al detto Congresso.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Prove sulle valvole triodiche per r. t.

In attesa che la nomenclatura dei tubi elettronici si unifichi e si definisca una buona volta, gli studi relativi al loro funzionamento, si svolgono e si moltiplicano. Ma, come in tanti altri campi, gli studi veramente utili, quelli che non si limitano a più o meno «eleganti» esercitazioni o variazioni, ma cercano di fornire elementi sempre più sicuri e concreti alla tecnica applicativa, sono assai rari. L'uso dei triodi si diffonde sempre più; le forme e i tipi degli apparecchi di telegrafia e telefonia con fili e senza fili, di elettrotecnica, di acustica, ecc., in cui i triodi sono usati trionfalmente, divengono sempre più numerosi; sulla produzione e sul commercio dei triodi si imperniano affari e interessi sempre più importanti. L'esperienza delle altre industrie ci dice che tutto ciò richiede una «standardizzazione» (o «normalizzazione» che dir si voglia) degli apparecchi usati. E in questo caso si vede facilmente che la normalizzazione è eccezionalmente necessaria, perchè il triodo, a malgrado dei progressi compiuti, ha sempre, in grazia dell'invecchiamento del suo catodo incandescente e di altre cause che ne insidiano la durata, una vita senza confronto più corta di quella delle altre parti dell'apparecchiatura su cui è destinato a funzionare. Ne segue che un ricevitore r. t., un generatore di oscillazioni, un amplificatore, ecc., debbono permettere la facile sostituzione dei triodi avariati, ed i nuovi venuti debbono adempiere esattamente alle stesse funzioni che sostenevano i loro predecessori. Si comprende quindi come la intercambiabilità dei triodi, ossia la uniformità delle loro caratteristiche sia una condizione «sine qua non» per la costruzione di apparecchi semplici, sicuri e non dipendenti da delicate regolazioni.

Per giungere alla intercambiabilità dei triodi e per fare un confronto razionale e concludente fra tipi diversi, occorre innanzi tutto fissare quali elementi convenga scegliere come atti a caratterizzarne veramente il funzionamento nelle varie condizioni di impiego, e occorre altresì concretare i metodi di misura da applicare per il rilievo di quei dati caratteristici. È questo anche l'unico mezzo per giungere alla definizione di condizioni di collaudo per i triodi, le quali se pure potranno in un primo tempo sembrare non molto desiderabili a qualche costruttore, non potranno non riuscire di stimolo all'industria e di qualche aiuto al commercio e quindi anche alla diffusione dei nuovi e preziosi tubi elettronici.

Il problema della definizione delle caratteristiche e dei modi di rilevarle è tutt'altro che semplice e non si può dire davvero risolto in maniera definitiva. Come in tutti i rami della tecnica, si va innanzi anche qui attraverso affinamenti e perfezionamenti successivi i quali si giovano non meno delle conquiste scientifiche che dei progressi pratici. E un buon passo innanzi ci sembra abbia fatto fare alla questione il Comandante VICEDOMINI, il quale, prendendo le mosse dal proposito in apparenza modesto, ma realmente utile, di dettare le norme di collaudo per i triodi riceventi che la R. Marina costruisce nei suoi laboratori o acquista dall'industria privata, ha raccolto metodicamente una somma molto considerevole di dati sperimentali ed ha cercato di coordinarla in modo sistematico, così da ricavarne norme e indicazioni di carattere generale.

Questo studio, (col quale siamo lieti di poter iniziare la serie dei lavori destinati al prossimo Congresso) si può considerare come una continuazione di quelle prove comparative sugli audion che il collega Vallauri pubblicò nelle nostre colonne sei anni or sono, proviene dal medesimo Istituto Radiotelegrafico di Livorno e non pretende davvero di aver dato fondo all'argomento. Chè anzi esso mette in rilievo sia le incertezze che ancora sussistono circa la scelta, la

definizione e la misura di alcuni elementi caratteristici, sia il grado ancora assai modesto di uniformità su cui si può contare, e che oggi sarebbe vano voler migliorare di un colpo con norme di collaudo troppo severe. Esse non avrebbero invero altro effetto che di accrescere esageratamente gli scarti ed elevare in maniera affatto sproporzionata il costo dei triodi.

Ma è certo che col tempo si potranno simultaneamente raggiungere una più soddisfacente uniformità dei triodi di egual tipo ed una maggiore semplicità e speditezza delle prove di collaudo, le quali, è da augurarsi, si rivolgano anche per i tubi elettronici (che sono pur sempre veri e propri convertitori di energia elettrica) verso i concetti che presiedono ormai indiscussi al collaudo delle macchine elettriche.

È lecito infatti prevedere che in avvenire il collaudo dei tubi comprenderà le solite prove di riscaldamento, di rendimento, di sovraccarico, di cadute di tensione, ecc., di cui l'elettrotecnica universalmente si giova.

La teoria dei «quanti».

Non sono certo ignote a molti dei nostri Colleghi le vicende subite dalla singolare teoria dei «quanti» di Planck, la quale, nata come una specie di artificio analitico per evitare alcune grosse difficoltà presentate dalla teoria dell'emissione di energia raggiante, e ricevuta una interessante interpretazione per mezzo del 3° principio di Nernst, della Termodinamica, ha visto a poco a poco crescere la propria importanza per le applicazioni che ve ne sono state fatte nei campi più diversi — nella teoria dei calori specifici dei corpi come in quella della microstruttura delle righe spettrali — rivelandosi, specie in questi ultimi anni, di una fecondità estrema e sempre più capace di chiarire le nostre idee intorno al comportamento di quel corpuscolo che è il fondamento di tutta la elettrofisica moderna, vogliamo dire l'elettrone. Questo giornale, tuttavia, non aveva mai pubblicato in proposito niente di un po' organico e sistematico. Ripariamo adesso alla lacuna, con una limpida monografia del Dr. E. PERSICO, il quale ha tenuto conto anche dei lavori più recenti che sull'argomento sono stati fatti.

Per il Congresso di Venezia.

Alla comunicazione del Comm. Vicedomini, di cui è iniziata la pubblicazione, seguirà nei prossimi numeri una nota dell'Ing. Becchini sui piometri elettrici. Sono intanto annunziate, sempre per il congresso di Venezia, comunicazioni dei consoci Monti, Giandotti, Gola, Sarbi, del Valle, Revessi, ecc., ecc. e ci auguriamo di poterle pubblicare al più presto il testo.

LA REDAZIONE.

Elenco dei Fabbricanti in Italia di macchinario e materiale elettrico

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3ª edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di Commercio, Consolati, ecc. E' quindi interesse di tutte le Ditte Costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale - Via S. Paolo, 10 - Milano (3).

PROVE COMPARATIVE SU TRIODI PER APPARATI RICEVENTI R. T. □ □ □

FEDERICO VICEDOMINI



Comunicazione per la XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.

I. Generalità — II. Elementi caratteristici dei triodi riceventi — III. Metodi di misura — IV. Grado di uniformità dei triodi — V. Indice di vuoto — VI. Influenza degli elementi geometrici della griglia — VII. Influenza della temperatura del filamento — VIII. Vari tipi di triodi riceventi — IX. Sommario — Appendice: Norme provvisorie di collaudo per triodi riceventi.

I. — GENERALITÀ. — Di fronte al continuo e sempre crescente sviluppo raggiunto dalle applicazioni dei tubi elettronici a tre elettrodi o triodi, non poteva mancare una larga produzione di studi scientifici e tecnici su codesti interessanti apparecchi. Ricerche di elettrofisica teorica hanno permesso di allargare le nostre conoscenze sul complicato meccanismo dell'emissione elettronica e delle azioni elettrostatiche ed elettromagnetiche, che si svolgono nell'interno dei triodi; studi di fisica matematica hanno permesso di analizzare il comportamento dei triodi, nei loro rapporti con innumerevoli varietà di schemi elettrici: lavori sperimentali hanno messo in rilievo le proprietà di questa o quella specie sempre più perfetta di triodi. Ma, sia per una previsione sempre più accurata ed esatta del funzionamento degli apparecchi, che utilizzano i triodi, sia per il progetto razionale di questi apparecchi, occorre sopra tutto poter conoscere con precisione le caratteristiche medie dei triodi stessi.

Su questo si innesta immediatamente un altro problema, relativo al grado di uniformità dei triodi di uno stesso tipo e di uno stesso costruttore, poichè è evidente che quanto maggiore sarà questa uniformità, cioè quanto più sicura la conoscenza a priori delle caratteristiche, tanto più esatta sarà la previsione del funzionamento di tutto l'apparecchio, più accurato il suo progetto e più indipendente il suo comportamento dalla sostituzione di nuovi triodi a quelli, che man mano vanno fuori servizio. E al problema dell'uniformità dei triodi si ricollega ancora intimamente quello delle condizioni di collaudo, che sono tuttora in parte mal definite con danno evidente sia dei costruttori, sia degli utenti, sia infine del progresso della tecnica.

Alle questioni ora accennate non sembra si possa rispondere se non in seguito a pazienti ricerche sperimentali, di carattere statistico, estese cioè a interi lotti o almeno a campioni opportunamente scelti da varie e numerose forniture. Ricerche comparative di questo genere non sono state fatte, o meglio, di esse, se pure sono state eseguite, non sono stati messi a disposizione del mondo tecnico i risultati. Una serie di « Prove comparative sugli audion » fu pubblicata dal Vallauri⁽¹⁾ nella sua attività di pioniere in questo campo, quando appena cominciava ad affermarsi la diffusione dei triodi nella tecnica r. t. Cogliendo l'occasione di una nuova ed abbondante serie di prove, eseguite per formulare le norme di collaudo applicabili ai triodi di ricezione in uso nella R. Marina, è sembrato opportuno pubblicare il seguente studio, che si riattacca a quelle prime prove del Vallauri, e le sviluppa corrispondentemente ai progressi compiuti nei sei anni da allora trascorsi.

II. — ELEMENTI CARATTERISTICI DEI TRIODI RICEVENTI. — Nella grande varietà di tipi di triodi riceventi attualmente in commercio, e che, attraverso i dati forniti dal costruttore, si differenziano principalmente per i valori di tensione anodica e di tensione e corrente di accensione da impiegare, gli elementi principali, che sembra possano essere assunti a caratterizzare effettivamente ciascun tipo e che si sono presi particolarmente in esame nello studio sperimentale, sono i seguenti:

1) il flusso termoionico totale I_s , che, entro i limiti di accensione prescritti dal costruttore, può essere emesso dal catodo. Tale flusso è funzione, secondo la nota relazione del Langmuir, della temperatura assunta dal filamento, ed è in relazione quindi con la potenza spesa per l'accensione del filamento stesso. Tale potenza è espressa, per triodi che usano corrente di accensione continua, dal prodotto $V_{ac} \cdot I_{ac}$, o dall'altro RI_{ac}^2 , ove R è la resistenza del filamento a caldo e V_{ac} , I_{ac} rispettivamente la tensione e la corrente di accensione. Della potenza di accensione solo una parte

è spesa per produrre l'emissione termoionica, mentre il resto è dissipato per irradiazione e per conduzione nell'interno del bulbo. La resistenza a freddo del filamento, la tensione e la corrente di accensione non sono quindi elementi, che si prestino senz'altro a definire l'emissione termoionica di un triodo. Un elemento, che potrebbe assumersi come indice di temperatura del filamento, e quindi come indice dell'emissione termoionica, sarebbe il valore τ della differenza fra la resistenza a caldo e quella a freddo del filamento riferita alla resistenza a freddo: rapporto il quale esprime quindi l'incremento relativo, che la resistenza del filamento subisce per effetto dell'elevata temperatura da esso assunta. Si deve ad ogni modo osservare che, anche se la resistenza dei supporti del filamento e delle altre parti, che non si riscaldano sensibilmente per effetto dell'accensione, è trascurabile, pur tuttavia il coefficiente τ rappresenta solo un indice del sopraelevamento medio di temperatura del filamento, mentre le differenze di temperatura da punto a punto di esso dipendono da molte altre cause e principalmente dalla vicinanza dei supporti e quindi anche dalla lunghezza del filamento.

2) La corrente anodica I_a , che si ha nel triodo alla tensione anodica ordinaria di funzionamento V_a e alla tensione di griglia V_c , per la quale tale corrente raggiunge il suo valore massimo.

3) La corrente di griglia I_c corrispondente.

4) Il grado di vuoto, in dipendenza del quale il triodo si può considerare come sede di emissione termoionica pura, ovvero di fenomeni a cui partecipa in misura più o meno sensibile la ionizzazione per urto.

5) La pendenza $g_v = \frac{\partial I_a}{\partial V_a}$ delle caratteristiche statiche del triodo, da cui dipende la sua attitudine a funzionare come amplificatore e come generatore di oscillazioni persistenti.

6) il coefficiente di amplificazione interna $\nu = \frac{\partial V_a}{\partial V_c}$, il quale dà la misura relativa degli effetti apportati sulla corrente anodica dalle variazioni nella tensione di griglia in confronto con quelli dovuti alle variazioni nella tensione anodica.

7) La conduttanza $g = \frac{\partial I_a}{\partial V_a}$ dello spazio compreso fra anodo e filamento, il cui valore reciproco misura la resistenza interna del triodo, elemento assai importante per il progetto degli amplificatori.

8) Il rendimento oscillatorio del triodo funzionante come generatore in determinate condizioni, ossia il rapporto fra la potenza oscillatoria sviluppata dal triodo e la potenza continua ad esso fornita $\eta = \frac{R I_o^2}{V_a I_a}$: espressione nella quale R è la resistenza totale del circuito oscillatorio, ed I_o il valore efficace della più intensa corrente oscillatoria, che si raggiunge realizzando il più favorevole accoppiamento fra i circuiti anodico e di griglia.

III. — METODI DI MISURA. — Per determinare gli elementi caratteristici dei triodi sottoposti ad esame si sono eseguiti due distinti ordini di prove: le une statiche, le altre dinamiche.

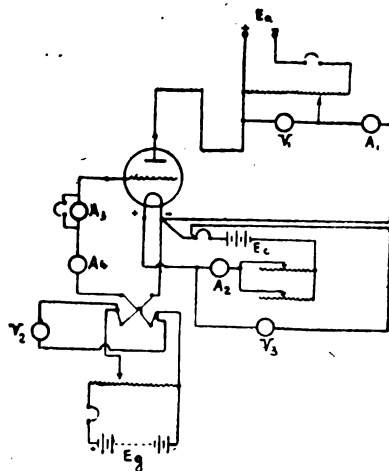


Fig. 1.

Lo schema usato per il rilievo delle caratteristiche statiche è derivato da quello illustrato dal Vallauri nella pubblicazione citata. Esso risulta dalla fig. 1, in cui:

E_a è la batteria di accumulatori, destinata a fornire la tensione anodica, regolabile con un potenziometro.

E_g è la batteria di griglia, con potenziometro e invertitore.

E_c è la batteria di accensione, per mezzo della quale si applica al filamento una tensione finemente regolabile con un sistema di due reostati in parallelo.

⁽¹⁾ L'Elettrotecnica, 25 giugno-5 luglio 1917, N. 18-19. Vol. IV, pag. 335 e 350 e Pubblicazione N. 3 dell'Istituto E. e R. T. della R. Marina.

V_1 , un voltmetro Weston con scala fino a 150 V, per misurare la tensione anodica.

V_2, V_3 , due voltmetri Paul con scala fino a 120 graduazioni e moltiplicatori 0,2, 0,1, 1, per misurare la tensione di griglia e di accensione.

A_1, A_2 , due milliamperometri Paul con scala fino a 120 graduazioni e moltiplicatori 0,2, 0,1, 1, per misurare la corrente anodica e di accensione.

A_3 , un galvanometro Siemens con zero al centro e 75 divisioni per parte, della sensibilità di $3 \cdot 10^{-7}$ A, per misurare le correnti di griglia.

A_4 , un microamperometro Paul con scala fino a 120 graduazioni, e moltiplicatori 1, 10, 100, come sopra.

Come si rileva dallo schema, sia il circuito anodico, sia il circuito di griglia fanno capo all'estremo negativo del filamento, rispetto al quale sono quindi misurate la tensione anodica e la tensione di griglia.

Dando alla tensione anodica ad es. tre valori diversi successivi, e facendo variare la tensione di griglia fra limiti opportuni, positivi e negativi, è possibile determinare i valori corrispondenti della corrente anodica e di griglia e tracciare per punti le caratteristiche statiche di un triodo. Da queste si possono dedurre elementi per giudicare del grado di vuoto, come sarà detto in appresso, e ricavare i valori della pendenza, del coefficiente di amplificazione interna e della conduttanza interna del triodo.

La pendenza delle caratteristiche g_v varia in generale da punto a punto delle curve $I_a = f(V_c)$: ma tali curve nella loro parte centrale presentano un ampio tratto rettilineo, a pendenza approssimativamente costante. Come pendenza di un dato sistema di caratteristiche statiche assumeremo la media dei valori delle tangenti alle caratteristiche, tracciate per tre diverse tensioni anodiche, nel punto in cui la corrente anodica ha un valore pari alla metà della corrente di saturazione.

Per la determinazione del coefficiente di amplificazione interna ν basta applicare l'equazione del Vallauri, riferita alle sole parti variabili degli elementi in giuoco:

$$i_a = a v_c + b v_a$$

che si può anche scrivere

$$i_a = b \left(\frac{a}{b} v_c + v_a \right) = g' (\nu v_c + v_a)$$

Tracciata la parallela all'asse delle V_c per il punto definito da una corrente anodica pari alla metà della corrente di saturazione, e applicando ad esempio la relazione precedente alle due curve esterne, si ha:

$$g' (\nu v_c + v_a) = g' (\nu v_c' + v_a')$$

da cui:

$$\nu = \frac{v_a' - v_a}{v_c - v_c'}$$

Dal rapporto fra g e ν si ricava immediatamente il terzo elemento g .

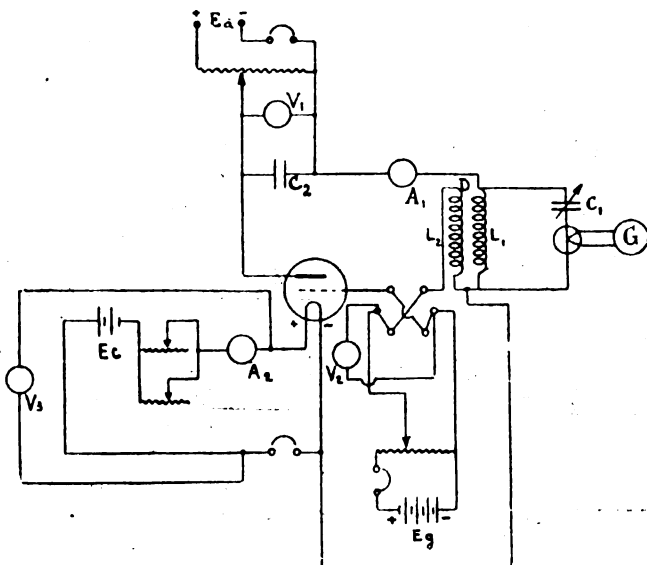


Fig. 2.

Lo stesso schema, con leggere varianti, si presta pure alla determinazione del flusso elettronico totale emesso dal catodo, in una determinata condizione di accensione, e al rilievo delle caratteristi-

che del triodo, funzionante come valvola a due elettrodi (diodo): basta a tal uopo collegare fra loro l'anodo e la griglia ed escludere l'intero circuito di griglia. Scambiando inoltre ai serrafili del triodo gli attacchi del circuito anodico con quelli del circuito di griglia, lo schema suddetto è atto a rilevare altri elementi relativi al grado di vuoto, esistente nel bulbo, come sarà detto in appresso.

Per l'esecuzione di prove dinamiche, che valgano a confrontare l'attitudine dei vari tipi di triodi a funzionare come amplificatori, si è scelto lo schema di triodo generatore con accoppiamento induttivo, indicato in fig. 2, e nel quale i simboli:

E_a, E_c, E_g conservano lo stesso significato dello schema precedente; A_1, A_2, V_1, V_2, V_3 indicano gli stessi strumenti, per quello elencati; G è un galvanometro Paul di sensibilità circa 1×10^{-6} A, collo zero all'inizio della scala e 120 divisioni, in sistema con una coppia termoelettrica Paul di sensibilità opportuna.

Come dispositivo di accoppiamento fra circuito anodico e di griglia si è usato un variometro D tipo I.E.R.T., costituito da due avvolgimenti piatti, ciascuno dell'induttanza di $2567 \mu H$, di cui uno L_1 in serie col circuito anodico, l'altro L_2 in serie col circuito di griglia, suscettibile di un movimento di rotazione rispetto al precedente, così da poter realizzare coefficienti di mutua induzione negativi compresi fra $2302 \mu H$ e zero. Il circuito oscillatorio, usato per le prove, comprende un'induttanza L di $2567 \mu H$ ed una capacità C_1 di $0,00567 \mu F$, cosicchè la sua frequenza naturale è di 41 700 p. s. cui corrisponde una lunghezza d'onda di circa 7200 m. La resistenza efficace di questo circuito a tale frequenza, misurata col metodo di confronto con una resistenza campione, è risultata di $\Omega 35,4$. Sul potenziometro della tensione anodica è stato derivato un condensatore C_2 della capacità di $1 \mu F$ per fornire alla componente variabile di corrente anodica una via di piccola impedenza: e si è conservata la possibilità di variare e anche invertire la tensione di griglia per portare il triodo a funzionare in un punto determinato della caratteristica.

Valendosi di uno schema di questo genere, è possibile determinare il rendimento oscillatorio e confrontare l'attitudine oscillatoria di ciascun triodo, in base alla corrente oscillatoria massima ed al grado di accoppiamento necessario.

IV. — GRADO DI UNIFORMITÀ DEI TRIODI. — La prima questione, che si è presa in esame, è il grado di uniformità, che presentano in confronto fra di loro vari tipi di triodi ricevuti, ricavati da un medesimo lotto o da lotti diversi per ciascun tipo. A tal uopo si sono sottoposti a prove comparative statiche e dinamiche due differenti lotti di triodi del tipo A_1 , l'uno di 24, l'altro di 20 elementi, una partita di 24 elementi di tipo A_2 ed una partita di 18 elementi del tipo A_3 . I tre diversi tipi di triodi A_1, A_2, A_3 presi in esame sono di caratteristiche assai simili; hanno vuoto molto spinto, anodo cilindrico, griglia in forma di spirale e filamento rettilineo, con l'asse di figura, comune ai tre elettrodi, disposto perpendicolarmente all'asse del bulbo di vetro. La tensione di accensione per i primi due tipi è di 3,8 V; per il terzo di 4 V: le tensioni anodiche di funzionamento sono per tutti comprese fra 60 e 100 V. La corrente anodica massima, intorno a 9 mA, si raggiunge in corrispondenza di una tensione di griglia positiva fra i 20 e i 30 V.

Per ciascun esemplare si sono rilevati i dati seguenti:

- 1) la resistenza a freddo R_0 , la corrente di accensione I_{ac} , l'indice di temperatura τ ;
- 2) la corrente anodica I_a e la corrente di griglia I_c per $V_a = 80$ e $V_c = 30$;
- 3) la pendenza g_v , il coefficiente di amplificazione interna ν , e la conduttanza interna del triodo g , nel punto delle caratteristiche, definito da una corrente anodica pari alla metà della corrente massima per $V_a = 80$;
- 4) il flusso termoionico totale I_s , dedotto applicando a griglia e anodo, connessi in parallelo, una tensione di 120 V, oltre la quale la corrente termoionica non cresce ulteriormente;
- 5) il rendimento oscillatorio η dato dal triodo, nelle condizioni di accensione, prescritte per ciascun tipo, e con $V_a = 80$ e $V_c = 0$;
- 6) l'indice di vuoto. Per definire il grado di vuoto esistente in un triodo si è assunto, come sarà detto in appresso, il valore della corrente di griglia δ_1 col proprio segno, quando la tensione anodica sia di 100 V e la tensione di griglia 0. Una seconda misura dell'indice di vuoto si è poi avuta dal valore δ_2 della corrente anodica, quando la tensione di griglia sia di 100 V e la tensione anodica - 4 V.

Data la complessità degli elementi in giuoco in un triodo, sarebbe vano attendersi da triodi appartenenti ad uno stesso tipo un funzionamento assolutamente identico, che richiederebbe una precisione di costruzione difficilmente raggiungibile in pratica: un primo esame sommario dei risultati rivela infatti che i diversi elementi presentano in generale valori disseminati lungo ampi intervalli. Si è quindi presentato il problema di dover scegliere fra i diversi siste-

mi di media quello più adatto a permettere un razionale confronto dei risultati. Tenuto conto dello scopo della ricerca, intesa a deter-

che maggiormente risente dell'influenza dei valori, affetti da scarti notevoli: ed il grado di uniformità risulta così in relazione coll'am-

TABELLA 1.

TIPO DEL TRIODO	R_o Ω	I_{ac} A	τ	I_a mA	I_o mA	g_v mmho	ν	g mmho	I_s mA	η	δ_1 μA	δ_2 μA
A_1 (1° lotto) . . .	0.60	0.74	7.74	7.62	1.00	0.33	7.60	0.043	10.4	0.44	+11.5	-0.8
A_1 (2° lotto) . . .	0.63	0.73	7.14	7.77	1.00	0.31	9.42	0.034	10.8	0.48	+11.0	-0.7
A_2	0.65	0.67	7.90	9.24	0.98	0.40	8.25	0.048	11.5	0.37	+11.4	-19.4
A_3	0.64	0.64	8.95	10.70	1.15	0.38	7.79	0.051	13.6	0.43	+1.3	-0.33

minare il grado di uniformità dei vari elementi sottoposti ad esame, è convenuto assumere come valore medio di un dato elemento la

piezza degli scarti rispetto a questo valore medio e col numero dei triodi, che tali scarti presentano.

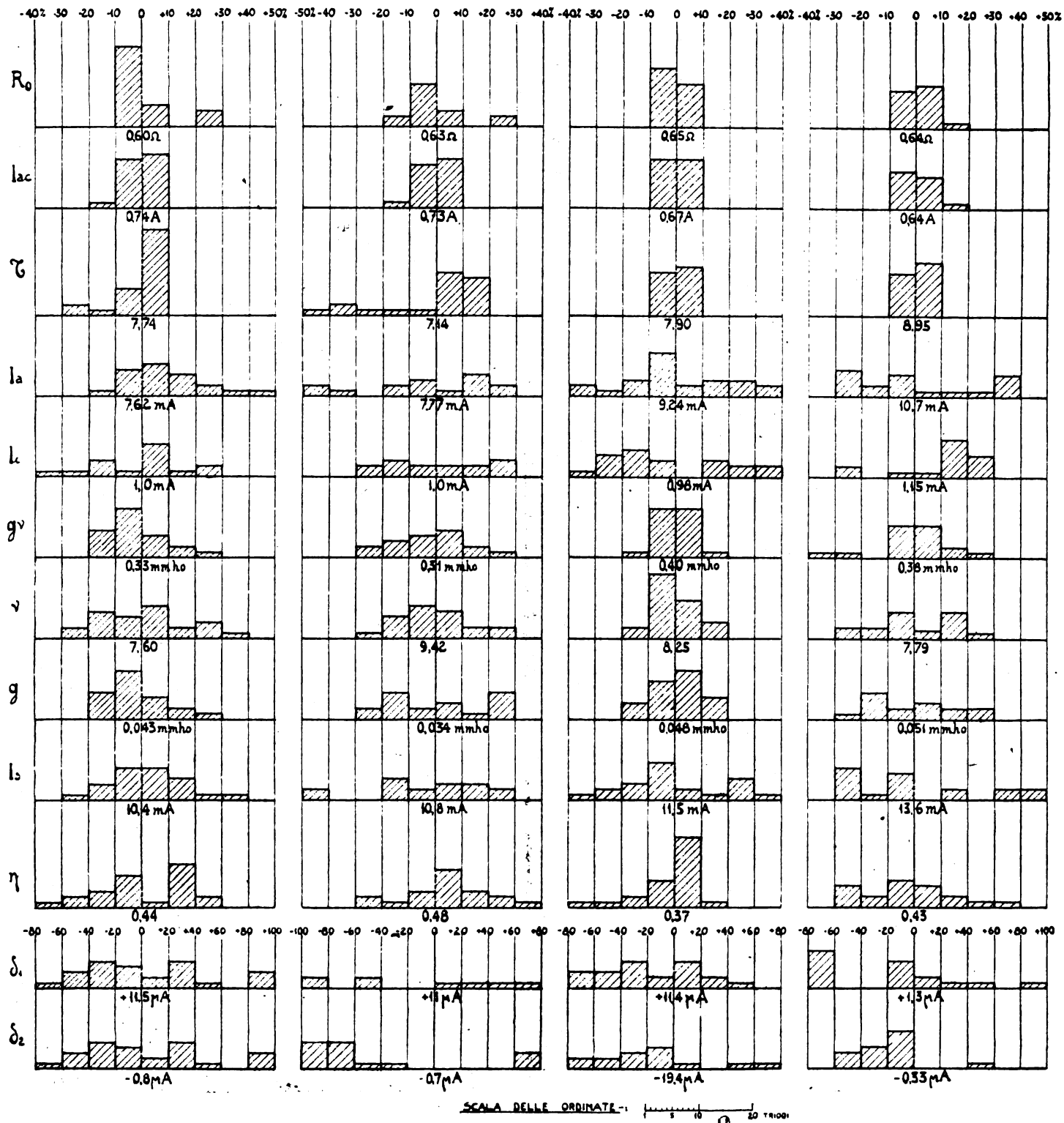


Fig. 3.

media aritmetica dei valori relativi a tutti i triodi di un determinato lotto. Dei vari sistemi di media, la media aritmetica è infatti quella

I valori medi degli elementi considerati sono raccolti nella tabella 1; ed ai risultati si è data una rappresentazione grafica, co-

struendo una serie di diagrammi (fig. 3) nei quali si sono riportati sull'asse delle ascisse, a destra e a sinistra del valore medio sopra definito, dei segmenti proporzionali agli scarti nei due sensi, dal 10 al 50 %, per i primi dieci elementi, e dal 20 al 100 % per i due ultimi, e come ordinate dei segmenti proporzionali al numero dei triodi, che tali scarti presentano.

Dall'esame dei diagrammi risulta che mentre gli elementi, che potremo chiamare primari, in quanto su di essi più facilmente può influire il controllo costruttivo del fornitore, e cioè R_a , I_{ac} e τ presentano degli scarti in generale limitati, e per i triodi A_2 e A_3 dell'ordine del 10 % nei due sensi, gli elementi che potremo dire derivati, I_a , I_c , g , ν , g , I_s presentano scarti, che salgono in generale fino al 30 %: e che infine negli ultimi due elementi, che danno una misura del grado di vuoto, gli scarti crescono in generale fino ad assumere l'elevata proporzione dell'80 % nei due sensi, confermando quanto difficile sia realizzare una vuotatura uniforme di tutto un lotto di triodi. Se si confrontano poi i risultati, relativi ai triodi appartenenti a due diversi lotti di una stessa partita, si vede che gli scarti hanno carattere saltuario, e raramente sono distribuiti in modo simmetrico intorno al valor medio, benchè i triodi presi in esame rappresentino la realizzazione di un unico disegno costruttivo.

Prendendo più particolarmente in esame ad esempio un triodo del tipo A_2 , cui si applichi la prescritta tensione di accensione, ritroviamo una corrente di accensione che può oscillare fra 0,60 e 0,74 A: un flusso elettronico totale, che a parità di tensione anodica, è compreso fra 7 e 16 mA; una corrente anodica di saturazione, variabile, a pari tensione anodica e di griglia, fra 5,5 e 13,9 mA: una pendenza delle caratteristiche, compresa 0,32 e 0,48 mmho: un coefficiente di amplificazione interna, variabile fra 6,6 e 9,9, ecc. Gli scarti relativi ad un particolare elemento di un triodo di un determinato tipo, sono di ampiezza tale, che talvolta, se limitiamo il nostro esame a quel solo elemento, il triodo potrebbe indifferentemente appartenere a uno qualunque dei tre tipi abbastanza simili sottoposti ad esame.

L'origine di tali scarti è evidentemente assai complessa, ed essi rappresentano l'effetto cumulativo di cause diverse, che intervengono ad alterare il funzionamento di un triodo rispetto a quanto il costruttore si propone di realizzare. Tra queste cause, gli elementi più importanti da considerare sono: il grado di vuoto, il grado di accensione e gli elementi geometrici degli elettrodi. È parso quindi opportuno studiare quale sia l'influenza di tali elementi nei riguardi del funzionamento dei triodi ricevuti, non solo per individuare caso per caso l'origine di tali scarti, ma anche per determinare in quale relazione con tali elementi sia il differente comportamento di triodi appartenenti a tipi diversi.

V. — INDICE DI VUOTO. — Il vuoto esistente nell'interno della maggior parte dei triodi ricevuti, attualmente forniti dall'industria, è assai spinto, dell'ordine di un cento milionesimo di atmosfera. È infatti generalmente ammesso che, durante il funzionamento del triodo, debbano evitarsi fenomeni di ionizzazione per urto, dovuti alla presenza di gas residui nel bulbo, in quanto questi fenomeni, oltre a rendere capriccioso il funzionamento del triodo, ne riducono la vita, compromettendo rapidamente l'integrità del filamento.

In un triodo, che abbia un vuoto perfetto, quando all'anodo si applica una tensione fortemente positiva e alla griglia una tensione leggermente positiva rispetto all'estremo negativo del filamento, gli elettroni emessi dal catodo sono raccolti in massima parte dall'anodo e in parte minima dalla griglia, date le limitate dimensioni di questa, che dovrebbe esercitare un controllo puramente elettrostatico dell'emissione termoionica. Se alla griglia si applicano tensioni positive successivamente più rilevanti, fino ad eguagliare la tensione anodica, il flusso elettronico totale si divide in proporzioni diverse fra anodo e griglia, crescendo la corrente di griglia all'incirca di quanto diminuisce la corrente anodica. Gli elettroni, che dal filamento vanno all'anodo e alla griglia determinano nei circuiti anodico e di griglia correnti che, nell'ordinaria terminologia, si definiscono come fluenti entro il bulbo dall'anodo e dalla griglia, che sono a potenziale più elevato, al filamento, che è a potenziale più basso. A tali correnti si suole comunemente attribuire il segno positivo: di conseguenza nell'ipotesi di un vuoto perfetto, la corrente di griglia non può essere che una corrente positiva ⁽²⁾.

Se nel bulbo esistono tracce di gas, gli elettroni emessi dal fi-

lamento, e sollecitati dal campo elettrico esistente fra griglia e anodo (campo che nel caso di bassa tensione di griglia è assai più intenso di quello che si ha fra griglia e filamento) urtano le molecole gassose, che si trovano nello spazio compreso fra anodo e griglia, e, per effetto della loro elevata velocità, riescono a dissociarle in ioni ed elettroni. Gli elettroni dissociati, continuando a muoversi in senso contrario al campo elettrico, giungono sull'anodo, e provocano un'accrescimento della corrente anodica: gli ioni dissociati, muovendosi invece nel senso del campo elettrico, vengono in parte sulla griglia e in parte sul catodo. I primi neutralizzano sulla griglia altrettanti elettroni, pervenuti dal catodo: i secondi sottopongono il filamento ad un bombardamento assai severo, data la loro massa molto più notevole di quella degli elettroni, e ne compromettono l'integrità. Inoltre nello spazio fra la griglia ed il filamento si ha un flusso di ioni, che si sovrappone al flusso elettronico ordinario, emesso dal catodo. Se il vuoto nel bulbo è poco spinto, si determina una condizione tale, per cui, nei riguardi della corrente di griglia, l'effetto del fenomeno di ionizzazione per urto è nettamente preponderante sull'emissione termoionica pura. Nel circuito esterno di griglia si ha in conseguenza una corrente che dalla griglia va al filamento: si ha cioè una corrente di griglia negativa.

Gli elementi, che potrebbero definire il grado di vuoto esistente in un triodo, sono quindi l'accrescimento della corrente anodica e l'intensità della corrente di griglia negativa. Di essi il secondo si presta ad una misura più precisa, qualora però si definiscano esattamente le condizioni della prova, tenendo conto dei fattori, che, in un triodo a vuoto poco spinto, regolano i fenomeni di ionizzazione per urto. Questi fattori sono: l'intensità del campo elettrico esistente fra anodo e griglia, ed il valore della tensione di griglia.

L'intensità del campo elettrico è funzione della distanza fra anodo e griglia e della differenza di potenziale applicata ai due elettrodi. Perchè gli elettroni assumano una velocità sufficiente per dissociare le molecole gassose, conviene che questa differenza di potenziale non sia inferiore ad un determinato valore minimo. Essa si può accrescere, o ricorrendo a tensioni anodiche fortemente positive, o adottando tensioni di griglia sensibilmente negative. Esiste però, in relazione al tipo, alle dimensioni e al diametro della griglia, un valore limite di tensione negativa, al di là del quale la maggior parte degli elettroni, emessi dal catodo, a malgrado della forte tensione anodica positiva, non riescono a superare la griglia e a giungere nello spazio compreso fra anodo e griglia. Conviene perciò in generale, per eseguire la prova del vuoto con questo metodo, scegliere una tensione anodica fortemente positiva — per i triodi A_1 , A_2 , A_3 un valore opportuno è quello di $V_a = 100$ V —, e applicare alla griglia una tensione non inferiore a quella dell'estremo negativo del filamento, $V_c = 0$.

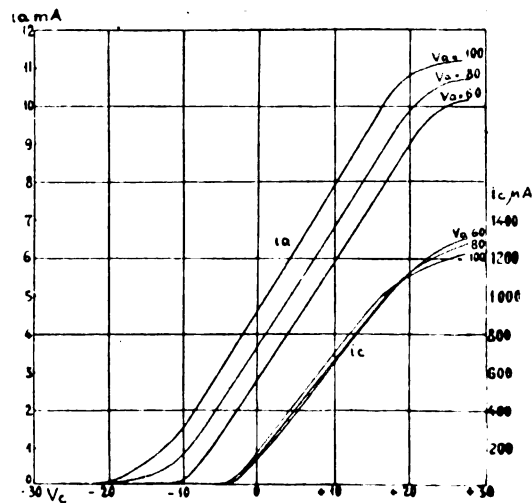


Fig. 4.

Le fig. 4, 5, 6 e 7 rappresentano le caratteristiche statiche di quattro triodi, a, b, c, d, del tipo A_1 , che, alla prova in questione rivelano un grado di vuotatura notevolmente diverso. La scala delle correnti anodiche e delle tensioni di griglia è la stessa nei quattro diagrammi, mentre per le correnti di griglia si è adottata la scala in ciascun caso più adatta a mettere in evidenza il diverso grado di vuotatura.

Nel triodo a (fig. 4) la corrente di griglia per $V_a = 100$ e $V_c = 0$ è fortemente positiva, circa 140 μ A, e si annulla per $V_g = -4$ circa, mantenendosi praticamente nulla (inferiore a 0,1 μ A) per tutti i valori di V_g negativi sperimentati fino a $V_g = -30$. Nei triodi b e c (fig. 5 e 6) la corrente di griglia per $V_a = 100$ e $V_c = 0$ è nulla: con tensioni di griglia progressivamente negative si ha una corrente di griglia debolmente negativa, che però nel primo ha un va-

(2) In realtà, anche nel caso di vuoto perfetto, potrebbe verificarsi corrente di griglia negativa con tensione positiva della griglia stessa, e ciò per effetto del così detto fenomeno di Hull, ossia della emissione secondaria di elettroni da parte della griglia, in seguito all'urto degli elettroni in arrivo. Ma questo fenomeno non si determina se non per grandi velocità di elettroni, quali non si possono d'ordinario raggiungere con le tensioni adoperate nei triodi ricevuti.

lore costante di circa $-0,2 \mu A$, mentre nel secondo cresce fino a raggiungere il valore di $-10 \mu A$ per $V_c = -30$.

Nel triodo *d* (fig. 7) la corrente di griglia per $V_a = 100$ e $V_c = 0$ è fortemente negativa, circa $150 \mu A$, e diviene positiva per $V_c = +4$. Man mano che le tensioni di griglia divengono progressivamente negative, la corrente di griglia negativa diminuisce fino ad annullarsi per $V_c = -25$. In corrispondenza a correnti di griglia fortemente negative si hanno dei massimi di corrente anodi-

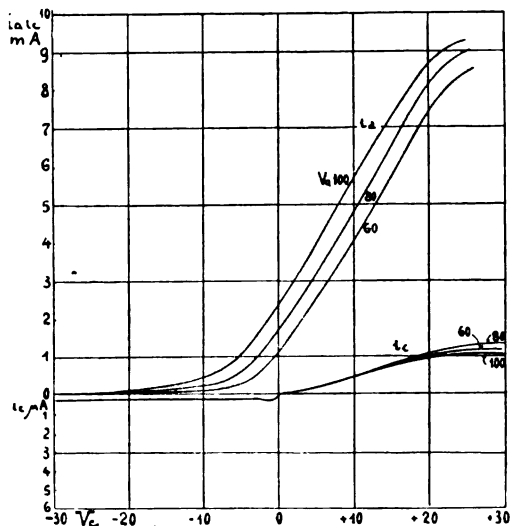


Fig. 5.

ca: il triodo rivela nettamente fenomeni di ionizzazione per urto. Caratteristico è l'andamento della corrente di griglia negativa di questo triodo in confronto con quello che si ha nei triodi *b* e *c*. Sul fenomeno influiscono evidentemente gli elementi geometrici della griglia, ed in particolare il suo diametro, come si accennerà in seguito. Può darsi ad es. che, per una determinata apertura della griglia, avvicinando entro certi limiti la griglia al filamento, possa più facilmente raggiungersi una condizione, nella quale l'azione repulsiva esercitata dalla griglia negativa sugli elettroni ne produca l'arresto netto, così da impedire la dissociazione delle molecole gassose nello spazio fra anodo e griglia: in questa condizione si annullano contemporaneamente la corrente anodica e di griglia. Con una griglia di diametro maggiore invece può darsi che essa non riesca ad arrestare completamente gli elettroni emessi dal catodo e quindi si abbiano

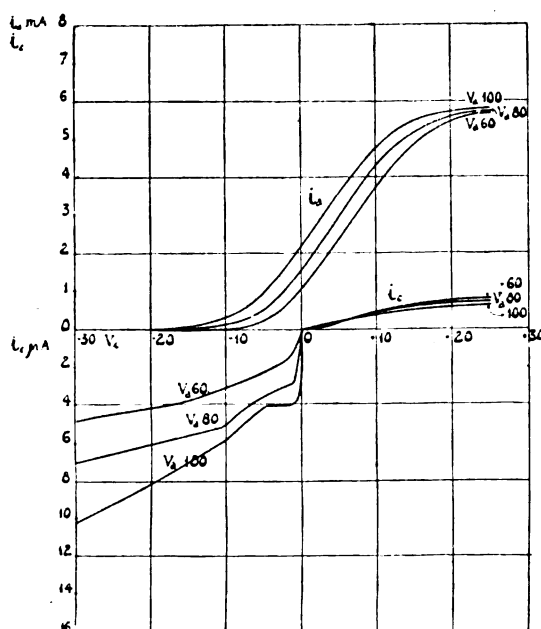


Fig. 6.

deboli fenomeni di ionizzazione per urto anche con tensioni di griglia fortemente negative.

Per avere una conferma sperimentale di quanto sopra, si è misurato il diametro della griglia dei triodi *b*, *c*, *d*, e quest'ultimo è risultato essere di mezzo millimetro inferiore a quello degli altri due.

Il differente comportamento della corrente di griglia nei due triodi *b* e *c* si può spiegare, ammettendo che fra gli elementi geometrici delle due griglie esistano lievi differenze, che sfuggono al

controllo. Per effetto di queste nel triodo *b*, al crescere della tensione negativa di griglia, si determina quasi una condizione di equilibrio fra la diminuzione nel numero di elettroni che riescono a vincere l'azione repulsiva della griglia, e l'incremento del numero di molecole che ciascuno di essi riesce a ionizzare per effetto della maggiore accelerazione cui è soggetto dopo aver superato la griglia. Per

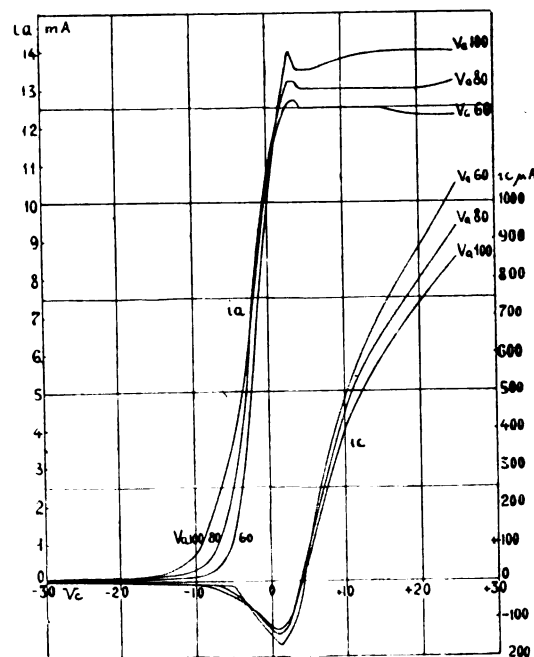


Fig. 7.

contro nel triodo *c* questa seconda azione è prevalente sulla prima e la corrente negativa di griglia va man mano aumentando.

Questi risultati sperimentali sono relativi a triodi, nei quali il vuoto è stato spinto ad un grado assai elevato: ed infatti il triodo *d* deve considerarsi come anomalo rispetto alla maggior parte degli altri, che in genere ripetono l'andamento dei triodi *a*, *b*, *c*. È parso quindi interessante eseguire con questo metodo la prova del vuoto sopra alcuni triodi di un tipo diverso, e che il costruttore definisce ad atmosfera gassosa. Questo tipo di triodi, che indicheremo con simbolo *D*, (e che vengono ora offerti da talune Ditte come adatti per tensioni anodiche ridotte), ha le seguenti caratteristiche: bulbo di dimensioni più modeste di quelle dei triodi di tipo *A*, contenente una determinata quantità di gas; anodo, griglia e filamento con l'asse geometrico comune disposto secondo l'asse del bulbo: tensione di ac-

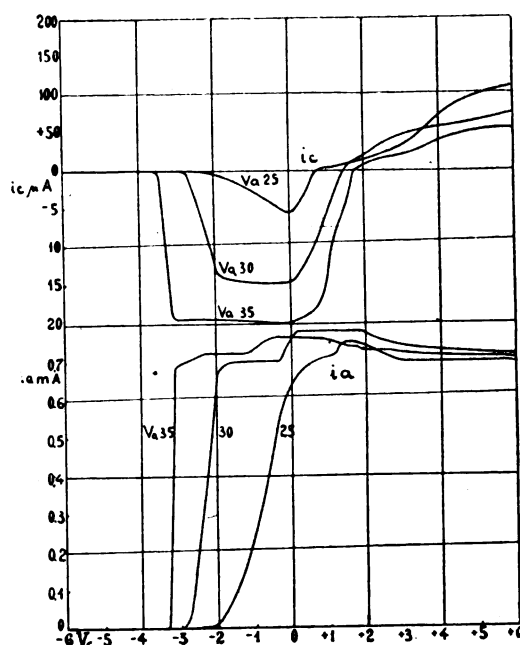


Fig. 8.

censione 3,5 V: tensione anodica di funzionamento compresa fra 25 e 35 V: corrente anodica di saturazione 0,7 A per una V_c di +5 V.

La fig. 8, nella quale le scale sono state opportunamente dilatate, rappresenta le caratteristiche statiche di uno di questi triodi. La cor-

rente di griglia dimostra un andamento paragonabile a quello che si ha nel triodo *d*, rivelando in misura sensibile fenomeni di ionizzazione per urto: il diagramma conferma quanto è già evidente in fig. 7 e cioè che al peggiorare del vuoto cresce la pendenza delle caratteristiche; ed illustra, per il tipo di triodo preso in esame, come sulla corrente negativa di griglia influiscano i valori delle tensioni anodica e di griglia. Per una data tensione negativa di griglia, se si riduce la tensione positiva applicata all'anodo, diminuisce la corrente di griglia negativa, perchè scema la velocità degli elettroni. Inoltre la tensione di griglia negativa, per la quale la corrente di griglia si annulla, è tanto più sensibile quanto maggiore è la tensione anodica; ed infatti per bilanciare la maggiore attrazione, che l'anodo esercita sugli elettroni è necessaria un'azione repulsiva più energica da parte della griglia.

Un secondo metodo per rilevare il grado di vuoto esistente in un triodo, consiste nell'applicare alla griglia una tensione fortemente positiva e all'anodo una tensione leggermente negativa: per i triodi del tipo *A* ad esempio una $V_g = +100$ V e una $V_a = -4$ V. Dato che la griglia è più vicina dell'anodo al filamento, il campo elettrico cui sono sottoposti gli elettroni emessi dal catodo risulta, a pari tensione anodica applicata ora alla griglia, più intenso che nella prova eseguita col metodo precedente: la velocità assunta dagli elettroni è quindi, a parità di condizioni, più rilevante. Se nell'interno del bulbo esistono tracce di gas, gli elettroni, oltre a dissociare le molecole che si trovano fra filamento e griglia, dando luogo ad un accrescimento della corrente raccolta da questa ed al bombardamento di quello, riescono in parte, in virtù della notevole velocità acquisita, a sorpassare la griglia e a giungere nello spazio compreso fra griglia e anodo, dove pure dissociano le molecole gassose esistenti. Per effetto del campo elettrico, di senso contrario al precedente, che si ha fra griglia e anodo, gli elettroni dissociati piovono sulla griglia e gli ioni sull'anodo, dando origine ad una corrente anodica negativa δ_2 , che può essere assunta anch'essa come indice del grado di vuoto.

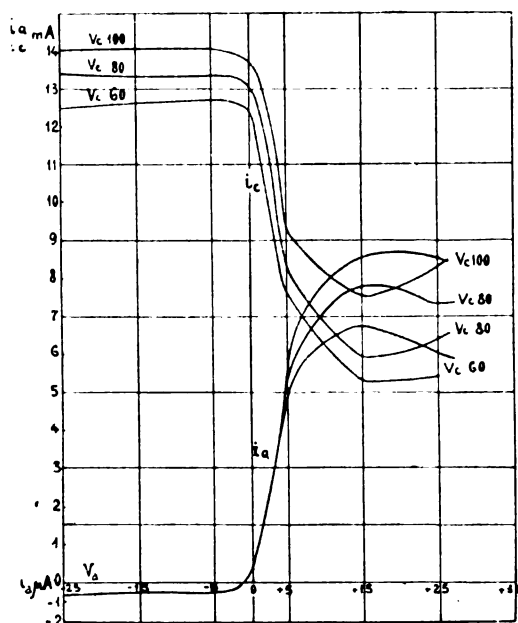


Fig. 9.

Con questo secondo metodo di misura si è ripetuta la prova del vuoto sopra un notevole numero di triodi: dei diagrammi rilevati si riportano in fig. 9 e 10 quelli relativi agli stessi triodi, le cui caratteristiche, dedotte col metodo precedente, sono tracciate in fig. 4 e 8, e che rappresentano due casi limiti. I due diagrammi danno nella stessa scala i valori delle correnti anodica e di griglia in funzione della tensione anodica e per tre diverse tensioni di griglia. Il triodo *a* conferma la sua ottima vuotatura, in quanto la corrente anodica negativa non supera $1 \mu A$ nelle peggiori condizioni: per il triodo del tipo *D*, la prova del vuoto, eseguita con questo secondo metodo, rivela una maggior sensibilità di misura, perchè la corrente anodica negativa raggiunge i $48 \mu A$ in luogo dei $20 \mu A$, che si hanno per la corrente di griglia nella prova eseguita col metodo precedente. Il differente andamento della corrente anodica negativa nei due diagrammi riproduce due delle condizioni, già discusse a proposito della prova precedente. Caratteristico è il modo di ripartirsi del flusso elettronico totale emesso dal catodo fra griglia e anodo, per tensioni anodiche progressivamente positive.

Dall'esame dei risultati sembra che il grado di vuotatura di un triodo, misurato con questo metodo, sia da ritenersi tanto migliore quanto minore è la corrente anodica negativa: a questa condizione

corrisponde, nella prova eseguita col metodo precedente, quella di una corrente di griglia fortemente positiva. Un triodo che rivelasse una corrente anodica positiva con tensione di griglia fortemente positiva e tensione anodica debolmente negativa, si dimostrerebbe ottimamente vuotato: la corrente anodica positiva non potrebbe infatti essere determinata che da elettroni, i quali, superata la griglia, giungessero sull'anodo, ad onta della tensione negativa di questo, senza incontrare nel loro cammino molecole gassose. Dei triodi sottoposti ad esame circa l'8% hanno presentato correnti anodiche fortemente positive, anche dell'ordine di qualche centinaio di microam-

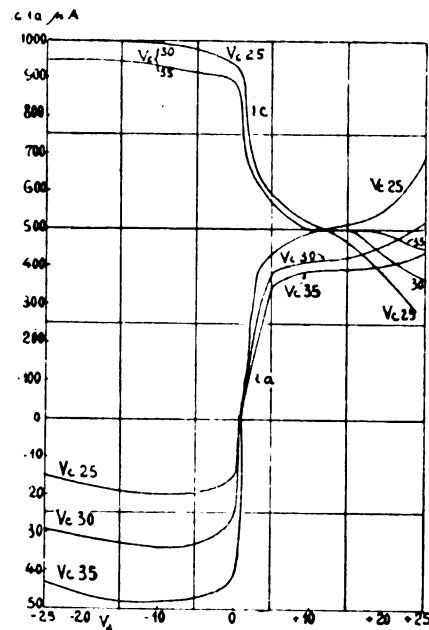


Fig. 10.

pere: ma il confronto dei risultati ottenuti dalle due prove di vuoto porta ad escludere che si tratti di triodi meglio vuotati, in quanto essi nella prova precedente danno luogo a correnti di griglia paragonabili a quelle degli altri. La causa dell'apparente anomalia non può ricercarsi che in un'imperfezione costruttiva dal punto di vista geometrico, capace di mascherare completamente l'elemento assunto come indice del grado di vuoto. E questa imperfezione costruttiva riguarda in generale il diametro della griglia. Basta infatti che anche in un punto solo la griglia sia molto vicina all'anodo, perchè gli elettroni, emessi dal catodo, possano raggiungere l'anodo lasciando indisturbate le molecole gassose esistenti nel bulbo.

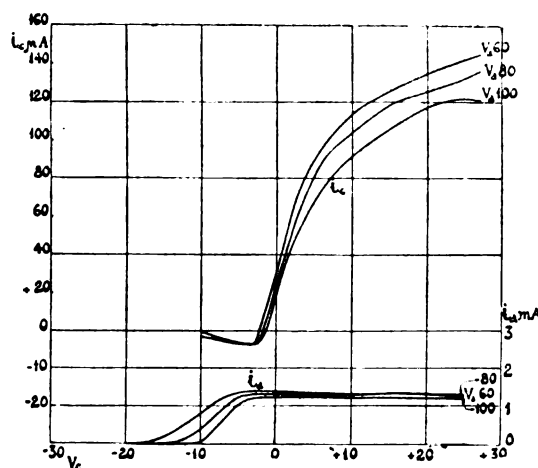


Fig. 11.

La considerazione degli elementi geometrici della griglia è fondamentale per poter sottoporre a confronto i risultati ottenuti colle due prove di vuoto. Gli indici di vuoto δ_1 e δ_2 , relativi ai triodi del tipo *A* e riportati nella tabella 1, dimostrano infatti che non è possibile stabilire senz'altro una esatta corrispondenza fra i risultati delle due misure di vuoto. Nei triodi del tipo *A*, ad una corrente di griglia di $+11 \mu A$, rilevata col primo metodo, corrisponde una corrente anodica di $-0,7 \mu A$ ottenuta col secondo: in quelli del tipo *A*, per $I_g = +11 \mu A$ si ha invece $I_a = -19,4 \mu A$: in quelli del tipo *A*, i valori corrispondenti sono $I_g = +1,3 \mu A$, $I_a = -0,33 \mu A$. L'elemento, che interviene a determinare la discrepanza fra i risultati relativi è il diametro della griglia, il quale è di circa 3,5 mm

nei triodi A_1 ed A_3 e di 3 mm nei triodi A_2 . Quando la griglia è più vicina al filamento, cresce, nella prova eseguita col primo metodo, l'effetto repulsivo della griglia: a pari tensione anodica e di griglia l'avvicinare la griglia al filamento porta quindi col primo metodo a un miglioramento apparente dell'indice di vuoto. Col secondo metodo invece l'indice di vuoto peggiora, perchè, al diminuire del diametro della griglia, cresce la velocità degli elettroni, ed i fenomeni di ionizzazione per urto si accentuano.

Il confronto dei risultati ottenuti coi due metodi su triodi aventi gli stessi elementi geometrici di griglia non porta a stabilire una netta differenza di sensibilità di un metodo in confronto con l'altro. Poichè le prove riguardano la misura di correnti dell'ordine dei microampere, interessa, per non dovere usare strumenti di eccessiva precisione, di rilevare valori di correnti relativamente non troppo deboli. Sembra quindi preferibile la prova eseguita col primo metodo per triodi aventi diametro di griglia dell'ordine di mm 3,5 ed oltre: il secondo metodo è invece vantaggioso per triodi aventi un diametro di griglia non superiore ai 3 mm. Ad ogni modo non si può affermare che in linea di principio l'un metodo sia nettamente superiore all'altro.

Oltre agli elementi geometrici della griglia, l'altro fattore, che interviene a modificare sensibilmente i risultati di ambedue le prove di vuoto è la temperatura assunta dal filamento. È evidente che i fenomeni di ionizzazione per urto si accentuano, se l'emissione termionica da parte del filamento cresce per effetto dell'aumentata sua temperatura: eseguendo le prove di vuoto con varie correnti di accensione, si hanno infatti risultati assolutamente differenti. Così per esempio, se si riduce la corrente di accensione del triodo, le cui caratteristiche statiche sono riprodotte in fig. 7, da 0,726 A a 0,640 A, si ottengono le altre caratteristiche della fig. 11: la corrente di griglia per $V_g = 0$ e $V_a = 100$, che era negativa e pari a $-150 \mu A$, diviene positiva, $+20 \mu A$. Il grado diverso di accensione del filamento infirma quindi completamente i risultati della prova di vuoto: perciò tale prova va eseguita alla esatta corrente di accensione, prescritta dal costruttore per il funzionamento normale, o preferibilmente ad una corrente ancora superiore, per avere risultati più tangibili.

Quale valore hanno tali risultati, ottenuti al collaudo, non appena il triodo è stato costruito, in confronto alle reali condizioni, che si verificano dopo un periodo di invecchiamento del triodo stesso? Allo scopo di controllare come mutino nel tempo gli elementi scelti a caratterizzare il grado di vuotatura di un triodo, le prove fatte sui 24 triodi appartenenti al primo lotto del tipo A_1 , si sono ripetute dopo circa sei mesi. Il vuoto si è naturalmente dimostrato assai peggiore, per quanto nel suddetto periodo i triodi non avessero funzionato che per qualche ora. La corrente di griglia positiva, che aveva il valore medio di $+11,5 \mu A$ è scesa a circa $+2 \mu A$, rivelando una progressiva diminuzione dal valore iniziale, fino a diventare negativa in quei triodi, in cui essa non aveva che un debole valore positivo. Contemporaneamente la corrente anodica negativa, determinata con la seconda prova di vuoto, dal valore di circa $-1 \mu A$ sale a circa $-4 \mu A$: e caratteristico è il comportamento di quei triodi, per i quali nella seconda prova di vuoto si aveva una corrente anodica fortemente positiva, perchè tale corrente va col tempo diminuendo, cosicchè anche in questo caso il peggioramento del vuoto tende a rendere negativa la corrente anodica.

Questo progressivo peggioramento del vuoto di un triodo va tenuto presente per stabilire i limiti di tolleranza per la corrente di griglia, nella prova di collaudo eseguita col primo metodo, e per la corrente anodica, se si adotta il secondo metodo di misura del vuoto. Tali limiti di tolleranza non possono essere identici per triodi, che abbiano elementi geometrici di griglia differenti.

Il limite superiore della corrente di griglia positiva può essere anche piuttosto elevato, senza per questo che, nell'ordinario funzionamento dei triodi, si abbiano correnti di griglia di ordine diverso da quelle riscontrate negli altri, che alla prova rivelano correnti di griglia debolmente positive o leggermente negative. Da un'ampia serie di dati relativi a triodi del tipo A_1 , risulta che la corrente di griglia, per $V_a = 80$ e $V_g = +5$, oscilla fra qualche μA e $100 \mu A$, in quei triodi che alla prova, per $V_a = 100$ e $V_g = 0$, danno correnti di griglia negative superiori in valore assoluto a $1 \mu A$: fra 100 e $250 \mu A$, se tali correnti sono al collaudo comprese fra $+10$ e $-1 \mu A$; fra 250 e $400 \mu A$, con correnti di collaudo da $+10$ a $+150 \mu A$. Una corrente anodica positiva, (nella prova col secondo metodo), dell'ordine di decine o centinaia di μA , è invece soltanto indice d'imperfezione costruttiva.

Il limite inferiore del valore assoluto ammissibile al collaudo per le correnti negative, anodica e di griglia, (rispettivamente nelle due prove di vuoto) conviene sia il più basso possibile, in relazione agli elementi geometrici della griglia, e compatibilmente coi progressi della moderna tecnica del vuoto.

(continua).

PRINCIPI DELLA TEORIA DEI "QUANTI",

E. PERSICO

Conferenza tenuta dinanzi al Seminario Matematico
della R. Università di Roma, il 28 aprile 1923

Gli argomenti più belli che oggi offra la fisica all'interesse di tutti, e specialmente dei matematici, sono, indubbiamente, la teoria dei Quanti, e quella della Relatività: due teorie che caratterizzano, col loro aspetto singolarmente audace, i metodi di ricerca della fisica moderna, e che, quanto ai loro risultati, costituiscono senza dubbio, nel campo speculativo, le conquiste più belle ed importanti dell'ultimo ventennio. La teoria della Relatività, rivelandoci l'esistenza di una velocità assoluta alla quale vanno commisurate tutte le altre, fissa un limite superiore alle velocità dei corpi e alla grandezza dell'universo: l'altra teoria, mostrandoci che nelle leggi meccaniche, in cui credevamo regnasse la continuità, compaiono invece delle quantità indivisibili — o *Quanti* — al disotto delle quali non si può scendere, fissa la grandezza degli atomi e la velocità dei loro moti: l'una sembra dirci che nel mondo fisico non esiste l'infinitamente grande, l'altra, che non esiste fisicamente l'infinitamente piccolo — due verità egualmente belle ed egualmente inaspettate. Sono dunque quasi due teorie sorelle, non solo perchè sorte quasi contemporaneamente nella stessa nazione, ma anche perchè si può forse dire — da un punto di vista molto generale — che l'una è il complemento dell'altra.

Eppure queste due sorelle sono trattate dai matematici in modo molto diverso. Questi si interessano molto più alla teoria della Relatività, che non alla teoria dei Quanti, la quale pure offre dei problemi matematici interessanti, e che anzi, in certe questioni, urta contro difficoltà di carattere puramente analitico. E questo si spiega facilmente se si pensa alla grande differenza che presentano le due teorie nella loro fisionomia esterna: la Relatività si presenta rivestita di un formidabile apparato matematico — che talvolta anzi ne fa dimenticare il contenuto schiettamente fisico: invece la teoria dei Quanti presenta all'inizio dei modesti problemi di meccanica razionale, e solo nelle sue parti più elevate fa ricorso a nozioni di alta meccanica analitica. Ma c'è poi un'altra ragione, forse più profonda, ed è questa.

La teoria della Relatività è sorta in occasione di una scoperta sperimentale, ma la sua vera giustificazione è di carattere logico. Essa costituisce uno schema così organico e soddisfacente, che, se anche tutti i fenomeni conosciuti si spiegassero egualmente bene con la meccanica classica o con la Relatività, non v'è dubbio che uno spirito scientifico, il quale avesse già superate le difficoltà formali a cui accennavamo poc'anzi, dinanzi alla profonda semplicità dello schema relativista troverebbe strano ed artificioso ricorrere alle vecchie concezioni per l'interpretazione dei fenomeni, e non lo farebbe, se non costretto da un *experimentum crucis*. Come è noto invece le esperienze cruciali sono favorevoli alla nuova teoria: sono poche, e ancora discusse, ma, dopo che è apparsa la teoria di Einstein, si può dire che è la meccanica classica che ha bisogno di conferma sperimentale.

Questa perfetta coesione logica, questa profonda armonia — che è apprezzata naturalmente, in special modo dagli spiriti matematici — manca invece nella teoria dei Quanti. Questa non si presenta ancora come un organismo completo e coerente: le sue ipotesi sono ancora in parte slegate, in parte indeterminate, in parte anche contraddittorie: ma qui, in compenso, la massa delle conferme sperimentali è così imponente che — con quella probabilità che in fisica si chiama certezza — si può escludere che si tratti di pure coincidenze causali: forse il lampo di genio di un intelletto matematico saprà un giorno trovare l'ordine e l'armonia in questo gruppo di ipotesi ancora provvisorie e disorganizzate. Si ha l'impressione di avere fra le mani i frammenti di una bella statua spezzata, e di non aver che da trovare la maniera giusta di ricomporli, per vederne balzar fuori la figura, completa ed espressiva, della Verità.

*

Il concetto e la parola di Quanto — o Quantum — furono introdotti nella fisica per la prima volta, nel 1901, da M. Planck, il quale riuscì per il primo a spiegare teoricamente la legge sperimentale dell'irraggiamento del corpo nero, ammettendo che l'energia non fosse una quantità capace di variare con continuità, ma dovesse presentarsi sempre come multipla di una certa quantità minima, o *quanto*: questa parola era quindi sinonimo di *atomo d'energia*. La mirabile concordanza di talune esperienze con le previsioni della teoria, e l'impossibilità di giungere a una esatta legge di radiazione del corpo

nero con le teorie classiche, parlavano in favore della nuova teoria, la quale pure non era priva di punti oscuri e contraddittori: si cercò allora, per opera del Planck stesso, di Einstein e di altri, di modificare in vario senso la teoria, e le discussioni durarono per più di dieci anni senza che si riuscisse nè a liberarsi da una così strana ipotesi, nè a farla rientrare nel quadro delle nozioni classiche. Ma in questo ultimo decennio, per opera specialmente di Bohr e Sommerfeld, la teoria si è radicalmente trasformata: la concezione della struttura granulare dell'energia è stata abbandonata e sostituita da nuove ipotesi più soddisfacenti e feconde, mentre d'altra parte cresceva rapidamente il numero e l'importanza delle conferme sperimentali. Noi, rinunciando a seguire la teoria nel suo sviluppo storico, ne esporremo rapidamente le linee generali riferendoci alla sua forma più recente.

La teoria dei Quanti si può chiamare la meccanica razionale degli atomi: cominciamo dunque col rammentare come dobbiamo immaginarci questo sistema meccanico che chiamiamo atomo.

L'unico modello di atomo attualmente ammesso è quello che porta il nome di Rutherford, e che non è altro che un piccolo sistema planetario, in cui l'attrazione newtoniana è sostituita dalla attrazione elettrostatica: infatti al centro, al posto del sole, vi è un nucleo carico di elettricità positiva, ed intorno ad esso ruotano come pianeti degli *elettroni*, cioè delle cariche negative. L'analogia col sistema planetario si completa anche in ciò, che la massa del nucleo è preponderante rispetto a quella degli elettroni, cosicchè il nucleo si può ritenere fermo e la massa dell'atomo si può in prima approssimazione identificare con quella del nucleo. Quello che distingue i vari corpi semplici fra loro, è il numero degli elettroni ruotanti intorno al nucleo, ed anche la carica elettrica di questo, poichè, l'atomo essendo di regola elettricamente neutro, la carica del nucleo eguaglia quella complessiva degli elettroni. Anche la massa del nucleo (e quindi dell'atomo) varia di solito da elemento ad elemento, ma non è essa che caratterizza le proprietà del corpo, poichè è provato che atomi che differiscono solo per la massa, e non per la carica del nucleo, hanno proprietà quasi perfettamente identiche, si che si comportano, fisicamente e chimicamente, come atomi dello stesso elemento (*isotopi*). Ogni elemento si può dunque caratterizzare col numero N degli elettroni circolanti nel suo atomo (*numero atomico*), numero che è di solito tanto più grande quanto più pesante è l'atomo: non vi è però una relazione semplice fra numero atomico e peso atomico. Chiameremo sempre e la carica dell'elettrone (in u. E. S. e in valore assoluto) e allora la carica del nucleo sarà Ne .

Il problema dinamico della struttura dell'atomo di numero N si identifica evidentemente col problema degli $N + 1$ corpi, e non si sa quindi risolvere in modo rigoroso e generale salvo nel caso di $N = 1$ (atomo di idrogeno) che tratteremo in seguito dettagliatamente: ma anche per molti altri atomi, in virtù di speciali semplificazioni, si è potuta condurre a buon punto la teoria, riuscendo a giustificare le proprietà fisiche e chimiche dell'elemento per mezzo delle proprietà meccaniche del suo atomo. Per giungere a questo però, è stato necessario introdurre, accanto alle leggi della meccanica, delle nuove ipotesi che in parte si aggiungono a quelle, in parte le modificano, in parte anche le contraddicono.

Il postulato di Sommerfeld. — Il modo più generale di rappresentare il movimento di un sistema meccanico ad n gradi di libertà è, come è noto, di riferirlo ad un sistema di coordinate generiche (o *Lagrangiane*) q_1, q_2, q_n , atte a individuare in ogni istante la *posizione* del sistema: si costruisce poi l'espressione della forza viva T (che sarà una funzione della q e delle loro derivate rispetto al tempo q') e si introducono le n quantità.

$$p_i = \frac{\partial T}{\partial q'_i} \quad (i = 1, \dots, n)$$

dette *momenti*, che caratterizzano le *velocità* del sistema in ogni istante. La meccanica razionale fornisce poi delle equazioni, che non abbiamo bisogno di scrivere, e dalla cui integrazione si ricavano le p e le q in funzione del tempo e di $2n$ *costanti arbitrarie*, dipendenti dalle condizioni iniziali. Possiamo anche ricorrere a una rappresentazione grafica, che aiuterà a comprendere il seguito.

Facciamo n diagrammi, in ognuno dei quali portiamo sulle ascisse una delle q , e sulle ordinate la corrispondente p , cosicchè in ogni istante le posizioni e le velocità dei punti del sistema saranno rappresentate da n punti, uno in ogni diagramma. Quando il sistema si muove, ognuno di questi punti rappresentativi descrive nel suo piano una curva la cui forma è determinata dalle equazioni della meccanica; se il moto è periodico, caso che ci interessa in particolare modo, tutte queste curve sono chiuse. E siccome i punti di partenza di queste curve, ossia le condizioni iniziali, si possono scegliere in infiniti modi, così ogni piano rappresentativo va pensato ricoperto da una infinità di curve, che rappresentano tutti i movimenti possibili, e che, in generale, lo riempiono tutto.

Fin qui siamo nel campo della meccanica classica, ma ora la teoria dei quanti interviene con una ipotesi nuova: senza modificare per nulla la legge del moto, essa *nega* la possibilità di scegliere ad arbitrio le condizioni iniziali. Così per fare subito un esempio, mentre la meccanica ci dice che nel sistema solare possono esistere pianeti a qualsiasi distanza dal sole, secondo la nuova teoria sono invece possibili solo certe determinate distanze; mentre un pendolo può oscillare meccanicamente con qualunque elongazione, sono invece possibili, quantisticamente, solo certe determinate elongazioni.

E il criterio per determinare i moti quantisticamente possibili (o, come anche si dice, *stabili*) di un sistema meccanico è il seguente. Limitandoci alla considerazione dei moti periodici, e richiamando la rappresentazione grafica di poc'anzi, ammetteremo che *delle infinite curve chiuse fornite dalla meccanica, rappresentino moti stabili solo quelle, la cui area è multipla intera di una certa costante universale h* . Cosicchè il problema del moto di un sistema, completato con questo postulato quantistico, si risolverà in questo modo. Dalla integrazione, fatta nel modo solito, delle equazioni della meccanica, si otterranno le funzioni

$$q_i(t/q_1^0 \dots q_n^0/p_1^0 \dots p_n^0), \quad p_i(t/q_1^0 \dots q_n^0/p_1^0 \dots p_n^0)$$

dove le q e le p rappresentano i valori iniziali: ora, questi non si possono scegliere ad arbitrio, ma devono soddisfare le n relazioni

$$(1) \quad \oint p_i dq_i = n_i h$$

(dove le n_i sono interi arbitrari, e l'integrale è esteso a tutto un periodo) esperimenti che le aree delle n curve rappresentative sono multiple di h .

È questo il primo postulato fondamentale della teoria che andiamo esponendo; esso sostituisce ad n *costanti arbitrarie* altrettanti *interi arbitrari*, ed estrae così dall'insieme degli infiniti movimenti meccanicamente possibili un insieme, pure infinito, ma *discreto*, di movimenti *stabili*. In questa forma, alla quale si giunge per successive trasformazioni e generalizzazioni, fu enunciato la prima volta dal Sommerfeld, e rappresenta il modo più generale e più fecondo di introdurre nella meccanica atomica quell'elemento di discontinuità, che si è mostrato necessario, dalla teoria di Planck in poi, per rendere ragione della legge di radiazione del corpo nero e di altri svariatissimi risultati sperimentali: la sua giustificazione risiede dunque tutta nell'accordo delle sue conseguenze coi dati di osservazione, accordo che, come vedremo, è davvero mirabile.

Radiazione del corpo nero e calori specifici. — Il primo sistema meccanico cui vogliamo applicare il postulato di Sommerfeld è l'*oscillatore*. Si dà questo nome, nella teoria dell'irraggiamento, al sistema costituito da un punto materiale di massa m (carico di elettricità), mobile lungo una retta e attratto da un punto fisso di questa O con una forza proporzionale alla distanza ($F = kq$): si suppone che i corpi solidi siano costituiti da un gran numero di questi oscillatori.

La meccanica ci insegna che il moto del punto è armonico semplice, e che la frequenza ν è data dalla formula

$$(2) \quad \nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

La forza viva essendo $T = \frac{1}{2} m q'^2$, il momento corrispondente all'unica coordinata q , è $p = m q'$ (ossia è eguale alla quantità di moto). Con ciò la forza viva si può scrivere $T = \frac{1}{2m} p^2$, e, poichè la energia potenziale è $\frac{k}{2} q^2$, l'integrale della forza viva ci dà (indicando con C una costante)

$$\frac{k}{2} q^2 + \frac{1}{2m} p^2 = C$$

Se ora ricorriamo alla rappresentazione grafica nel piano p, q , questa equazione ci dice che la curva rappresentante il moto è una ellissi di semiassi

$$a = \sqrt{\frac{2C}{k}}, \quad b = \sqrt{\frac{2mC}{k}}$$

Al variare della costante arbitraria C , si ottiene una intera famiglia di ellissi, tutte omotetiche e concentriche, che riempiono tutto il piano. Ma fra queste, noi dobbiamo scegliere quelle, la cui area è $\pm nh$ ($n = 1, 2, \dots$): scrivendo che $\pi ab = nh$ abbiamo

da cui vediamo che la costante C può avere solo i valori

$$C = n \frac{h}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

o anche, per la (2)

$$C = nhv$$

Ricordando il significato della costante C , possiamo enunciare questo risultato dicendo che l'energia di un oscillatore deve essere sempre un multiplo intero di $h\nu$. È questa la proposizione fondamentale, su cui basò il Planck la sua teoria dell'irraggiamento: come si vede, essa oggi rientra, come cosa particolare, nel postulato di Sommerfeld, ed esprime non già una proprietà generale dell'energia, ma una proprietà del particolare sistema meccanico che stiamo esaminando.

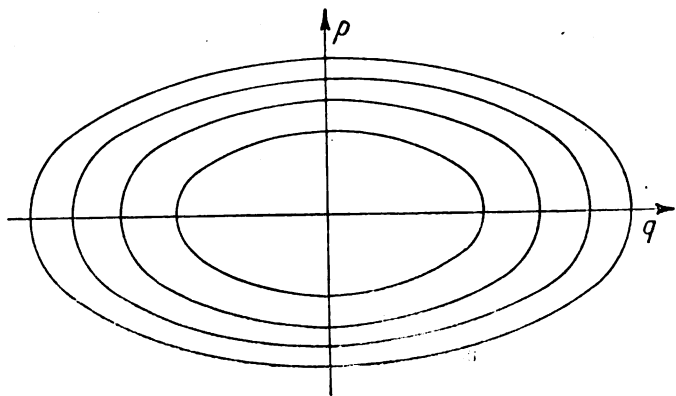


Fig. 1.

Da questo punto, continuando per la via già percorsa dal Planck (e che sarebbe troppo lungo rammentare) si giunge alla nota formola, che porta il suo nome, e che fornisce la distribuzione dell'intensità nelle varie lunghezze d'onda dello spettro del corpo nero: essa è la sola che si accordi perfettamente con l'esperienza, e costituisce il primo trionfo della teoria dei quanti: tutte le altre teorie basate sulle ordinarie leggi della meccanica conducono invece alla cosiddetta formula di Rayleigh e Jeans, in aperto disaccordo con l'esperienza (anzi, assurda, poichè l'intensità complessiva della radiazione ne risulterebbe infinita). La formula di Planck fu la prima in cui comparve la costante universale h : da essa si può ricavare sperimentalmente $h = 6,55 \cdot 10^{-27}$ u. G. G. S. Si intuisce poi che, se i corpi solidi sono costituiti di oscillatori (la cui energia rappresenta l'energia termica del corpo) dalle formule che abbiamo scritto si potrà giungere a prevedere quale sia il calore specifico del corpo, e come esso vari con la temperatura: anche qui l'accordo con la esperienza è notevolissimo.

L'atomo d'idrogeno e il suo spettro. — Ed ora passeremo ad applicare il postulato di Sommerfeld ad un altro sistema meccanico assai semplice: l'atomo di idrogeno. Quest'atomo avendo il numero $N = 1$, sarà costituito da un nucleo di carica $+e$, intorno al quale ruota un elettrone, di carica $-e$, in un'orbita, come insegna la meccanica, ellittica (o circolare) secondo le leggi di Keplero: ne esporremo con qualche dettaglio la teoria, che è la più semplice di tutte, e ci fornisce l'occasione di introdurre quelle ipotesi e quei metodi che si applicano poi a tutti gli altri sistemi atomici.

Gli atomi di idrogeno sono ordinariamente uniti due a due in molecole, sistemi di quattro corpi (due nuclei e due elettroni) e quindi meccanicamente complicati: però vi è sempre una certa quantità di atomi isolati, che, in particolari condizioni, si possono far divenire molto numerosi. Quando questi atomi sono soggetti a particolari agenti eccitatori (scariche elettriche, alte temperature, ecc.) essi emettono una luce, il cui spettro (di righe) presenta una singolare regolarità. La regolarità, scoperta empiricamente fin dal 1885 dal Balmer, professore nelle scuole medie di Basilea, consiste in questo: che le frequenze delle singole righe si possono far rientrare tutte nella formula empirica semplicissima

$$\nu = N \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2} \right)$$

di cui fissato opportunamente il valore della costante N ($= 109677,69$) dando ad n i successivi valori interi 3, 4, 5... 31, si ottengono le frequenze di ben 29 righe, con un'approssimazione dell'ordine di $1/100.000$.

Per fare la teoria meccanica dell'atomo di H , dobbiamo anzi-

tutto ricercare i moti meccanicamente possibili. Limitiamoci per il momento ai soli moti circolari, (così che il problema è ridotto a un solo grado di libertà) e avremo allora della meccanica la sola condizione che la forza centrifuga eguagli l'attrazione elettrostatica:

$$(3) \quad \frac{mv^2}{r} = \frac{e^2}{r^2}$$

(dove m è la massa dell'elettrone, v la sua velocità, r il raggio dell'orbita) da cui la relazione fra r e v

$$(3') \quad v = \frac{e}{\sqrt{mr}}$$

La costante r è, per la meccanica, del tutto arbitraria. Ora introduciamo la condizione quantistica, ossia quantizziamo l'orbita: la coordinata q è unica (l'anomalia φ), il corrispondente momento, poichè la forza viva è $T = \frac{1}{2} m r^2 \dot{\varphi}^2$, è $p = m r^2 \dot{\varphi} = m r v$ (cioè è il momento delle quantità di moto). si deve dunque avere

$$\int m r v d\varphi = nh$$

e, poichè $m r v$ è costante

$$(4) \quad 2\pi m r v = nh$$

Per questo sistema dunque il postulato di Sommerfeld ci dice che il momento delle quantità di moto deve essere un multiplo intero di $\frac{h}{2\pi}$.

Questa condizione fissa una serie discreta di valori per r : infatti, sostituendo nella (4) l'espressione (3) di v , e risolvendo rispetto ad r , si ha

$$(5) \quad r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 e^2 m}$$

ovvero, ponendo per e , m , h , i loro valori numerici

$$r = 0,56 \cdot 10^{-8} n^2 \text{ cm.}$$

Dando ad n i successivi valori interi 1, 2... si ottengono i raggi di tutte le orbite circolari stabili, su cui è costretto a muoversi, come su dei binari, l'elettrone. Ne abbiamo disegnate in scala le prime tre: la più interna (che è come vedremo, quella su cui ordinariamente si trova l'elettrone) ha il diametro di centimetri $0,56 \cdot 10^{-8}$, che si accorda bene con vari risultati sperimentali (1).

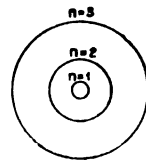


Fig. 2.

Ed ora dobbiamo aggiungere anche un secondo postulato. Il fatto che un punto materiale si muova stabilmente su un'orbita di raggio costante, non incontra alcuna difficoltà in meccanica celeste, ma urta, nel caso nostro, contro una grave obiezione, per il fatto che il punto mobile porta una carica elettrica. Ora, una carica elettrica in moto circolare — o comunque accelerato — deve emettere delle radiazioni elettromagnetiche, la cui energia va a spese dell'energia del sistema: è questa una conseguenza matematica delle equazioni fondamentali dell'elettromagnetismo. Il nostro elettrone dovrebbe dunque incontrare una specie di attrito che, consumandone l'energia, dovrebbe farlo cadere poco per volta verso il nucleo, restringendo gradatamente il raggio dell'orbita, il che è in contraddizione col postulato da cui siamo partiti, per il quale l'orbita non può variare con continuità. Si ammette allora che, contrariamente alle leggi dell'elettromagnetismo, finchè un elettrone si muove su un'orbita stabile, non emetta radiazioni elettromagnetiche.

Resta allora da spiegare l'emissione di luce da parte dell'atomo, sotto l'azione di agenti speciali. E questa si spiega così: L'energia del moto, come vedremo, è tanto maggiore quanto più è grande il raggio dell'orbita. L'elettrone, che ordinariamente si trova nella prima orbita ($n=1$), talora, per l'azione di particolari agenti, passa in un'orbita più esterna, per il che l'agente eccitatore deve fornirgli energia. In seguito l'elettrone, ricade nell'orbita primitiva (o direttamente, o saltando successivamente in orbite sempre più interne) e restituisce l'energia sotto forma di radiazione elettromagnetica.

Per vedere la cosa quantitativamente, calcoliamo l'energia com-

(1) È dubbio se il postulato di Sommerfeld possa applicarsi anche a corpi composti di una moltitudine di atomi, ma ad ogni modo, se si pensasse ad una verifica astronomica delle leggi di cui parliamo, si dovrebbe osservare che l'orbita della Terra corrisponderebbe al numero $n = 22 \cdot 10^7$ e quindi il suo raggio differirebbe da quello di una orbita contigua solo per mm. $1,4 \cdot 10^{-6}$! Nei fenomeni macroscopici le leggi dei quanti si confondono praticamente con quelle ordinarie della meccanica.

possessiva U_n posseduta dal sistema nell'orbita n -esima. L'energia potenziale è $-\frac{e^2}{r}$, quella cinetica è $\frac{1}{2} m v^2$ ossia, per la (2), $\frac{1}{2} \frac{e^2}{r}$: quindi la somma è

$$U_n = -\frac{1}{2} \frac{e^2}{r}$$

e ricordando l'espressione (5) di r

$$(6) \quad U_n = -\frac{2\pi^2 e^4 m}{h^2} \frac{1}{n^2}$$

Di qui si vede che più è grande n , più è grande U_n , come avevamo annunciato. Nel passaggio dall'orbita n all'orbita p viene emessa l'energia

$$(7) \quad u = U_n - U_p = \frac{2\pi^2 e^4 m}{h^2} \left(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

sotto forma di radiazione elettromagnetica. Quanto abbiamo detto finora però, non determina ancora di che tipo sia questa radiazione. Il Bohr ha emesso l'ipotesi geniale e feconda che questa energia sia emessa in un solo quanto, vale a dire che, detta ν la sua frequenza, si abbia

$$u = h\nu:$$

questo terzo postulato ci fornisce subito il valore di ν , cioè la frequenza della luce emessa nel salto dell'orbita n all'orbita (più interna) P : essa è $\nu = \frac{u}{h}$, cioè

$$(8) \quad \nu = \frac{2\pi^2 e^4 m}{h^3} \left(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

Si nota subito che questa formula è assai simile a quella di Balmer, ma il più notevole è che il coefficiente della parentesi, che è espresso in funzione di costanti universali, e si può quindi calcolare numericamente, si trova essere precisamente uguale alla costante empirica N . Cosicché si può scrivere

$$(9) \quad \nu = N \left(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

e facendo $p = 2$, considerando cioè i salti dall'orbita ($n=3, 4, \dots$) alla 2, si ha proprio la formula di Balmer.

Questa mirabile concordanza costituisce un primo successo della teoria che abbiamo esposta, e che è dovuta al Bohr, ma la teoria stessa, senza introdurre altre ipotesi, spiega molti altri risultati sperimentali. Intanto, dalla (7) si prevede che possono esistere altre serie, analoghe a quella di Balmer, ottenute dando a p altri valori, ed infatti il Paschen scoprì nello spettro dell' H una serie data da

$$\nu = N \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{n^2} \right)$$

e il Lyman una terza serie

$$\nu = N \left(1 - \frac{1}{n^2} \right)$$

La ragione per cui esse non furono scoperte che recentemente, è che la prima è ultrarossa, la seconda ultravioletta. Altre serie, in cui $p = 4, 5, \dots$, se esistono, non sono per ora sperimentalmente rivelabili, trovandosi nell'estremo ultrarosso. Si può dire così che la teoria di Bohr porta a prevedere esattamente tutte le righe che si osservano, e solo esse. Aggiungeremo poi che, se invece di considerare il nucleo come fermo (ipotesi abbastanza esatta, perchè la sua massa è 1800 volte quella dell'elettrone) si tien conto anche del piccolo trascinamento del nucleo intorno al comune centro di gravità, bisogna aggiungere alla (8) un piccolo termine correttivo, che rende la concordanza con l'esperienza ancora più impressionante.

Potenziali di ionizzazione. — Una brillante conferma di questa teoria ci è fornita da esperienze eseguite in un campo tutto diverso da quello di cui si è parlato finora; da esperienze cioè, di elettricità. Si è riusciti a misurare direttamente l'energia U_1 posseduta dall'atomo nello stato normale, la quale, a meno del segno, non è che il lavoro che occorre per disfare il sistema, allontanando l'elettrone dal nucleo (o, come si dice, per ionizzare l'atomo).

Il principio del metodo, ideato dal Lenard, è il seguente. Una placca metallica A , arroventata, emette degli elettroni (fenomeno termo-ionico): di fronte ad essa vi è una rete metallica R , e fra A ed R si stabilisce, per mezzo di una batteria d'accumulatori K , un campo elettrico, in modo che gli elettroni, appena liberati da A , si mettono in moto verso R con velocità sempre crescente. Se V

è la d. d. p. fra A ed R , che è conosciuta e regolabile, ogni elettrone al suo arrivo in A , avrà una forza viva uguale ad eV . Oltrepastata R , gli elettroni si trovano in un campo elettrico diretto in senso opposto (creato da un'altra batteria K') e vengono così rallentati fino a fermarsi e a ricadere su R : la batteria K' è abbastanza intensa da fermare tutti gli elettroni prima che arrivino nella placca B . Così si ottiene nello spazio fra A e B una pioggia di elettroni, la cui forza viva è massima (e uguale ad eV) nel passaggio attraverso la griglia R . Se ora in questo spazio si pone un gas, gli atomi di questo saranno di tanto in tanto urtati dagli elettroni: tuttavia, finchè eV è inferiore all'energia U_1 necessaria a spezzare un atomo, il gas non si ionizza. Ma facendo crescere il potenziale V , si trova un valore, per cui comincia la ionizzazione, nelle vicinanze della griglia; questo valore di V , moltiplicato per e , ci fornisce U_1 : esso si chiama *potenziale di ionizzazione*. E per accorgersi che si è raggiunto questo valore critico, basta unire un elettroscopio alla placca B , sulla quale, come abbiamo detto, non arrivano cariche, finchè non vi è ionizzazione, ma appena in P , per es., si ionizza un atomo, e quindi si rende libera una carica positiva, questa, muovendosi in senso inverso agli elettroni, cade sulla placca B , ed è segnalata dall'elettroscopio. Ora, il valore numerico di U_1 , determinato con questo metodo da Franck ed Hertz, ed altri, si accorda ottimamente con quello fornito dalla (6), e questo non solo per l'idrogeno — a cui ci siamo riferiti sinora per schematizzare la teoria — ma anche per atomi complessi come, per es., il mercurio ($N=80$).

Teoria della microstruttura. — Tutta questa teoria dell'atomo è stata svolta considerando solo le orbite circolari. Ora, la meccanica ci dice che esistono anche orbite ellittiche e il postulato di Sommerfeld ci dà il modo di scegliere fra queste quelle fisicamente possibili: poichè i gradi di libertà sono due, avremo due condizioni (1), e quindi due numeri interi arbitrari, n (quanto azimutale) ed n' (quanto radiale). Resta allora da spiegare come mai la teoria precedente, sebbene incompleta, si accordi perfettamente con l'esperienza, e questo si spiega in modo assai semplice. Se si effettuano i calcoli, si trova che l'energia $U_{nn'}$ dell'orbita corrispondente ai numeri n ed n' è data dalla formula

$$(6') \quad U_{nn'} = -\frac{2\pi^2 e^4 m}{4^2} \frac{1}{(n+n')^2}$$

che è, come si vede, uguale alla (6), salvochè in luogo di n vi figura $n+n'$. Quindi tutte le orbite per cui per es., $n+n' = 3$, hanno la stessa energia della terza orbita circolare, e, sebbene per la forma ne differiscano assai (v. fig.), nei riguardi energetici si confondono con quella, dando luogo allo stesso potenziale di ionizzazione e alle stesse righe spettrali. Così il salto dall'orbita (n, n') a un'altra orbita (p, p') fornirà una riga di frequenza

$$\nu = \frac{1}{h} (U_{nn'} - U_{pp'})$$

esattamente sovrapposta alla riga prodotta dal salto fra le orbite circolari di numero $n+n'$ e $p+p'$; e siccome negli atomi di un gas avvengono tutti i salti possibili, ogni riga della serie di Balmer si deve considerare come la sovrapposizione di parecchie righe; tutte coincidenti in virtù della particolare circostanza analitica che nella (6') n ed n' figurano solo combinati nella somma $n+n'$.

Così questo complemento di teoria dovuto al Sommerfeld, giustifica senza sforzo e senza introdurre nuove ipotesi oltre i tre postulati fondamentali esposti, l'assenza di nuove righe; ma se si spinge più oltre l'approssimazione, esso trova una conferma diretta delle più brillanti.

Le righe della serie di Balmer, osservate con potentissimi mezzi risolutivi, rivelano una struttura complessa, poichè ognuna di esse risulta di parecchie righe, estremamente vicine, ed il numero e la distanza relativa delle componenti varia da riga: è ciò che i tedeschi chiamano espressivamente *Feinstruktur*, e che in italiano si potrebbe dire *microstruttura*. Questo fenomeno rientra in modo naturalissimo nella teoria di Sommerfeld, poichè si comprende che basterà una piccola causa perturbatrice perchè le righe, che nel moto rigorosamente ellittico dovrebbero sovrapporsi, vadano, per così dire, un po' fuori posto. E questa causa perturbatrice è la variazione della massa dell'elettrone col variare della sua velocità, fenomeno messo in evidenza con esperienze dirette da Kauffmann e Bucherer e previsto dalla teoria della Relatività.

Se infatti si fa il calcolo tenendo conto di questa perturbazione si trova, come nella teoria relativistica di Mercurio, un movimento ellittico con rotazione del perielio. L'energia corrispondente a que-

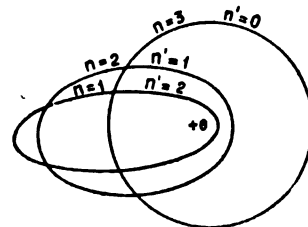


Fig. 4.



Fig. 3.

sto movimento sarà, naturalmente, leggermente diversa da quella fornita da (6'), e precisamente si trova che è uguale a quella moltiplicata per

$$1 + \frac{4\pi^2 e^4}{h^2 c^2 (n + n')^2} \left(\frac{n'}{n} + \frac{1}{4} \right)$$

dove il termine aggiunto a 1 è, naturalmente, assai piccolo. Ma quel che è essenziale, è che in questo termine figura, oltre alla somma $n + n'$, anche il rapporto $\frac{n'}{n}$, cosicché le orbite, per es., segnate nella figura precedente, che hanno tutte $n + n' = 3$ hanno in questa approssimazione un'energia leggermente diversa, e quindi i salti da una stessa orbita esterna, a una di queste tre, produrranno righe non esattamente sovrapposte: di qui la microstruttura. Con questa teoria si può calcolare il numero e la distanza relativa delle componenti; in taluni casi si trova che queste sono troppo serrate perchè i mezzi spettroscopici attuali permettano di separarle — e in questi casi l'osservazione dà infatti una riga unica — in altri casi si può confrontare la struttura prevista con quella osservata, e la concordanza, qualitativa e quantitativa, è sorprendente.

Altri fenomeni. — La teoria dell'atomo di idrogeno, di cui abbiamo esposto i fondamenti, è, come abbiamo detto, il tipo cui si conformano le teorie degli altri atomi. Ve ne è fra queste una che si conduce a termine con altrettanto rigore e con altrettanta semplicità e che riceve conferme sperimentali forse anche più brillanti: è la teoria dell'atomo dell'elio ionizzato, di cui ora vogliamo fare un breve cenno.

L'atomo d'elio ($N = 2$) è costituito normalmente da un nucleo con carica $2e$ e da due elettroni che ruotano attorno ad esso in due orbite distinte. Ma se l'atomo viene urtato in modo da strappargli uno dei due elettroni (come abbiamo visto a proposito dei potenziali di ionizzazione) esso diventa un sistema costituito in modo perfettamente analogo all'atomo d'idrogeno, salvo che il nucleo ha carica $2e$ invece di e : la teoria si svolge dunque similmente a quella, e conduce ad un valore di U_∞ esattamente quadruplo, cosicché si ha, in luogo della (3), la formula spettrale

$$\nu = 4N \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2} \right)$$

La serie corrispondente a $p = 3$ fu infatti scoperta da Fowler nel 1912 e poi dal Paschen, nella luce emessa dall'elio nella scarica elettrica: la serie corrispondente a $p = 4$ (i cui termini pari coincidono con quelli di Balmer), era stata scoperta fin dal 1896, nello spettro della stella ζ Puppis, dal Pickering, di cui porta il nome. E la microstruttura di queste righe, più facile ad osservare di quella dell'idrogeno perchè 16 volte più grossa, è conforme alle previsioni teoriche.

Più in generale, si comprende che l'elemento di numero atomico N , ionizzato, dovrà dare uno spettro strettamente analogo a quello dell'elemento di numero $N - 1$, nel suo stato normale; è questa la cosiddetta *legge degli spostamenti* (Verschiebungssatz), che mette in relazione gli spettri di due elementi contigui, e che è verificata dall'esperienza.

Ed altre numerose conferme sperimentali appoggiano la teoria dei Quanti, delle quali non possiamo dare che una rapida enumerazione. Così diremo di volo che le verifiche spettrali si estendono non solo al campo delle radiazioni visibili, ultrarosse e ultraviolette, delle quali abbiamo parlato finora, ma anche al campo delle radiazioni di brevissima lunghezza d'onda cioè dei raggi Röntgen, il cui spettro di alta frequenza presenta delle caratteristiche semplici e regolari, anche per atomi assai complessi: inoltre, la microstruttura diventa in questo caso assai facilmente rivelabile, e le relazioni fra gli spettri di diversi elementi sono estremamente regolari. È quindi possibile e relativamente facile un confronto fra l'esperienza e la teoria, dal quale quest'ultima trae delle brillanti conferme. Rientra poi perfettamente nel quadro della teoria dei quanti il comportamento delle linee spettrali quando la sorgente è sottoposta a una forza elettrica o magnetica; quest'ultimo fenomeno (effetto Zeemann), a dir vero, si spiega anche senza le ipotesi quantistiche, ma non così il primo. E infine non possiamo tacere il fenomeno foto-elettrico (emissione di elettroni da parte dei metalli) sotto l'azione della luce o dei raggi Röntgen) attraverso il quale l'Einstein per il primo ritrovò le leggi dei quanti, collegandolo così con fenomeni del tutto diversi: diremo anzi che proprio le misure foto-elettriche ci forniscono il metodo più esatto, fra quanti oggi se ne conoscono, per determinare quella costante h , che interviene nelle leggi di tanti e così disparati fenomeni fisici.

Da questo rapido sguardo alle ipotesi fondamentali della teoria dei quanti, e alle loro più notevoli conseguenze, si può forse intravedere che, sebbene la teoria attenda ancora un assetto definitivo, le

conferme sperimentali sono così numerose, così svariate e così quantitativamente precise, da dare la netta sensazione che sotto le ipotesi ancora provvisorie e discusse si nasconda una legge di natura semplice e generale.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sul problema finanziario dell'industria elettrica.

Riceviamo: (*)

L'Ing. C. Rodanò, nel commentare e criticare (1) la mia Comunicazione sulle condizioni attuali dell'industria elettrica, si riferisce a concetti che non mi sono mai sognato di esprimere.

Prego l'Ing. Rodanò di rileggere la mia modesta prosa, e vedrà che io ho circoscritto l'intervento statale.

1) A modificare l'attuale legislazione nel senso di facilitare la revisione dei contratti fra distributori ed utenti e di togliere ogni e qualsiasi residuo di bardatura di guerra.

2) A mantenere gli impegni presi fin dal 1919 di sussidiare i nuovi impianti, ed in base ai quali questi si sono fatti o si stanno facendo.

3) A concedere maggiori agevolazioni fiscali come si è fatto per l'industria edilizia.

4) A facilitare i finanziamenti per i nuovi impianti autorizzando il Consorzio di Credito per opere pubbliche o altro Istituto del genere ad estendere le proprie operazioni anche al credito elettrico, operazioni che come tutti sanno, si effettuano collocando obbligazioni presso il pubblico, senza che il Tesoro debba sborsare nulla. Un esempio di tali operazioni si è avuta recentemente in confronto degli impianti della Sila per i quali lo Stato non ha dato un centesimo ma ha cooperato a che altrì fornisse parte dei mezzi occorrenti.

Questi provvedimenti hanno un solo scopo: di consentire di costruire nuovi impianti anche nel presente e difficile momento, senza obbligare le Società elettriche ad elevare le tariffe oltre quel limite che è sopportabile dall'utenza.

Posto ciò, tutto il resto è illazione.

Nessuna contraddizione vi è in quanto ho detto e invocato poiché nessuna necessità vi può essere di interventi statali nel controllo dell'esercizio delle Aziende elettriche dal momento che nessun vero sacrificio viene chiesto allo Stato. Anzi, le mie proposte sono tutte intese a fornire allo Stato nuovi cespiti e nuova materia imponibile.

E se l'Ing. Rodanò avesse letto quanto da tempo vado scrivendo, saprebbe che l'Erario (che finora non ha dato un sol centesimo all'industria elettrica) ha sempre ricavato dal 4 al 5 % all'anno dei capitali investiti dalle Aziende Elettriche nei loro impianti, più fortunato degli azionisti che hanno con i loro denari contribuito a creare gli impianti stessi.

La proposta avanzata di fare entrare nelle casse dello Stato un certo numero di milioni all'anno per compensare gli stanziamenti per i sussidi agli impianti, facendo contribuire gli utenti, non ha nulla a che fare con il provvedimento sui biglietti tramviari cui accenna l'Ing. Rodanò, preso per soddisfare gli appetiti delle classi lavoratrici, e non per creare nuovi impianti o nuove linee e nuove fonti di reddito.

Sono sempre lieto che si legga e si critichi quanto dico e scrivo, ma mi spiace di essere frainteso o che si richiami l'attenzione su di me svistando i miei concetti e le mie parole, e facendomi fare figure alle quali non aspiro.

Con distinti saluti.

Ing. D. CIVITA.

* *

Sulla continuità del servizio negli impianti.

L'Ing. C. Palestino ha diretto al Presidente della Sezione di Milano G. Semenza, una lettera nella quale, dopo parole di plauso per l'iniziativa della Sezione, così prosegue:

Relativamente agli interruttori automatici di macchina, sono perfettamente d'accordo che tali apparecchi si possano eliminare, se trattati di impianti con trasformatori direttamente allacciati ad ogni trasformatore, in modo che ogni gruppo alternatore-trasformatore formi un gruppo a sé.

Vi sono però delle sistemazioni particolari nelle quali ciò non può farsi, come nel caso di centrali dalle quali si dipartono due tensioni; occorre allora una sbarra di traslazione fra le macchine per collegare tutti gli alternatori: in tali installazioni gli interruttori sugli alternatori non si possono eliminare: non possono però costituire un punto tanto pericoloso se sono scelti ad hoc. I modernissimi sistemi di diseccitazione degli alternatori e di relais differenziali possono costituire congegni di buona garanzia per escludere la mac-

(*) Chiediamo venia all'A. ed ai lettori del ritardo con cui pubblichiamo la presente, pervenutaci ai primi dello scorso giugno.

(1) V. N. 13 del 5 maggio u. s., pag. 283.

china nelle migliori condizioni e col minimo pericolo, anche, in caso di un corto circuito vicinissimo, per es., sulle sbarre stesse.

Certamente tali interruttori devono essere studiati in particolare modo e con apparecchi di scatto a tempo ritardato, e giammai a scatto istantaneo, perchè in tale caso le potenze in giuoco potrebbero assurgere a valori eccezionali.

Un secondo punto mi è parso di molto interesse, quello cioè relativo alla marcia in parallelo di più centrali. Devo dire che sulla rete SIP-ALTA ITALIA ove ben ventitre Centrali alle volte sono in parallelo fra di loro si è dovuto con progressive modificazioni di linee di trasporto e reti di distribuzione, addivenire al frazionamento di gruppi per eliminare cause di disturbi che, di origine minima, erano alle volte di effetto finale generale, causando interruzioni totali su tutte le reti.

Si sono così divisi a gruppi gli impianti più omogenei fra di loro, sfruttando naturalmente il più possibile le caratteristiche di ogni singolo impianto a seconda delle stazioni e anche a seconda del diagramma giornaliero di carico del corso alimentatore.

Infine sulla questione degli scaricatori, devo sinceramente dire che io sono e resto convinto che uno dei migliori sistemi di protezione è senza dubbio quello a getti liquidi, almeno per tensioni fino a 75 000 volt.

Per linee che salgono a quote elevate nelle montagne, o che attraversino colline in mezzo a vaste pianure, io ritengo che le sovraelevazioni di tensione per cariche statiche sono veramente gravi e cause di serie perturbazioni. Sono pienamente convinto che nessun altro apparecchio possa eliminare le cariche statiche così gradualmente e progressivamente come si formano, al pari dei getti liquidi, se ben installati e ben regolati.

Penso che le obiezioni che si fanno in proposito sulla variabilità di conduttanza o sulle eventuali interruzioni dei getti liquidi sono di poco conto e si possono eliminare con un po' di attenzione e di accuratezza.

Devo citare anche il caso di lunghe linee, sulle quali si sono verificati forti fenomeni perturbatori, a ciel sereno, in condizioni assolutamente normali, causati da archi sui passanti, sugli isolatori. Con l'adozione dei getti liquidi tali fenomeni sono del tutto scomparsi. Ma una osservazione importante che desidero mettere in evidenza, e sulla quale so di avere alcuni autorevoli colleghi della mia opinione, si è quella che i getti liquidi, se opportunamente installati, funzionano egregiamente bene anche per scaricare a terra onde di sovratensione a fronte rapido. Ho detto se opportunamente installati, intendendo con ciò di parlare di apparecchi i quali, oltre ad una logica disposizione per ottenere l'assoluta minima impedenza verso terra, siano accoppiati con una buona serie di protezioni induttive ben calcolate. I risultati ottenuti con getti liquidi e bobine Campos con qualche altro speciale accorgimento che sono solito ad attuare nella pratica sistemazione dei conduttori all'entrata ed all'uscita sono stati sempre veramente buoni e di vera soddisfazione.

Ho creduto di accennare a questo tipo di scaricatori, giacchè nessuno, parmi, ne ha fatto cenno nella discussione, mentre tali apparecchi meritano di essere tenuti in particolare considerazione.

Non oserei pronunciarmi sulla questione del centro stella a terra. Devo però dire che ho installato, fin dal 1919, una bobina induttiva Petersen al centro stella di un gruppo di trasformatori sulle linee in arrivo dalla Valle d'Aosta. La bobina ha seguito automaticamente i progressi del tempo: era infatti stata studiata perfettamente come bobina risonante del vero tipo proposto da Petersen, quando ne curai la prima installazione; ma si trasformò gradualmente in bobina dissonante (Jonas) coll'aumentare della lunghezza delle linee allacciate. Il sistema Petersen — se devo dire il vero — non ha fatto nè male nè bene; ha tenuto il centro stella metallicamente a terra, evitando così le maggiori sovratensioni nei casi di guasti, e contribuendo a scaricare a terra le cariche statiche. Nè... risonante nè dissonante, male non ha fatto, questo l'importante.

Queste sono le poche osservazioni che mi è parso utile di fare, affidandole alla sua tanto nota cortesia, per comunicarle, se del caso, ai colleghi Consoci di Milano.

Ing. CARLO PALESTRINO.

* *

L'opera del servizio idrografico.

Riceviamo:

Ill.mo Sig. Direttore dell'Elettrotecnica — Milano.

Nel numero 12 del 25 aprile u. s., di codesto Spett. Periodico è riportata una recente interessante comunicazione che il Prof. Revessi ebbe a dire alla Sezione di Roma di codesta Associazione. Successivamente dalla cortesia dell'egregio Professore ebbi una copia della pregevolissima sua memoria riguardante «Le forze idrauliche nelle Alpi delle Tre Venezie» alla quale si riferisce la detta comunicazione. Poichè nella comunicazione e nella memoria sono contenute talune affermazioni non del tutto esatte intorno all'opera del Servizio idrografico, del quale è a me affidata l'alta vigilanza, ritengo necessario di far presenti le notizie che seguono, che varranno, non dubito, a far modificare gli espressi apprezzamenti.

Afferma il Prof. Revessi che «lo Stato Italiano ha creduto esaurito il proprio compito, nei riguardi del problema delle forze idrauliche e dell'accertamento di queste, con l'istituzione di appositi Uffici idro-

grafici, i quali ben poco contributo hanno portato alla urgente necessità di una statistica delle forze idrauliche»: e, soggiunge, poco più innanzi, che tali Uffici «si sono limitati a pubblicare bollettini densi di cifre, e a ricerche scientifiche voluminose e interessanti».

Ora, è indiscutibile che lo Stato Italiano ha cominciato assai tardi ad occuparsi sistematicamente del problema delle forze idrauliche, e più in generale, di tutte le questioni attinenti alle acque. Può, anzi, essere utile di ricordare, che un servizio idrografico regolare funziona in Svizzera fin dal 1886; ed in Austria — e quindi nei territori redenti — fin dal 1893; in Francia fu istituito nel 1903 il «Service des Grandes Forces Hydrauliques»; mentre nei vari Stati tedeschi il servizio idrografico ha ormai decenni di esistenza.

In Italia, invece, soltanto nel 1908 cominciò a funzionare, limitatamente alla regione Veneta, l'Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque: nel 1912 veniva istituito quello del Po; infine nel 1919, per iniziativa del soppresso Consiglio Superiore delle Acque, si avviava l'opera del Servizio Idrografico Centrale in tutte le altre Regioni del Regno.

Come conseguenza inevitabile di tale ritardo, mentre tutti gli Stati con noi confinanti, alla fine della grande guerra, disponevano già di notizie complete e concrete sul regime dei rispettivi corsi di acqua, in Italia, o si doveva ancora cominciare, o era appena iniziata la raccolta dei dati di osservazione più strettamente indispensabili.

Ciò nonostante, però, l'opera assidua degli ultimi cinque anni ha mutato quasi radicalmente la situazione nei riguardi delle nostre cognizioni intorno alle forze idrauliche. E un primo documento di tale cambiamento sono le pubblicazioni, sia del Consiglio Superiore delle Acque, come del Servizio Idrografico, che fino al 31 dicembre u. s., fu una emanazione del primo.

Risulta, infatti, da tali pubblicazioni, in primo luogo, che è stato compiuto un rilievo generale della penisola per l'accertamento delle possibilità di formare grandi laghi artificiali.

Il lavoro, ormai ultimato (ed io stesso ebbi occasione di riassumerne i risultati nell'ultima riunione annuale di codesta Associazione) riguarda un aspetto fondamentale del problema delle forze idrauliche, in quanto le possibilità di costituire grandi riserve idrauliche valgono a dare una prima idea concreta del rendimento ricavabile dai bacini imbriferi, specialmente nelle regioni meridionali, ove qualunque utilizzazione delle acque si impernia sui laghi artificiali.

I risultati delle indagini compiute a tale riguardo, basati come sono sui rilievi diretti dei singoli bacini e su accertamenti geognostici delle varie località studiate, hanno un contenuto di attendibilità tale per cui non appare giustificato lo scetticismo che il Prof. Revessi dichiara di avere per i risultati stessi, quale affermato nella nota a pag. 54 della sua Memoria.

Ma, oltre al lavoro predetto, che ha importanza vitale, a cura della Segreteria del Consiglio Superiore delle Acque è stata preparata e pubblicata la carta generale delle utilizzazioni — con potenza superiore a 300 HP medi nominali — esistenti in Italia al 31 dicembre 1920.

Inoltre il cessato Ufficio Centrale Idrografico avviava nel 1920 la raccolta metodica di notizie statistiche sulla produzione di energia idro e termoelettrica, in tutto il territorio statale; e i risultati di tale statistica sono stati anche pubblicati, così per il 1920, come per il 1921, formando oggetto di speciali pubblicazioni a cura del Prof. Ing. De Marchi dell'Ufficio medesimo, l'ultima delle quali pure fu ampiamente discussa nell'ultima riunione dell'Associazione.

Da ultimo, occorre aggiungere, per quanto riguarda più particolarmente la regione Veneta, che l'Ufficio Idrografico del R. Magistrato, mentre ha avviato la preparazione di un primo catasto delle acque utilizzate e utilizzabili, ha già pubblicato un elenco delle utilizzazioni del Bacino del Brenta.

Se pertanto si considerano le pubblicazioni ufficiali nel loro complesso, appare che oramai esse forniscono elementi sufficienti per giudicare della situazione attuale delle utilizzazioni, e del rendimento che se ne ricava; e il risultato sembra degno di nota, atteso il brevissimo tempo nel quale esso fu raggiunto.

Dovrei, poi, aggiungere che le pubblicazioni finora effettuate non valgono a rendere in modo completo i risultati che effettivamente furono già realizzati; in quanto è ovvio che esse non potevano ancora far cenno dei molti lavori avviati, mentre risponde ad un criterio di serietà l'evitare esposizioni di programmi, di cui non possa assicurarsi una prossima e completa esecuzione.

Ricordo, peraltro, che come risulta dall'accenno contenuto nell'ultima parte del riassunto della suaccennata comunicazione riguardante il problema delle riserve idrauliche, pubblicato nel n. 31 del 5 novembre 1922 di codesto Spett. Periodico, il Servizio Idrografico non ha atteso l'incitamento del Prof. Revessi per occuparsi del catasto delle forze idrauliche; ma di tale argomento aveva formato già un caposaldo del proprio programma di lavoro. Solo si dovette dare precedenza allo studio dei serbatoi, perchè, la legge prescriveva un termine per l'ultimazione dello elenco dei laghi artificiali, e anche perchè uno studio — il più sommario — delle possibili utilizzazioni esige almeno un minimo di notizie e di dati sul regime dei corsi d'acqua e dei bacini. Ora forse non è noto a tutti che fino a pochissimi anni or sono per buona parte della regione italiana mancava anche questo minimo; di modo che ci si trovò innanzi al buio pressochè completo. Gli elementi raccolti — si può dire dal 1921 in poi, perchè il

1919 e il 1920 furono necessariamente dedicati all'istruzione del personale e all'organizzazione degli Uffici — costituiscono oramai un materiale copioso, finora in piccola parte pubblicato, e che può servire già ad attendibili valutazioni.

Non aggiungo altro perchè — entro un intervallo di tempo non brevissimo ma nemmeno molto ampio — confido che i risultati verranno a dare la più efficace conferma delle mie affermazioni.

Mi sembra, ad ogni modo, che, anche prescindendo dai lavori che finora sono semplicemente avviati, le pubblicazioni che sopra ho ricordato valgono a porre in luce che il Servizio Idrografico ha fatto qualche cosa di più che limitarsi alle pubblicazioni dei bollettini densi di cifre, con quel che segue, come si è creduto di poter affermare dall'egregio Prof. Revessi.

Particolarmente grato alla S. V. Ill.ma se vorrà riportare la presente su codesto pregiato Periodico, Le presento i miei più distinti saluti.

Roma, giugno 1923.

Ing. LUIGI COZZA

Presidente della Sezione "Acque ed Eletticità",
del Consiglio Superiore dei LL. PP.

*

Il Collega Prof. Revessi contr'osserva:

Spettabile Redazione dell'«Elettrotecnica»,

Sono lieto di aver provocato colla mia Comunicazione sulla «Evoluzione degli impianti elettrici» e col mio studio sulla «Distribuzione delle forze idrauliche nel Veneto» la lettera dell'Ing. Conte Cozza, che per l'autorità dell'Uomo e per l'ufficio, che Egli ricopre, costituisce una buona promessa a spingere vigorosamente avanti quel Catasto delle Acque, di cui ho lamentato il ritardo, pur riconoscendo spontaneamente le buone ragioni, che gli Uffici idrografici avevano, per procedere cautamente.

Io avevo più esplicitamente riconosciuto, e non poteva per debito di giustizia essere altrimenti, gli sforzi assidui, in proposito, di uomini e di istituti, mettendo in rilievo quella stessa cronologia, che Egli riporta nella sua lettera (v. pag. 29 della citata monografia), ma sono confortato a ritenere lecito un qualche appunto al loro indirizzo, se l'Ing. Cozza stesso, anche per regioni dotate ormai da molti anni di uffici idrografici, retti da uomini competenti ed egregi provvisti abbastanza largamente di mezzi, non è in grado di precisare quando potrà essere iniziata la pubblicazione del catasto.

E che si tratti principalmente di indirizzo, lo devo desumere anche dal fatto, che una ricerca delicata e complessa, come quella dei bacini di ritenuta, è stata compiuta, appunto per merito principale dell'Ing. Cozza, e appunto in quella forma preliminare, che io avevo invocato per un sollecito catasto, in un tempo certamente assai breve.

È vero, che ne ho messo in dubbio il risultato complessivo dichiarandomi un po' scettico sulla cifra globale di oltre 4 miliardi di kWh di possibile immagazzinamento, ciò che potrebbe dare buon gioco al mio Contraddittore sulla opportunità di non pubblicare che risultati resi sicuri da lunghi anni di ricerche, ma su questo punto io sarò ben lieto, anche come Italiano, di riconoscere il mio torto, se la pubblicazione in proposito di dati più dettagliati me ne offrirà il mezzo.

Riconosco invece ben volentieri fin d'ora il progresso compiuto negli ultimi anni dalla statistica, almeno globale, degli impianti e dei consumi, soprattutto per le pubblicazioni del Prof. Ing. De Marchi, dell'Ing. Bonomi e dei loro Collaboratori, che ho avuto più volte occasione di rilevare nella citata monografia, ad esempio a pag. 2 e a pag. 55.

Non avevo invece accennato alla carta topografica delle utilizzazioni, perchè, quando scrivevo, non mi risultava ancora di pubblico dominio, ma, per contribuire alla sua conoscenza, approfittando della cortese polemica, che com'è, non dubito desiderio comune, si preoccupa delle cose, rimanendo al di sopra delle persone, per esprimere l'augurio, che ne sia promossa la distribuzione almeno alle Biblioteche degli Istituti tecnici superiori e alla Biblioteca Centrale della A.E.I. e che, ad eccezione delle zone, dove gli impianti sono molto fitti, ne sia fatta un'edizione in scala ridotta, e quindi di facile diffusione.

G. REVESSI.

Alcune Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia:

Pei Soci, una copia (broch.) 10,—
più per postali 1,80
Pei non Soci (broch.) 10,—
più per postali 1,80

Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia 20,—
più per postali 2,50

Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).

DESCRIZIONI IMPIANTI:

1° Fascicolo - Impianti Società Conti (Crego)

Pei Soci dell'A. E. I. e abbonati al giornale 6,60
Pei non Soci e non abbonati 9,—
Per spedizione sottofascia raccomandata 1,—

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROFISICA.

S. DUSHMAN e J. W. EWALD — Diagrammi per il calcolo dell'emissione elettronica di filamenti di tungsteno, tungsteno al torio, molibdeno e tantalio. (G. E. R., marzo 1923, Vol. XXVI, N. 3, pag. 154).

Il problema più importante che si presenta nel progetto costruttivo di un triodo è il calcolo dell'emissione elettronica massima, ed il rendimento di tale emissione in relazione alla potenza spesa per l'accensione del catodo.

Gli AA, mercè una serie di ricerche sperimentali, compiute nel laboratorio della General Electric Co., hanno potuto stabilire per quattro diversi metalli, e cioè tungsteno, tungsteno al torio, molibdeno e tantalio, alcune relazioni fondamentali e alcuni dati caratteristici dell'emissione elettronica.

Ammettendo che l'emissione elettronica di un metallo possa considerarsi termodinamicamente equivalente all'evaporazione di un gas monoatomico, ed in base alla seconda legge della termodinamica, dalla nota relazione del Richardson essi hanno dedotto l'altra:

$$1) \quad I = A T^2 e^{-\frac{b_0}{T}}$$

che dà l'emissione elettronica unitaria I , espressa in ampere per cm^2 in funzione della temperatura assoluta T del catodo, e nella quale: la costante A è pari a 60,2, ed il coefficiente b_0 , che dipende dal metallo di cui il filamento è costituito, ha i valori indicati nella tabella 1:

TABELLA 1.

Sostanza	b_0
tungsteno	52600
molibdeno	50000
tantalio	46500
torio	34100
calcio	26000

Applicando la relazione precedente, si trova che per $T=1500$ l'emissione elettronica del tungsteno ricoperto di torio è pari a 227000 volte quella del tungsteno puro.

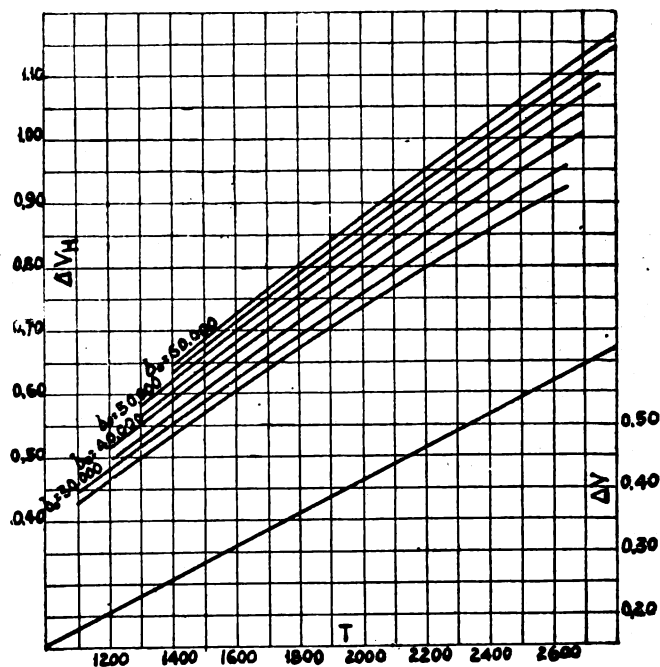


Fig. 1.

Ai valori di I , calcolati con la relazione 1), vanno apportate due correzioni. In primo luogo il filamento non assume per tutta la sua lunghezza la stessa temperatura, che invece va diminuendo dal punto medio verso le due estremità del filamento: di conseguenza solo una parte della superficie totale S concorre all'emissione elettronica, in relazione alla lunghezza del filamento, alla temperatura ed al valore di b_0 . Se con i indichiamo l'emissione elettronica totale, che si realizza effettivamente, l'emissione unitaria I , che si avrebbe, qualora il filamento avesse in tutta la sua lunghezza la temperatura massima, è invece:

2)

espressione nella quale il coefficiente f è a sua volta dato dalla relazione:

$$3) \quad f = \frac{V + \Delta V}{V + \Delta V - \Delta V_H}$$

in cui V è la caduta di tensione lungo il filamento, ΔV e ΔV_H sono due funzioni di b_0 e T , che gli AA. hanno determinato sperimentalmente, costruendo i diagrammi, riprodotti dalla fig. 1.

In secondo luogo la relazione 1) presuppone che l'intensità del campo elettrico alla superficie del catodo sia nulla: poichè invece, nel funzionamento ordinario dei triodi, all'anodo si applica un potenziale positivo, occorre ridurre i valori sperimentali dell'emissione elettronica a quelli, che si sarebbero avuti, se l'intensità del campo elettrico alla superficie del catodo fosse stata nulla.

Indicando con I_v ed I_0 rispettivamente l'emissione elettronica, quando l'anodo ha il potenziale V e quando il campo elettrico alla superficie del catodo è nullo, si ha che:

$$4) \quad I_v = I_0 e^{\frac{4,39 \sqrt{kV}}{T}}$$

relazione nella quale il valore della costante k dipende dalle dimensioni geometriche relative dell'anodo e del catodo. Così, per un filamento di raggio r disposto lungo l'asse di un anodo cilindrico di raggio R (r ed R in cm) si ha

$$5) \quad k = \frac{1}{2,303 r \log R/r}$$

da cui combinando le due relazioni 1) e 4) si ottiene

$$6) \quad I_v = 60,2 T^2 e^{-\frac{b_0 - 4,39 \sqrt{kV}}{T}}$$

Gli AA. hanno calcolato il termine correttivo di b_0 nel caso di filamenti disposti lungo l'asse di un anodo cilindrico e per una tensione anodica di 100 V. La tabella 2 dà, in funzione del diametro dell'anodo, il valore dell'espressione $4,39 \sqrt{kV}$, nella quale il coefficiente k è stato dedotto valendosi della formula 5).

TABELLA 2.

Diametro del filamento cm	Diametro dell'anodo cm	$4,39 \sqrt{kV}$
0,001	1,00	747
0,005	0,50	409
0,005	1,00	381
0,01	1,00	289
0,1	1,00	129

Dal punto di vista del progetto di un triodo è importante mettere in relazione il valore dell'emissione elettronica con quello della potenza spesa per l'accensione del catodo.

La potenza unitaria E irradiata dal tungsteno ad una temperatura qualunque T è espressa dalla relazione:

$$7) \quad \log E = 3,680 (\log T - 3,30) - \frac{1040}{T} + 1,900$$

nella quale E è espresso in watt per cm^2 , ed i logaritmi sono quelli decimali. Confrontando i valori di E con quelli di I calcolati in base alla relazione 6), gli AA. hanno calcolato la tabella 3, che dà, per filamenti di tungsteno e di tungsteno al torio, il rendimento di emissione per varie temperature assolute, ossia il rapporto fra la intensità di corrente elettronica emessa e la potenza consumata nel filamento.

TABELLA 3.

T	I/E (ampere watt)		T	I/E (ampere watt)	
	tungsteno	tungsteno al torio		tungsteno	tungsteno al torio
1000		$1,59 \cdot 10^{-7}$	2000	$3,80 \cdot 10^{-5}$	$3,98 \cdot 10^{-1}$
1100		$2,51 \cdot 10^{-6}$	2100	$1,15 \cdot 10^{-4}$	$7,58 \cdot 10^{-1}$
1200		$2,40 \cdot 10^{-5}$	2200	$3,09 \cdot 10^{-4}$	1,41
1300		$1,51 \cdot 10^{-4}$	2300	$7,94 \cdot 10^{-4}$	2,51
1400	$1,48 \cdot 10^{-9}$	$7,94 \cdot 10^{-4}$	2400	$1,82 \cdot 10^{-3}$	
1500	$1,41 \cdot 10^{-8}$	$3,24 \cdot 10^{-4}$	2500	$3,89 \cdot 10^{-3}$	
1600	$1,02 \cdot 10^{-7}$	$1,07 \cdot 10^{-3}$	2600	$7,94 \cdot 10^{-3}$	
1700	$5,89 \cdot 10^{-7}$	$3,16 \cdot 10^{-3}$	2700	$1,51 \cdot 10^{-2}$	
1800	$2,75 \cdot 10^{-6}$	$7,94 \cdot 10^{-3}$	2800	$2,82 \cdot 10^{-2}$	
1900	$1,15 \cdot 10^{-5}$	$1,91 \cdot 10^{-1}$			

F. Vi.

* *

MAGNETOFISICA.

J. A. EWING — Modelli per la spiegazione del fenomeno dell'induzione ferromagnetica. (The El., 3 marzo 1922, Vol. 88, N. 2285, pag. 260).

Fin dal 1890 l'A. espose una sua teoria del ferromagnetismo, basata sull'ipotesi dell'esistenza di particelle elementari, dotate di

momento magnetico proprio e capaci di ruotare sotto l'azione di un campo esterno. Esse spiegano il fenomeno della magnetizzazione, la quale raggiungerebbe il così detto limite di saturazione, quando tutte indistintamente le particelle si fossero orientate nella direzione del campo esterno. A differenza di quanto supponeva il Weber, l'A. dimostrò che le forze interne, le quali si oppongono all'immediato orientamento delle particelle sotto l'azione di un campo esterno co-

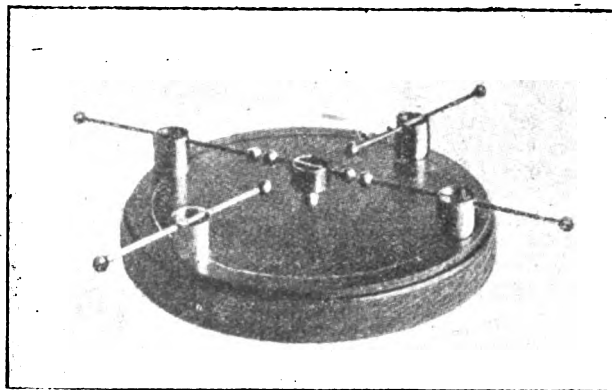


Fig. 1.

munque debole, non sono di natura viscosa, ma possono immaginarsi come dovute a un campo magnetico interno generato dalle particelle medesime. Per effetto di questo campo le particelle tendono ad assumere determinate posizioni reciproche, secondo configurazioni dotate di una certa stabilità. Il passaggio dall'una all'altra di queste configurazioni, sotto l'azione di un campo esterno variabile, dà luogo

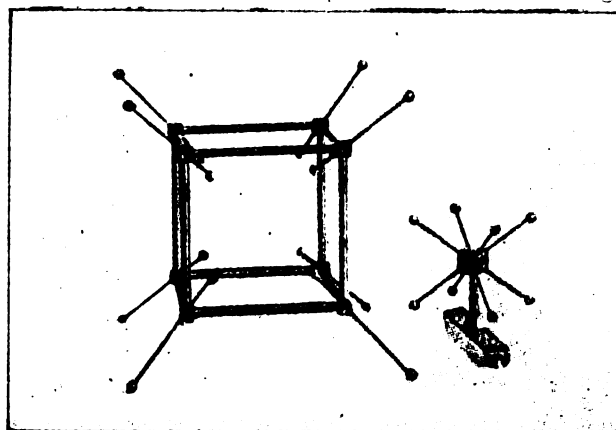


Fig. 2.

a condizioni di instabilità ed a passaggi irreversibili, che spiegano il fenomeno dell'isteresi.

In base ai risultati sperimentali raccolti in questi ultimi decenni e alle nuove ipotesi proposte riguardo alla natura dell'atomo, l'A. ha modificato la sua teoria ed ammette ora che in ogni atomo esista oltre ad un «nucleo di Weber» magnetizzato permanentemente ed

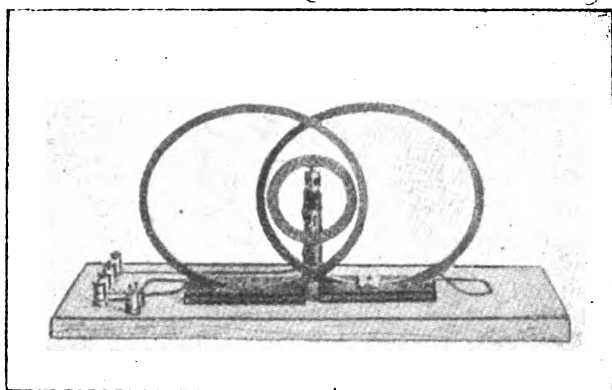


Fig. 3.

orientabile, anche una scorza esterna dotata pur essa di proprietà magnetiche, ma non orientabile. Di questo concetto l'A. ha presentato due modelli, l'uno che immagina l'azione e la mobilità limitate ad un piano (fig. 1), l'altro che tien conto delle tre dimensioni (fig. 2; in questa figura, per chiarezza, la parte centrale, o nucleo di Weber, è stata fotografata fuori della scorza magnetica esterna e fissa). Secondo l'A. l'azione che contrasta con quella del

campo magnetico esterno non è più data dai campi magnetici degli altri atomi, bensì dal campo della crosta esterna.

L'obiezione principale alla sua vecchia teoria era sollevata dal fatto che, per avere un andamento qualitativamente verosimile della curva di magnetizzazione, bisognava dare alle catene di magnetini una tale stabilità, che i valori di campo necessari a defletterli risultavano quantitativamente di gran lunga più intensi di quelli che effettivamente basta applicare al ferro per ottenere la magnetizzazione corrispondente. Mediante la nuova ipotesi tale difficoltà è completamente eliminata, perchè, disponendo convenientemente i magneti della scorza fissa, si può graduare la stabilità del sistema in qualunque maniera.

L'A. ha inoltre presentato un altro modello (fig. 3) costruito secondo la concezione di Rutherford-Bohr. Egli suppone ad es. che si abbiano nell'atomo due ampie orbite elettroniche fisse, in forma di ellissi e che nel fuoco comune di esse si trovi una terza orbita circolare, più piccola e girevole, la quale si muove sotto l'azione combinata delle due orbite maggiori e del campo esterno. Infine l'A. afferma che la nuova ipotesi conserva il pregio di spiegare, come la precedente, molte particolarità dei fenomeni ferromagnetici e fra gli altri gli effetti magnetici della temperatura e delle azioni meccaniche.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

F. KNAUER - E. SCHULZE — Nuovo metodo per la misura del momento d'inerzia nelle macchine elettriche. (E. T. Z., N. 43 e 45 del 26 ottobre e 9 novembre 1922, pag. 1307 e 1357).

I metodi sperimentali per la determinazione del momento d'inerzia della parte ruotante nelle macchine elettriche, si basano tutti sulla equazione generale del moto:

$$(1) \quad J \frac{d\omega}{dt} + R = M$$

in cui:

J = momento d'inerzia dell'organo ruotante;
 ω = velocità angolare;
 R = somma dei momenti resistenti che agiscono sull'armatura;
 M = momento motore;
 t = tempo.

L'inconveniente principale che si presenta nelle applicazioni pratiche, è dato dalla difficoltà della determinazione di R : di solito questo termine, o viene reso trascurabile sperimentando con bassissima velocità angolare (metodo delle oscillazioni) o viene addirittura eliminato conducendo le prove in modo conveniente. Si possono all'uopo rilevare le curve della velocità angolare in funzione del tempo, nel periodo di avviamento ed in quello di fermata: se diciamo $P_1 r$ e $P_2 r$ i momenti motori agenti sull'armatura, ω_1 e ω_2 le velocità angolari ad essa relative nei due periodi, nell'ipotesi (Dettmar, Peukert, Bragstad-Lacour), che il momento d'attrito sia una funzione della sola velocità angolare, scrivendo per i due periodi stessi la equazione (1) e riferendosi a due istanti (t_1 , t_2) di egual velocità angolare, si trae immediatamente per differenza:

$$(2) \quad J = \frac{(P_1 - P_2) r}{\left[\frac{d\omega_1}{dt} \right]_{t_1} - \left[\frac{d\omega_2}{dt} \right]_{t_2}}$$

Si può peraltro giungere ad eliminare R in modo sistematicamente esatto e senza introdurre ipotesi arbitrarie sul momento d'attrito, riferendo (Kuhlmann) la (2) all'istante in cui (fig. 1) si passa

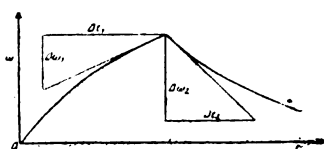


Fig. 1.

dal moto accelerato a quello ritardato. Inconveniente principale di tali metodi è peraltro quello di richiedere operazioni grafiche [determinazione di $\frac{d\omega_1}{dt}$ e $\frac{d\omega_2}{dt}$] — eliminabili solo in parte esprimendo analiticamente la curva $\omega = f(t)$ con una serie di potenze — il che spiega la scarsa approssimazione dei metodi stessi.

Onde eliminare i processi di differenziazione grafica, Ytterberg ha indicato il metodo seguente: si applichi alla macchina in moto un tachimetro elettrico (fig. 2), in serie con un condensatore K ed un galvanometro g (le resistenze v ed n hanno il solo scopo di regolare la sensibilità e lo smorzamento del galvanometro). Detto allora i il valore istantaneo della corrente che si stabilisce nel circuito, e la tensione generata dal tachimetro, n il numero di giri al minuto e p il fattore di proporzionalità tra e ed n , si ha facilmente:

$$\frac{d\omega_1}{dt} - \frac{d\omega_2}{dt} = \frac{\pi}{30 p k} (i_1 - i_2)$$

la quale ci dà il modo di ricavare il denominatore della (2) da semplici letture di deviazioni al galvanometro. È evidente che, ove si

tratti di eseguire la prova su macchine a corrente continua, può servire da tachimetro la macchina stessa: la misura può però allora presentare qualche difficoltà, se l'armatura non sia perfettamente centrata rispetto alle espansioni polari, talchè si presentino delle irregolarità nel moto e nella tensione generata.

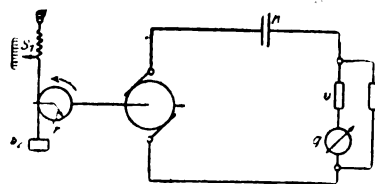


Fig. 2.

Gli A. A. hanno modificato tale metodo applicando anche ad esso il concetto di Kuhlmann avanti esposto. Essi muniscono perciò la macchina di un freno a nastro (fig. 2) il quale va ad avvolgersi intorno alla puleggia od al collettore: tale freno è sospeso in alto ad una bilancia dinamometrica, su cui si fa una lettura S_1 , e caricato in basso da un peso S_2 . Se il senso di rotazione è quello indicato in fig. 1 il momento frenante che agisce sulla macchina dall'esterno, è evidentemente dato da $(S_1 - S_2) r$, essendo r il raggio della puleggia o del collettore.

La prova procede allora nel modo seguente: si porta la macchina alla velocità normale, poi, tolta la corrente, si solleva ad un certo istante il peso S_2 ; con ciò il momento frenante viene evidentemente diminuito di $(S_1 - S_2) r$. Si ha allora:

$$(3) \quad J = \frac{30 K p r}{\pi} \frac{S_1 - S_2}{i_1 - i_2}$$

in cui i_1 e i_2 sono fornite dalle letture al galvanometro immediatamente prima e dopo la variazione del momento frenante. In pratica conviene condurre la prova con diversi valori di S_2 , e, per ciascuno di essi, ripetere le letture in diversi istanti. Il complesso dei risultati viene riportato in un diagramma avente in ascisse le differenze $S_1 - S_2$ ed in ordinate le variazioni di corrente nel galvanometro ($i_1 - i_2 = \Delta i$): il diagramma stesso che deve evidentemente essere una retta uscente dall'origine, permette poi di ricavare il valor medio del rapporto $\frac{S_1 - S_2}{i_1 - i_2}$ da introdurre nella (3). La fig. 3, per es., si riferisce alla determinazione di J per una dinamo da 3.4 kW, 110 V e 1250 giri

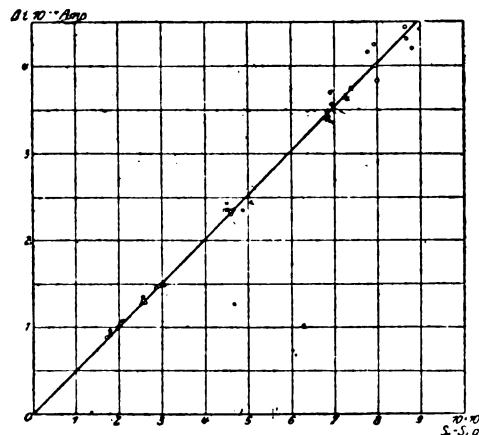


Fig. 3.

[la macchina stessa funzionando come tachimetro]. Le caratteristiche

del circuito di misura erano le seguenti: $k = 20,85 \mu F$; $p = \frac{e}{n} = 0,0614$; $g = 206 \Omega$ [costante del galvanometro $8,62 \times 10^{-4}$ amp/divisione; periodo di oscillazione $1''$]; n variabile tra 20 e 70 Ω ; s tale da mantenere la somma $s + n$ costante ed eguale a 300 Ω . Il raggio r della puleggia era di 99,5 mm. Sono state condotte 5 serie di prove con $S_2 = 100; 150; 200; 500; 1000$ gr; dal diagramma è risultato:

$$\frac{S_1 - S_2}{\Delta i} = 1.979.10^7$$

e quindi

$$J = \frac{30 \times 20.85 \times 10^{-6} \times 0,0614 \times 9.95}{\pi} 1.979.10^7 = 2410 \text{ gr. cm. sec}^2$$

Il metodo, fermo restando il concetto informativo, potrebbe riuscire assai più spedito nella esecuzione, ove si riuscisse a ricondurre la determinazione del momento d'inerzia alla lettura di una sola deviazione: gli A. A. indicano tale possibilità con l'adozione dello schema in fig. 4; qui L è una induzione mutua. Se allora, all'atto del sollevamento del peso S_2 il galvanometro subisce una deviazione balistica δ_0 , è facile dimostrare che:

$$(4) \quad \frac{d\omega_1}{dt} - \frac{d\omega_2}{dt} = \frac{C_b r_2 \pi}{L K 30 p} \delta_0$$

in cui C_b è la costante balistica del gavanometro ed r_2 è la resistenza ohmica totale del circuito II. Senonchè la lettura della impulsione balistica è evidentemente impossibile a farsi nel caso più generale in cui le curve $\omega = f(t)$ non assumano specialissime configurazioni (andamento rettilineo o parabolico) in guisa da poter fissare rispettivamente uno zero od un falso zero ben determinati.

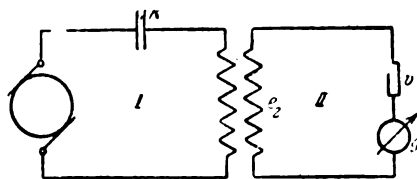


Fig. 4.

Gli A. A. danno infine esempi numerici di applicazione. Per uno stesso motore asincrono trifase essi hanno trovato i seguenti valori del momento d'inerzia del rotore, applicando i diversi metodi esposti:

I° Metodo (secondo Dettmar, Peukert, ecc.)	$J = 4620$ gr-cm-sec ²
II° » (Kuhlmann)	$J = 4470$ » »
III° » (degli A. A.)	$J = 4380$ » »

La differenza tra il secondo ed il terzo valore è evidentemente dovuta agli errori che si commettono in quello nelle operazioni grafiche; mentre a questi, già notevoli, si aggiungono nel primo metodo gli errori dovuti alla ipotesi del tutto arbitraria circa la dipendenza del momento d'attrito dal solo valore della velocità angolare.

f. n.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

J. E. IVES e C. N. HICKMAN — Studio delle oscillazioni prodotte dai triodi generatori. (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. X, N. 2, aprile 1922, pag. 115).^(*)

Lo scopo degli A. A. nel presente studio, è stato quello di determinare, per via sperimentale, la forma delle correnti che circolano nei vari rami del circuito di un triodo generatore, a seconda del tipo di accoppiamento adottato. Lo schema usato è quello della fig. 1,

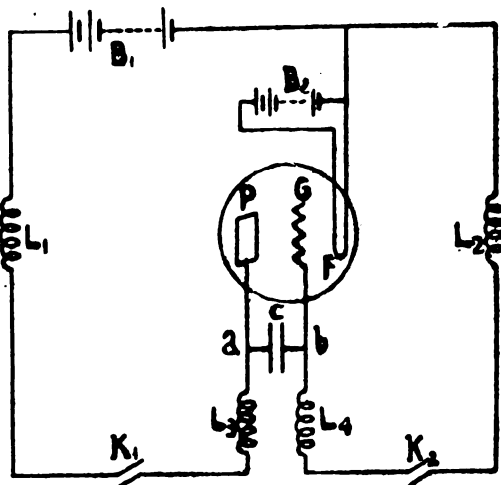


Fig. 1.

nel quale è: P G F triodo, B_1 batteria anodica, B_2 batteria di accensione, L_1, L_2, L_3, L_4 induttanze nei circuiti anodico e di griglia: di esse L_3 ed L_4 possono essere strettamente accoppiate; C un condensatore, k_1 e k_2 due interruttori. In tale schema si possono considerare tre circuiti distinti: P L_3 k_1 L_1 B_1 F circuito anodico, G L_4 k_2 L_2 F circuito di griglia; e C L_3 k_1 L_1 B_1 k_2 L_4 circuito esterno. Inserendo un oscillografo, espressamente costruito, in diversi punti di essi si possono ricavare i diagrammi delle correnti. Gli A. A. hanno esaminato tre diversi tipi di accoppiamento: elettrostatico, magnetico e misto.

Le prove sono state eseguite con valori di induttanze e di capacità molto grandi e quindi con frequenze assai basse. Infatti negli oscillogrammi della figura 2 la linea inferiore (1) rappresenta la vibrazione di un diapason di frequenza 101,3. Gli A. A. hanno dapprima esaminato il funzionamento transitorio di innesco, poi quello a regime.

Accoppiamento puramente elettrostatico. — Si sono soppressi le due induttanze L_3 e L_4 realizzando l'accoppiamento col solo condensatore.

Il diagr. N. 1 è stato rilevato mettendo l'oscillografo nel circuito anodico fra k_1 ed L_1 : si nota una ampia corrente oscillante prevalentemente positiva; per il diagr. 2 si è inserito l'oscillografo

(*) Nel diagr. 5 è la superiore.

sempre nel circuito anodico, ma tra il condensatore C e l'anodo. Per il diagramma 3, l'oscillografo è nel circuito di griglia fra k_2 ed L_2 : la corrente in questo tratto di circuito è sinoidale; il diagr. 4 è preso ponendo l'oscillografo nel circuito di griglia tra questa e il condensatore C: vi si rilevano piccole creste di corrente negativa. Nel diagramma 5, l'oscillografo è inserito fra a e C, e ci rivela la corrente passante attraverso il condensatore: essa corrente è sinoidale e prevalentemente negativa (*). Da questi 5 diagrammi si può

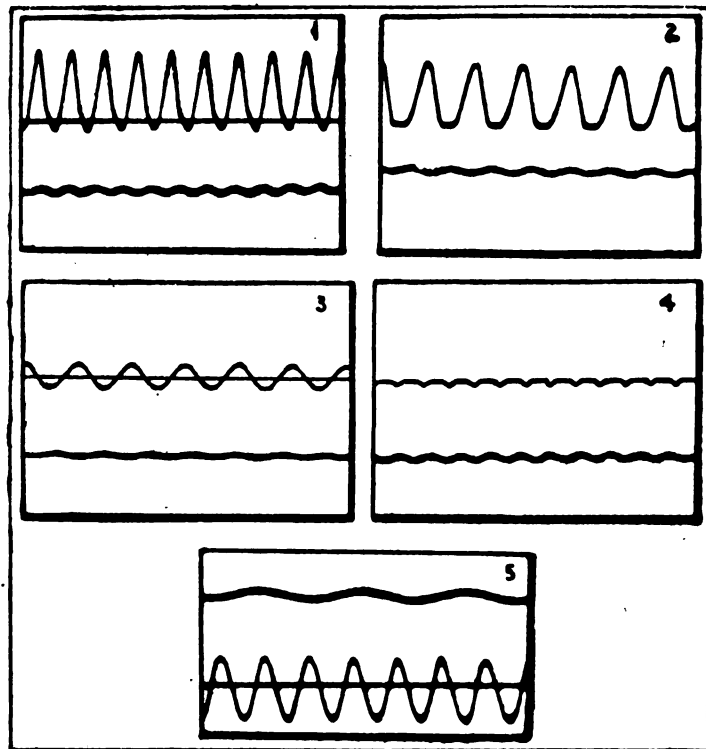


Fig. 2.

ricavare il regime delle correnti durante il funzionamento: fra filamento e anodo esiste una corrente pulsante positiva (diagr. 2) che produce una corrente sinoidale nel circuito di griglia esterno (diagramma 3). Questa corrente in b si suddivide in due: una piccola parte (diagr. 4) entra nella griglia, e l'altra, sinoidale o quasi, passa per il condensatore (diagramma 5): quest'ultima componendosi con quella del diagramma 2, dà luogo alla corrente del circuito anodico esterno (diagramma 1).

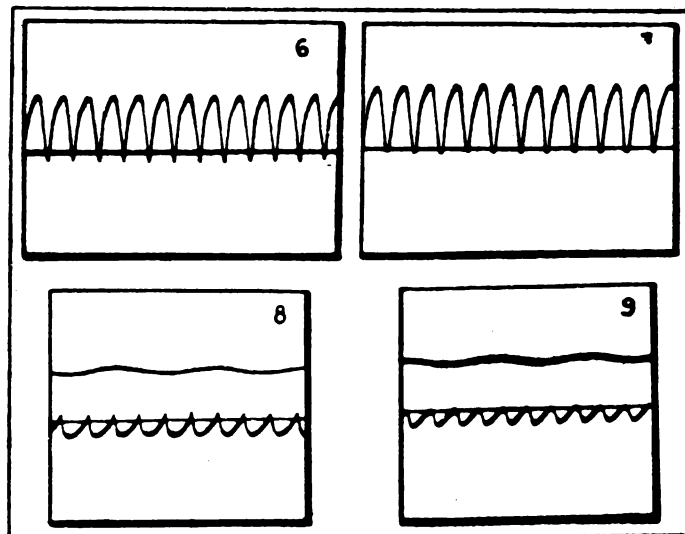


Fig. 3.

Accoppiamento puramente magnetico. — Con questo accoppiamento, cioè eliminando il condensatore C nella fig. 1, si sono ottenuti i diagrammi della fig. 3. I diagrammi 6 e 7, sono ambedue relativi al circuito anodico; il primo si è ottenuto inserendo l'oscillografo fra L_1 ed L_3 , ed il secondo inserendolo vicino all'anodo. Da quest'ultimo si rileva che la corrente fra filamento e anodo è pulsante e quasi interamente positiva. Il diagr. 6 differisce dal diagr. 7

(*) Naturalmente questa presenza di corrente continua sovrapposta alla corrente alternata se non è puramente apparente e dovuta a imperfezioni dell'oscillografo, non può essere attribuita che a cattivo isolamento fra le armature del condensatore (n. d. r.)

per una piccola corrente negativa: questa, secondo gli A.A., è dovuta alla capacità elettrostatica costituita dalle induttanze accoppiate. La stessa differenza si nota fra la corrente nel circuito di griglia (diagramma 8: oscillografo inserito vicino alla griglia; diagr. 7: oscillografo inserito fra L_1 ed L_2). L'azione della capacità elettrostatica fra le bobine d'accoppiamento, appare dunque della stessa natura di quella del condensatore d'accoppiamento.

Accoppiamento misto. — Nessuna particolarità speciale risulta da questo tipo d'accoppiamento: esso risente dei caratteri dei due tipi precedenti.

Gli A.A. inoltre hanno notato che talvolta può manifestarsi nel circuito anodico la presenza di un'onda ad alta frequenza che si sovrappone alla fondamentale, e ritengono che tale fenomeno sia dovuto alla capacità di ciascuna delle bobine d'accoppiamento che si può immaginare sostituita da un condensatore derivato fra gli estremi di ogni bobina.

Discussione dei risultati. — Consideriamo il caso dell'accoppiamento magnetico. Allorché si chiude il circuito anodico, deve nascere una corrente transitoria della ben nota forma:

$$i = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right)$$

poiché il circuito presenta solo resistenza e induttanza. Se il circuito di griglia è aperto, la corrente anodica, raggiunto il suo valore di regime, lo mantiene e si ha una corrente continua e costante; ma se invece il circuito di griglia è chiuso, la corrente anodica variabile (nel periodo transitorio) induce in L_1 una f. c. e. m. che carica negativamente la griglia; questa allora agisce da freno e da arresto al flusso di elettroni dal filamento alla placca e la corrente anodica diminuisce fino ad annullarsi. In questa fase, la corrente anodica deve seguire l'altra nota legge:

$$i = I e^{-\frac{R}{L}t}$$

Giunta a zero la corrente anodica il fenomeno riprende. Nelle due formule precedenti, E è la tensione anodica, ed R , L la resistenza e induttanza totale del circuito anodico. La R può approssimativamente ricavarsi da: $R = \frac{E}{I}$ in cui I è il valore di regime della corrente anodica quando è aperto il circuito di griglia. Tutto ciò è confermato dall'esperienza: dall'oscillogramma 7 infatti si rileva come la forma della corrente anodica nella salita e nella discesa, corrisponda abbastanza bene alle due leggi sopra scritte. La frequenza della corrente può calcolarsi in base alle costanti di tempo $\frac{L}{R}$ ed $\frac{L'}{R'}$ del circuito anodico e di griglia rispettivamente.

Per gli altri due tipi d'accoppiamento, la frequenza dipende più specialmente dai valori dell'induttanza e della capacità totali del circuito anodico esterno, e può calcolarsi in base alla formula:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

Piccole discrepanze hanno trovato gli A.A. fra il valore delle frequenze così calcolate e quelle reali ricavate dall'esperienza; discrepanze dipendenti dai valori, forzatamente approssimati, delle costanti dei circuiti.

C. Ca.

:: :: CRONACA :: :: ::

CONCORSI.

I concorsi del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere in Milano. — Diamo cenno di quelli fra i concorsi che interessano l'Elettrotecnica.

Concorsi scaduti nel 1922.

Premio di «Fondazione Kramer», sul tema: «Rassegna dei concetti fondamentali coi quali vennero progettate e costruite nell'ultimo ventennio le più importanti dighe di sbarramento dei bacini montani»; si è presentato un sol concorrente. Non venne conferito il premio.

Borsa di studio della «Fondazione Amalia Visconti Tenconi», da conferirsi ad un giovane italiano, che, avendo già dato prova di ingegno non comune, di rettitudine e buona volontà, «si avvii agli studi in materia di elettricità industriale». Venne conferita la borsa di L. 1200, al Sig. Ing. Ercole Bottani del R. Politecnico di Milano.

Concorsi per l'anno 1923 e seguenti.

Premio di «Fondazione Cagnola», sopra temi proposti dall'Istituto.

Tema per il 1924: «Metodi e strumenti pratici per l'esatta determinazione del coefficiente di conduttività assoluta interna dei corpi cattivi conduttori del calore, nelle ordinarie condizioni di temperatura. Esperienze e misure relative».

Scadenza 1° aprile 1924. Premio L. 2500 e una medaglia d'oro del valore di L. 500.

Premio di «Fondazione Kramer».

Tema per il 1923: «Definire l'estensione ed i caratteri meteorici ed idrologici della siccità da cui fu turbata nell'anno 1921 la Valle Padana; indagare in quali altre regioni e fuori d'Italia si sia verificato quel fenomeno nello stesso anno, e indagare col sussidio di effemeridi storiche e meteorologiche se, quando, e dove si sia verificato fenomeno analogo in altre annate».

Scadenza 31 dicembre 1923. Premio L. 4000.

Borsa di studio della «Fondazione Amalia Visconti Tenconi».

Una borsa di studio di L. 1200 da conferirsi ogni anno a un giovane di nazionalità italiana, di scarsa fortuna e che, avendo già dato prova d'ingegno non comune, di rettitudine e buona volontà, si avvii agli studi in materia di elettricità industriale, prevalentemente per perfezionamento all'estero.

Premio della «Fondazione Ernesto De Angeli».

Premio di L. 5000 per: «Invenzioni, studi e disposizioni aventi per iscopo la sicurezza e l'igiene degli operai nelle industrie».

Concorsi a premio su argomenti in relazione alla guerra e alle sue conseguenze immediate.

Tema 1°: «Contributo scientifico-pratico al problema della migliore utilizzazione delle acque a scopo di irrigazione e di forza motrice, con speciale riguardo alle questioni idrografiche, geologiche e costruttive attinenti alla soluzione razionale dell'impianto dei serbatoi montani».

Scadenza 31 marzo 1924. Premio L. 12.000.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

L'Illuminazione delle vetrine. — Il Dr. Halbertsma della fabbrica di lampade Philips di Eindhoven esamina in un breve articolo apparso in «Eclairage et force motrice» il lato tecnico del problema. Secondo l'autore è da prescriversi nella illuminazione delle vetrine, l'uso delle lampade a globo trasparente: esse hanno d'altra parte l'inconveniente di abbagliare la vista e di peggiorare quindi le condizioni di visibilità degli oggetti esposti. Sono a tal uopo preferibili le lampade con globo opalino (le quali assicurano di per sé una notevole uniformità nella illuminazione) o le lampade cosiddette da vetrina (di forma cilindrica allungata ed argentate su metà della loro superficie secondo l'asse longitudinale) le quali si prestano ad essere facilmente disposte in modo tale da inquadrare completamente, senza disturbare la vista, lo spazio da illuminare.

In questi ultimi tempi sono state messe in commercio le cosiddette «lampade solari» nelle quali il globo esterno è colorato in bleu, allo scopo di assorbire l'eccesso dei raggi gialli e rossi caratteristici della luce artificiale, ed avere in tal guisa una luce che si avvicini di più a quella naturale.

E da tener presente che la illuminazione delle vetrine con tali lampade, richiede una potenza almeno quadrupla di quella richiesta con le ordinarie « $\frac{1}{2}$ watt». A dare una illusione sufficientemente soddisfacente della luce naturale è necessario, oltre che nascondere le lampade alla vista, curare che la distribuzione della illuminazione sia la più uniforme possibile in guisa che non si producano delle ombre eccessivamente dure.

f. n.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

W. O. SCHUMANN. — *Elektrische durchbruchfeldstärke von Gasen*. Theoretische Grundlagen und Anwendung. — Ed. Julius Springer, Berlin, 1923, 1. vol. 16 x 24 cm. di pag. 246, fig. 80.

CESARE BALDI. — *Le leggi sull'elettricità*. — Manuale pratico sulla legge e Regolamento per la trasmissione dell'energia elettrica a distanza e relativa servitù legale di passaggio, sulle Norme per la trazione elettrica dei convogli e per l'impianto e l'esercizio dei telefoni e dei telegrafi e sulle leggi finanziarie e disposizioni penali relative all'elettricità e sua attuazione. — Ed. F.lli Bocca, Torino, 1922; 1 vol. 11 x 15,5 cm., pag. 307. - Prezzo Lire 22,00

Ing. T. JERVIS. — *Le correnti alternate industriali*. — S. Lattes e C. Torino-Genova, 1923, 1 vol. 16,5 x 25 cm., pag. 261, con 104 incisioni e 23 tabelle, senza indicazione di prezzo.

ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica
del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio, per quanto riguarda le comunicazioni degli estratti bibliografici dello Schedario, sono limitate a 20 citazioni per i Soci di Cat. A, 4 elenchi di 20 citazioni ciascuno per i Soci di Cat. B e C. Per i non Soci L. 1, — per ogni copia di scheda. Minimo L. 25, — per ogni richiesta e per le prime 20 copie.

Sconto 25% ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire ai Soci e non Soci copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese aumentate da una quota del 20% per spese di amministrazione.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Reita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

Ciclo di conversazioni sulla continuità e regolarità di esercizio degli impianti elettrici.

Verbale dell'8ª Seduta - 4 maggio 1923.

Semenza avrebbe desiderato chiudere questa sera le conversazioni ma dubita di esaurire in tempo gli argomenti che sono ancora in discussione.

Dà la parola a *Vannotti* per rispondere ad alcune domande dell'Ing. *Locatelli*.

Vannotti comunica che *Locatelli* ha constatato scariche all'apertura degli interruttori non nell'interno di essi ma fra i capi uscenti dalla cassa. Gli ha chiesto quindi se nelle esperienze eseguite a Baden dalla Brown Boveri non si erano avute sovratensioni all'apertura degli interruttori. Ha sollecitato in proposito informazioni da Baden, e da queste gli risulta che in nessun caso si sono avute sovratensioni notevoli. Fa proiettare alcuni diagrammi ricavati da oscillogrammi ottenuti su apparecchi a tamburo già mostrati l'altra sera. Da questi diagrammi si vede che al momento in cui l'arco producente si all'apertura dell'interruttore sotto l'azione del corto circuito, si spegne, l'onda di tensione non presenta sensibili aumenti rispetto al valore normale. In qualche diagramma appare bensì una sovrarelevazione di tensione al momento dell'apertura del corto circuito, ma ciò è probabilmente dovuto a fenomeni di risonanza che si producevano nel circuito di prova e che esaltavano le armoniche dell'alternatore. Essendosi sincronicamente ricavato anche l'oscillogramma delle tensioni verso terra, in questo si vede che la sovratensione di apertura non è elevata. Nelle prove suddette si sono anche messi spinterometri tarati per valori di tensione poco superiore alle normali; essi non hanno mai funzionato. Ammette però che a volte nelle linee si possono avere sovratensioni notevoli ad esempio quando si interrompano trasformatori ovvero grossi motori funzionanti a vuoto. In questi casi in cui esiste altresì un forte sfasamento tra tensione e corrente, questo fenomeno può dar luogo anche a riaccensione degli archi fra i contatti nell'interno dell'interruttore. Egli pure conosce qualche caso in cui si verificarono degli archi esternamente agli interruttori durante l'apertura di corti circuiti. Ad esempio nell'impianto del Pescara a 90.000 volt, questo fenomeno si è prodotto qualche volta negli interruttori primari a bassa tensione, intorno al terzo o quarto anno d'esercizio. Dapprima si credette che ciò dipendesse da fenomeni di risonanza in relazione alla maggiore estensione della rete. Vi si è ovviato prolungando gli isolatori uscenti dalle casse degli interruttori con tubi ripieni di miscela compound. Casi simili si verificarono pure sugli interruttori di locomotori trifasi da 3000 HP funzionanti a tensioni da tre a quattromila volt. Il passaggio di detti interruttori resisteva nelle prove a tensioni di 25.000 volt quando veniva cimentato da solo. Allo scatto di detti interruttori avvenne più di una volta che un arco esterno alla cassa distruggesse completamente l'isolatore mentre nulla accadeva nell'interno dell'interruttore stesso. Studiando meglio i fenomeni si è poi visto che ciò non era effetto di sovratensioni speciali, ma conseguenza dell'essersi formati dei depositi carboniosi all'esterno dell'isolatore per fuoriuscita dei gas in occasione dell'apertura di corti circuiti. Importa quindi assai mantenere sempre pulite tutte le parti dell'interruttore, tanto più che la formazione di depositi è facilitata dal campo elettrostatico. Quest'ultima asserzione è suffragata anche da esperienze eseguite con un apparecchio che serve allo studio della formazione di miscele tonanti dai gas che si svolgono all'apertura dell'interruttore. L'apparecchio in questione consta di una vasca ripiena d'olio, in cui si mantiene un arco a corrente continua. Sopra l'arco i gas vengono raccolti in un tubo isolante col fondo facilmente apribile in caso d'esplosione. Un dispositivo permette di graduare la quantità di aria introdotta in detto tubo; ed uno spinterometro fa avvenire l'accensione della miscela. Con percentuali dal 25 al 50% di gas nell'aria la miscela si accende facilmente. In un simile apparecchio vennero messi degli isolatori del tipo di quelli usati al Pescara e dopo una trentina di esperienze l'isolatore non mostrava aver perduto sensibilmente le proprie proprietà isolanti. Ripetendo però l'esperienza mentre agiva una tensione sull'isolatore, quest'ultimo si è mostrato completamente coperto di nero fumo per effetto del campo elettrostatico. Questa causa d'inconvenienti si può adunque evitare con la pulizia degli isolatori e provvedendo a che i gas non abbiano a sfogare sul coperchio dell'interruttore. Si è anche constatato che l'aria mescolandosi ai gas prodotti perde circa il 50% della propria rigidità di elettrica.

Locatelli ringrazia *Vannotti* delle comunicazioni. Crede però che il fenomeno di sovratensione avvenga realmente assai di frequente dato che in certi casi essendosi formati degli archi all'esterno degli interruttori, ed essendosi provveduto ad aumentare l'isolamento esterno,

si sono avuti archi tra i conduttori che partivano dai morsetti degli interruttori anche attraverso a setti in muratura. Ciò egli ritiene dipenda dal fatto che mentre nelle esperienze si hanno dei brevi circuiti, in realtà i corti circuiti avvengono su linee di una certa lunghezza presentanti forte induttanza e capacità, per effetto delle quali si possono produrre forti sovratensioni.

Vannotti chiede se nel caso riferito l'arco era avvenuto in un punto in cui i gas sfoganti dall'interruttore potessero giungere.

Locatelli risponde che si trattava di celle del tipo solito; ricorda però che l'interno dell'interruttore non mostrava che vi si fosse avvertita una forte produzione di gas.

Semenza riassume. Le prove eseguite nelle condizioni adottate dalla Brown Boveri mostrano che non si producono sovratensioni: queste si verificano però in pratica ciò che dipende evidentemente dalle caratteristiche di reattanza dei circuiti. Sarebbero interessanti delle esperienze fatte in condizioni analoghe a quelle che si riscontrano nella pratica.

Manfredi si associa a quanto detto dall'Ing. *Locatelli*, poichè anche egli ebbe a constatare frequenti guasti all'esterno di interruttori ed archi ai loro morsetti, mentre la parte interna di essi resisteva bene. Ricorda che, in seguito a tali fenomeni sull'interruttore di una linea in partenza da una Centrale generatrice, ebbe a fare prove collo spinterometro, rilevando sperimentalmente che si avevano, agli scatti dell'interruttore, notevolissime sovratensioni (dell'ordine di quattro a cinque volte la tensione normale di esercizio).

Vannotti chiede se sulle linee vi erano trasformatori eccitati a vuoto.

Manfredi dice che vi erano trasformatori all'arrivo e che essi alimentavano dei forni elettrici.

Semenza riprendendo la questione delle reattanze invita Campos a proseguire la lettura iniziata nella riunione precedente.

Campos legge la sua nota illustrandola con proiezioni e ripete l'invito a costruttori e distributori perchè vogliano fornire i dati occorrenti al calcolo delle reattanze di protezione ed in particolare i valori massimi della corrente ed il tempo per il quale tali valori possono essere sopportati dalle macchine e dai cavi in caso di corto circuito.

Semenza ringrazia Campos per la limpida esposizione e si associa al desiderio di lui espresso che costruttori ed esercenti forniscano i dati occorrenti.

Emanuelli riferendosi ai cavi mette in evidenza lo scarto che esiste fra la formula, già citata dall'Ing. Campos

$$\Delta \theta = \frac{d^2}{h} t'' \quad (I)$$

(dove d = densità in Ampere per mmq. e h è un coefficiente che dipende dal materiale ed il cui valore medio è = 200 per il rame) la

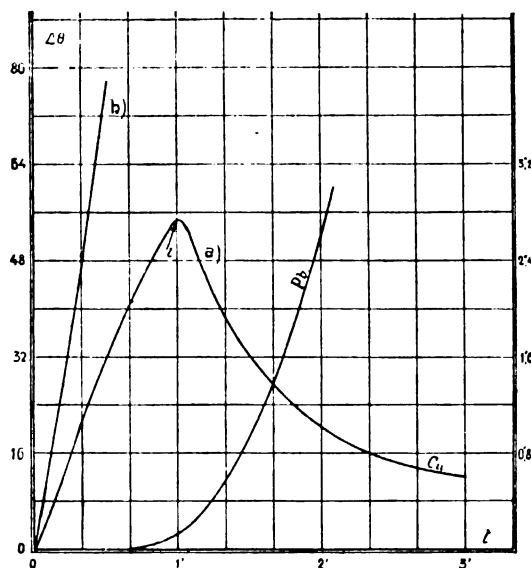


Fig. 1. — Cavo 1 x 10 I = 212 ampere costanti.

- a) curva sperimentale
- b) secondo la (I)
- c) distacco sovraccarico.

quale da l'incremento di temperatura del cavo stesso nell'ipotesi di una dispersione di calore nulla attraverso l'isolante, e quello che succede in pratica in cui invece tale dispersione esiste. Mostra diagrammi fig. 1 a 4) in cui sono riportate le curve calcolate colla (I) e quelle sperimentali rilevate mediante misure con pinze termoelettriche su cavi monofasi e trifasi. Da essi si vede che le curve ottenute sperimentalmente hanno delle ordinate di circa metà di quelle delle curve tracciate ammettendo nulla la dispersione del calore, tanto per cavi di piccola che di grande sezione, e ciò anche nei primissimi istanti, perchè la perdita di calore attraverso l'isolante avviene subito appena inserito il carico. Tale perdita obbedisce ad una legge di propagazione molto complessa e che non si è ancora riuscito ad esprimere con una formula: in detta legge vi è una costante dipendente dalla natura

del materiale e inoltre si può ammettere che l'onda termica percorra volumi uguali in tempi uguali. Notevole il fatto che dopo che si è interrotta la corrente, la temperatura alla superficie del rame continua ad aumentare ancora per alcuni secondi (fino a 3'') ciò che rivela che la temperatura del conduttore non è uniforme ma è maggiore al centro che alla periferia: ciò è specialmente visibile nei conduttori cordati. Il raffreddamento avviene molto più lentamente del riscaldamento: i

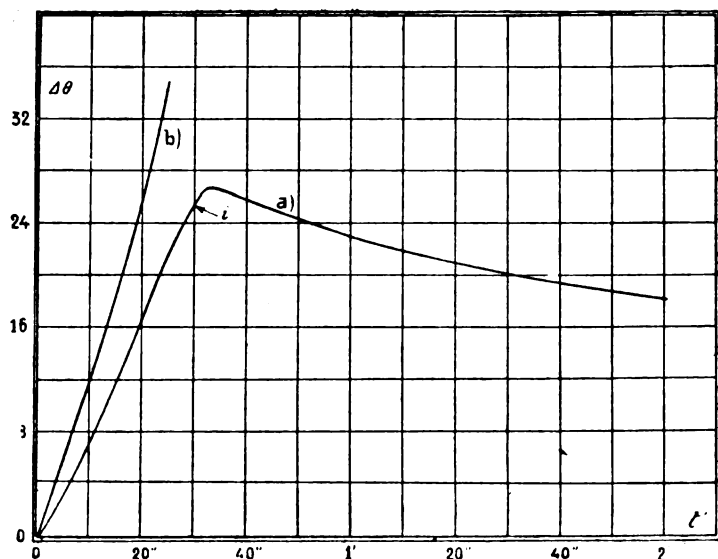


Fig. 2. — Cavo 1x135 I = 2140 ampere costanti.

- a) curva sperimentale
b) secondo la (1)
i) distacco sovraccarico.

cavi sperimentati erano in aria, ma, almeno per riscaldamenti di breve durata come quelli di corto circuito, non si hanno praticamente differenze fra essi e i cavi interrati o in acqua, perchè la velocità dell'onda termica nell'isolante è in proporzione così piccola che la superficie esterna del piombo comincia a riscaldarsi solo dopo un tempo notevole.

Per i cavi sperimentati i tempi che l'onda impiega a raggiungere la superficie esterna vanno da un minimo di 40 secondi a 3 primi e sono all'incirca proporzionali ai volumi dell'isolante. Colla scorta dei dati ricavati dalle curve sperimentali sono state fatte delle curve (fi-

per quelli di piccola, perchè nei cavi grossi si ammettono delle densità di funzionamento normale (1,5 Amp. per mmq.) molto minori che nei cavi di piccola sezione (7 Amp. per mmq.) e nella formula che dà il K la densità di corto circuito e quella normale compaiono al quadrato. In proporzione quindi i cavi di piccola sezione possono sopportare delle correnti di corto circuito di minore entità, ma, di valore sempre più rilevante.

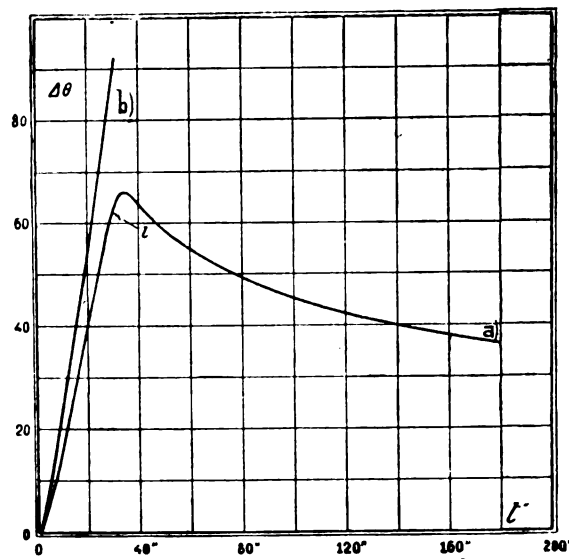


Fig. 3. — Cavo 3x20 I = 296 ampere costanti.

- a) curva sperimentale
b) secondo la (1)
i) distacco sovraccarico.

Dice che, fra tutti i casi di guasti su cavi riscontrati durante la sua pratica gli è accaduto solo due volte di trovare dei cavi che presentavano bruciature, dovute a corto-circuiti; e tutte e due le volte si trattava di cavi di piccola sezione e in cui solo i primissimi strati di carta in vicinanza del conduttore risultavano bruciati per la temperatura eccessiva a cui era giunto il rame: il resto dell'isolante però era ancora buono.

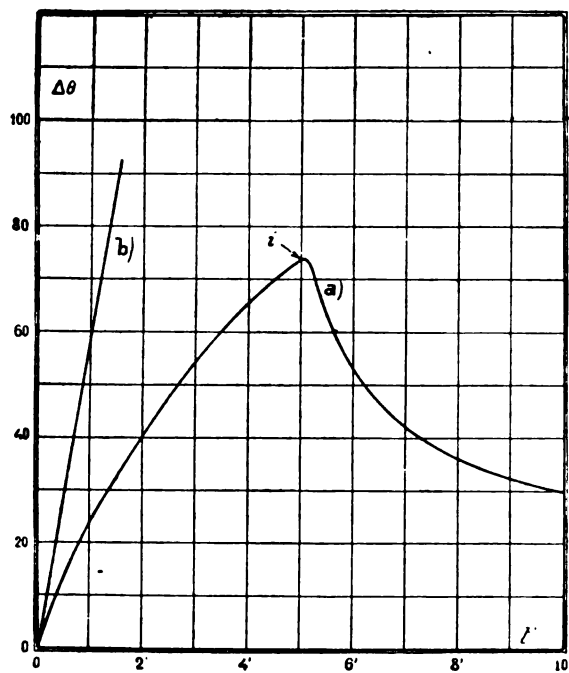


Fig. 4. — Cavo 3x100 I = 2250 ampere costanti.

- a) curva sperimentale
b) secondo la (1)
i) distacco sovraccarico.

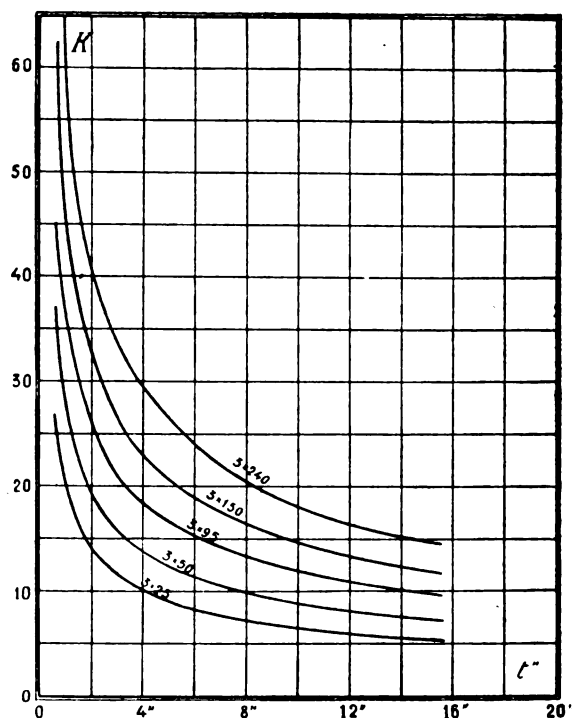


Fig. 5. — Sovraccarico ammissibile nei cavi trifasi

calcolata per θ pratico = 0,6
 θ teorico

gura 5) che danno il rapporto K fra il sovraccarico di corto circuito ammissibile ed il carico normale, in funzione della sezione e del tempo di durata del sovraccarico, quando si ammetta una sopraelevazione del conduttore al disopra dell'ambiente di 25° per carico normale, ed una eccezionale dovuta al sovraccarico, di altri 25°. Il valore K è quindi di quante volte il carico normale può essere sopportato da un cavo per un certo tempo è maggiore per i cavi di grossa sezione che

Vannotti risponde a Campos circa al tempo in cui il macchinario può sopportare corti circuiti. La dispersione di calore risulta una funzione assai complessa delle caratteristiche del tipo di macchina perchè, fra l'altro, a parità di potenza dipende in modo notevole dalla velocità della macchina. Risulta quindi difficilissimo dare delle norme generali, ma conviene invece considerare caso per caso. Le macchine moderne che hanno correnti di corto circuito proporzionalmente assai minori delle vecchie possono naturalmente sopportarle più a lungo.

Personalmente crede che i trasformatori possono resistere più a lungo al corto circuito di quanto è indicato nel diagramma del Vedovelli, mostrato dall'ing. Campos. Non è molto favorevole all'impiego delle reattanze come protezione contro i corti circuiti perchè crede che risultati assai migliori si possono ottenere colla regolazione rapida e automatica dell'eccitazione degli alternatori nelle centrali. Con quest'ultimo sistema si avranno certamente molto meno danni e scoppi di interruttori, perchè in caso di corto circuito i regolatori rapidi, agendo sull'eccitazione, diminuiscono la corrente, e quindi gli automatici degli interruttori possono funzionare in modo selettivo. È possibile infatti tararli con tempi relativamente lunghi, avendosi a che fare con correnti non eccessivamente intense. A suo parere questo sistema si presta specialmente bene per quegli impianti che, a seguito di successivi sviluppi, hanno interruttori insufficienti e mancanza di spazio per installarne di capacità maggiore.

Semenza fa notare che il funzionamento del regolatore automatico differisce da quello delle reattanze perchè il primo interviene efficacemente solo contro il fenomeno termico, impiegando sempre un certo tempo a funzionare, mentre l'azione delle reattanze è immediata e può quindi proteggere contro l'urto elettrodinamico.

Vanotti ammette l'obiezione, dice però che il primo urto deve poter essere sopportato dal macchinario stesso, mentre il pericolo del riscaldamento è completamente evitato dal regolatore automatico.

Campos fa notare che le reattanze dovrebbero anche permettere di eliminare la parte guasta dell'impianto senza disturbare tutta la rimanente rete.

Vannotti osserva che le reattanze assorbono energia durante tutto il funzionamento, e che per essere efficaci devono avere dimensioni notevoli e quindi costo elevato. Il problema va soprattutto considerato caso per caso.

Campos non crede che le reattanze possano risultare troppo costose. Esse vanno poste nelle centrali a monte degli interruttori.

Semenza ritiene che i sistemi in discussione si completino l'un l'altro. Le reattanze poi sono utilissime per i vecchi impianti con macchine a piccola caduta di tensione, e in questo caso servono anche a facilitare la marcia in parallelo cogli impianti nuovi.

Campos da quanto ha esposto *Emanuelli* rileva che si possono ritenere ammissibili nei cavi correnti di corto circuito notevolmente superiori a quelle ammesse dal Vedovelli. Osserva che nelle curve mostrate, interessa specialmente il primo tratto perchè è quello che in pratica si può ritenere corrispondente al caso dei corti circuiti. Questi, infatti normalmente hanno durate di pochi secondi, perchè successivamente entrano in azione gli interruttori. Per poter applicare le formule interessa anche di conoscere il valore massimo della temperatura che si può raggiungere senza compromettere l'isolante. Egli crede che si possono raggiungere circa gli 80°.

Emanuelli per quanto riguarda la temperatura finale ammissibile nel conduttore dice che con la sopraelevazione di temperatura di 25° che è generalmente adottata da noi in Europa e con una temperatura dell'ambiente di posa che raggiunge al massimo 25° si ha una temperatura di funzionamento normale di 50° C.

Non gli sembra consigliabile di giungere a delle temperature di 85° come si fa in America perchè si possono avere dei seri inconvenienti specialmente se questa temperatura è mantenuta per lungo tempo. Ammettendo, come ha fatto, una sopraelevazione di altri 25° per i sovraccarichi di corto circuito, ciò che dà un valore finale di 75° C., si hanno delle intensità 10-15 volte superiori a quelle indicate dal Vedovelli.

Semenza dopo aver chiesto se altri avesse da aggiungere qualche cosa, toglie la seduta, annunciando per la prossima riunione il riepilogo generale e la chiusura delle discussioni delle quali spera possa apparire l'utilità.

*

Verbale della 9ª Seduta - 11 maggio 1923.

Semenza prima di chiudere le discussioni dà la parola a *Perego* che desidera accennare ad un argomento di cui non si è ancora parlato.

Perego intende parlare dei guasti ai telefoni e si chiede, se questi possono essere conseguenza di guasti alle linee. In seguito a corti circuiti, per varie ragioni, le linee telefoniche danno passaggio a correnti molto intense che bruciano gli apparecchi. Questi ultimi sono normalmente protetti da scaricatori e valvole. Se le valvole fondono facilmente, il personale spesso le sostituisce con altre più grosse, ed allora finiscono col bruciare gli apparecchi, cosicchè al momento della ripresa del servizio, quando sono più necessari, i telefoni non funzionano. Negli apparecchi di sua costruzione ha cercato di dare una struttura facilmente conosciuta dal personale, per analogia coll'apparecchiatura dell'alta tensione. Con speciali dispositivi sia sull'impianto telefonico, che sulle linee, si può ottenere che questi guasti non si verifichino facilmente. In qualche linea si è ottenuto che il servizio telefonico procedesse ugualmente anche con una fase a terra dell'alta tensione, e ciò coll'apparecchiatura *Perego* montata a regola d'arte. In caso di guasto, come già altra volta ha accennato, nelle terre circolano centinaia di ampere, e quindi in vicinanza della Centrale e delle sottostazioni si manifestano potenziali assai elevati che attraverso le terre dei telefoni possono danneggiare gli apparecchi. Le linee telefoniche devono essere costruite come linee ad alta tensione e gli

apparecchi devono essere installati in modo che non possono essere influenzati dalle sovrarelevazioni di tensione, mettendoli sopra isolatori, e disponendo convenientemente le terre. Quando una fase va a terra si ha un aumento della tensione inducendo dipendente anche dal forte aumento della corrente di ritorno. Queste induzioni, di molte migliaia di volt in certi casi si manifestano anche nelle linee telefoniche non sorrette dagli stessi pali che portano i fili ad alta tensione, e ciò può dar luogo a pericoli se non sono predisposte opportune protezioni. In una conferenza sugli infortuni sul lavoro, si è molto discusso sui pericoli provenienti dalla promiscuità degli impianti nelle cabine di trasformazione che danno luogo facilmente ad inconvenienti, specialmente se valvole e scaricatori sono insufficienti. Anche negli impianti telefonici bisogna tenere conto delle eventualità di pericoli di questo genere.

Semenza ringrazia *Perego*, ed invita i colleghi che avessero eventuali obiezioni o desiderassero ulteriori schiarimenti a prendere la parola.

Nessuno interloquisce sull'argomento.

Piazzioli vorrebbe domandare ai colleghi se vi sia qualcuno che abbia escogitato provvedimenti efficaci per evitare le messe a terra ed i corti circuiti cui danno luogo sulle condutture aeree gli uccelli.

Questa causa, apparentemente banale, di disservizi, su qualche linea si ripete di frequente durante il periodo della nidificazione, che coincide con quello della fienagione (da fine aprile a fine maggio); gli uccelli che trasportano, per nidificare, dei filamenti erbosi sui sostegni, danno luogo a scariche tra conduttori e sostegni, e tra conduttori sovrapposti, e causano interruzioni di servizio.

Specialmente soggetti a questo inconveniente sono i tratti di linee ad alta tensione che attraversano terreni di pianura a vegetazione intensiva. Le epoche in cui avvengono siffatti disturbi e le osservazioni del personale di linea stanno a confermare l'origine accennata.

Semenza crede che tutti gli esercenti abbiano avute noie per queste ragioni.

Giorgi parla di qualche disservizio da lui osservato sulle linee della Conti, specialmente in quelle di pianura. E' impossibile impedire agli uccelli di fare il nido sui pali, e questo può provocare interruzione di servizio ed essere anche causa di disgrazie per il fatto che i ragazzi salgono sui pali per prendere i nidi, ciò che risulta assai difficile di impedire in modo assoluto. Dice d'aver avuto rotture di fili a causa del fieno che il vento portava sui fili stessi e che dava luogo ad archi.

Piazzioli risponde che non ha avuto occasioni di lamentare disgrazie per ragazzi che si arrampicano sui sostegni in cerca di nidi. Osserva che gli uccelli provocano la interruzione non direttamente pel fatto dei nidi nei tralicci, ma quando, per cercare il sito adatto a nidificare, si vanno posando sui conduttori presso agli isolatori mentre portano col becco filamenti erbosi relativamente lunghi; dagli imperfetti contatti prodotti dai filamenti erbosi tra conduttori e conduttori e più spesso tra conduttori e sostegni, conseguono archi e sfiammate.

Può citare una palificazione con una terza di conduttori nella quale, ed esclusivamente nella stagione accennata, aveva luogo un certo numero di disturbi dovuti agli uccelli; l'impianto di una seconda terza sui medesimi sostegni ha aumentato notevolmente negli anni successivi e nella medesima epoca i lamenti inconvenienti.

Ad altre domande risponde che i sostegni più vicini agli attraversamenti di strade, sembrano preferiti dagli uccelli; che i rimedi tentati hanno dato poco risultato, che nella linea a cui allude, i conduttori distano tra loro non meno di 1600 m/m; la distanza minima tra conduttori e ferro è però minore; le posizioni in cui hanno avuto luogo le sfiammate o gli archi si riconoscono facilmente, all'ispezione, per i segni lasciati dagli archi sui conduttori.

In generale l'interruzione di servizio è di breve durata, qualche volta di pochi secondi, e gli archi si interrompono quasi subito pel ridursi della tensione.

Tuttavia ciò si ripercuote spiacevolmente sui servizi dipendenti, per esempio, tramvie ed acqua potabile, per il tempo necessario a rimettere in sincronismo i motori sincroni che hanno perduto il passo e per compiere le altre manovre richieste dalla specialità dei detti servizi.

Semenza chiede se il bilancio dei tram non risente dei forti danni per queste interruzioni.

Piazzioli risponde che non lo sa, ma che gli sembra che siffatte brevi interruzioni del servizio tramviario non debbano dar luogo a perdite di introiti perchè il pubblico in generale non rinuncia alla corsa ed affolla maggiormente le vetture alla ripresa del servizio. Ciò, naturalmente, entro certi limiti.

Rebora a proposito delle interruzioni date dagli uccelli crede che si possa affermare con sicurezza la loro responsabilità solo nel caso di grandi uccelli; talvolta anche altri animali come: scoiattoli, faine e simili, possono provocare guasti. L'opinione che i corti circuiti possano essere provocati tra filo e filo lungo le campate, da pagliuzze trasportate da piccoli uccelli non gli sembra molto verosimile. Basta pensare infatti alle distanze che intercedono fra i conduttori delle linee ad alta tensione, ed alla lunghezza delle pagliuzze che gli uccelli sollevano. Non è da escludersi che in determinati casi gli uccelli possano forse, trasportando fili d'erba o di paglia, creare condizioni pericolose sui pali (fra testa di isolatore e palo) ma bisognerebbe, per poter affermare il fatto, che la esperienza documentata lo dimostrasse.

Piazzioli risponde che i non frequenti inconvenienti dovuti a grossi uccelli avvengono, a suo credere, nelle linee a non molto alta tensione, nelle quali i conduttori di diversa fase sono relativamente vi-

cini; ciò che ha anche avuto qualche occasione di constatare. Nel caso di conduttori relativamente distanti tra loro e, benché meno, pure distanti dai sostegni, ritiene poco probabile questo genere di incidenti, mentre il fatto dimostra la dannosità di numerosi e anche piccoli uccelli (come i passeri) nidificanti; ciò che è confermato, come già detto, dall'epoca in cui hanno luogo gli inconvenienti ai quali ha accennato e dal fatto che avvengono in regioni dove gli uccelli trovano e possono trasportare più o meno lunghi filamenti erbosi.

Rebora osserva che il fieno può essere trasportato anche dal vento.

Piazzoli dice di aver infatti avuto occasioni di constatare sfiamate tra fili provocate dal fieno portato dal vento sulle linee, ma crede che ciò avvenga meno frequentemente.

Essendo esaurita questa discussione, Semenza dà la parola a Taccani.

Taccani ricorda d'aver affermato, all'inizio dell'interessantissima discussione, la necessità di tener presente anche il problema economico; il quale secondo lui non è stato sufficientemente approfondito e prosegue:

«Permettete ch'io tragga qualche conclusione pratica delle discussioni che si sono svolte: ed anzitutto permetteremi di constatare che vera discussione non c'è stata che su qualche punto particolare; mentre su parecchi altri punti e per ciò che riguarda specialmente il servizio, abbiamo bensì sentito enumerare gli inconvenienti che spesso si verificano nella pratica giornaliera, ma per la maggior parte di essi non si indicarono i mezzi pratici e sicuri per evitarli.

I costruttori intervenendo nelle conversazioni nelle ultime sedute ci hanno descritto i più moderni apparecchi e dispositivi di manovra e di protezione, e noi dobbiamo essere loro grati anche se ciò non riguarda a stretto rigore l'esercizio, ma bensì la costruzione degli impianti.

Io ritengo che le principali cause del meno buono andamento del servizio di produzione e distribuzione dell'energia elettrica in questo ultimo decennio siano le seguenti:

a) lo sfruttamento intensivo ed integrale degli impianti di produzione e la conseguente attenuazione delle riserve di macchinario. Un guasto in centrale, ed un modesto sovraccarico, producono quasi sempre, in tali condizioni, una interruzione od almeno forti deficienze nelle frequenze e nelle tensioni.

b) lo sfruttamento intensivo delle condutture e l'esasperazione della loro capacità di trasmissione, ciò che produce variazioni notevoli nelle tensioni di distribuzione.

c) la marcia in parallelo degli impianti generatori il che fa sì che in certi momenti entrino in gioco attraverso gli organi di manovra e gli avvolgimenti delle macchine, intensità di corrente, e valori di tensione non previsti, né forse prevedibili.

I rimedi per eliminare tali cause di disservizio sono ovvi: aumentare gli impianti di produzione e munirli di adeguate riserve di macchinario; aumentare la capacità di trasmissione delle condutture e munirle di opportuni organi di sezionamento e protezione; eliminare od almeno ridurre la marcia in parallelo delle varie centrali, usufruendo del parallelo per il solo passaggio di carico da una centrale all'altra: volendo mantenere il parallelo, proporzionare gli organi di comando e di protezione, nonché gli avvolgimenti delle macchine ad intensità e tensioni molto superiori a quelle normali d'esercizio: suddividere il più possibile i circuiti di utilizzazione, in modo che un eventuale guasto su uno di essi non si ripercuota sugli altri.

Questi rimedi però hanno un gravissimo difetto: costano soldi, molti soldi.

Io ho la convinzione che qualunque dei nostri ottimi tecnici, se potesse prescindere dall'elemento spesa, saprebbe costruire ed esercitare impianti elettrici tali da fornire una perfetta regolarità di servizio. Mi ricordo di avere udito da qualcuno dei colleghi che hanno avuta la fortuna di visitare il Nord-America che là le interruzioni sono sconosciute o quasi: ma abbiamo però anche udito dalla bocca del nostro collega Lieb, che in America l'energia si produce e si trasporta come da noi mediante correnti trifasi, ma queste si trasformano all'arrivo nei centri abitati in corrente continua, e questa, mediante impianti presidiati da proporzionate batterie di accumulatori si distribuisce agli utenti. E questo certamente un sistema che riduce al minimo la probabilità di interruzioni, e ben lo sanno i fortunati che abitano in piazza del Duomo ed adiacenze e che sino a pochi mesi or sono furono serviti con corrente continua. In America sono anche molto più rari che da noi i guasti ai macchinari: ma i macchinari che là si usano, sono calcolati molto più largamente e costruiti molto più robustamente che da noi.

Con macchinari largamente previsti, dimensionati ed isolati, con meccanismi di manovra e di protezione quali ce li hanno descritti i nostri costruttori, i quali però si sono dimenticati di indicarcene il costo, con linee abbondanti, ben isolate e protette e munite di riserve, colla separazione dei circuiti in modo da evitare le troppo complicate marce in parallelo, colla costruzione di proporzionate e ben situate centrali termiche di riserva e magari coll'adozione della corrente continua per la distribuzione nei principali centri, io ho la ferma convinzione che anche in Italia il servizio potrebbe diventare perfetto.

I nostri tecnici che sono stati sempre all'avanguardia per la genialità dei trovati, saprebbero ben esserlo anche nella perfezione delle applicazioni. Perché ciò non avviene? Perché tutto ciò costerebbe moltissimo, costerebbe troppo rispetto ai ricavi che le aziende hanno, troppo rispetto ai prezzi consentiti dalle leggi e dalla clientela.

In America, dove la densità di distribuzione è incomparabilmente maggiore che da noi (il consumo per abitante è di 500-600 kWh all'anno, mentre da noi supera appena 100 kWh), le tariffe di vendita dell'energia idraulica per forza motrice variano da 4 a 6 cent. ossia, in moneta nostra, da 0,80 a 1,20 al kWh: ed in tali prezzi non è compreso il sovrapprezzo termico. In Inghilterra la luce si vende a prezzi che vanno da 10 pence ad 1 scellino, in moneta nostra da L. 4 a L. 5 per kWh, la forza motrice viene pagata da 5 a 6 pence, ossia da L. 2 a L. 2,50 per kWh: in Francia il prezzo della luce va da 1 a 2 franchi, ossia da L. 1,50 a L. 3, quello della forza motrice da franchi 0,30 a franchi 0,50 ossia da L. 0,45 a L. 0,75 per kWh.

Da noi si è preteso dal Governo, sin dall'inizio della guerra, di calmierare il prezzo dell'energia elettrica, non consentendo alcun aumento di prezzo, od almeno nessuna modificazione ai prezzi contrattuali; il che era perfettamente equivalente, perché nella massima parte dei casi esistevano contratti a lunga scadenza, e convenzioni coi Comuni ad ancor più lunga scadenza, che fissavano le tariffe di vendita: e si è avuto l'esito che hanno avuto tutti i calmieri. La rarefazione della merce ed il peggioramento della qualità. Le aziende che vedevano crescere in modo impressionante le spese, senza aver modo alcuno di rivalersi sugli utenti, e che d'altra parte erano assillate da sempre maggiori richieste di fornitura, richieste talvolta persino imposte d'autorità, si videro spinte, meglio costrette, a sfruttare al massimo le loro disponibilità idriche, i loro impianti di produzione e distribuzione: le manutenzioni, sia per la deficienza di materiali e di mano d'opera, sia per la mancanza di disponibilità nei bilanci, furono ridotte al minimo; e così naturalmente, logicamente, gli inconvenienti di servizio si moltiplicarono e si fecero più gravi.

Più tardi, a guerra finita, due decreti consentirono alle aziende aumenti sui prezzi contrattuali prebellici nella misura complessiva dell'87 1/2 %.

Ciò mentre i prezzi dei materiali e della mano d'opera erano quintuplicati, sestuplicati, mentre le tasse erano triplicate, mentre i prezzi di tutte le altre prestazioni e forniture, non escluse quelle costituenti servizio pubblico statale e privato, ferrovie, telegrafo, posta, telefono, erano aumentati in ben diversa e maggior misura.

E bensì vero che il calmieramento riguardava solo le forniture basate su contratti prebellici, e lasciava libera la contrattazione negli altri casi, ma è anche vero che moltissimi contratti e convenzioni prebelliche sono ancora in vigore oggi e lo saranno per parecchio altro tempo, e che d'altra parte i prezzi liberi non possono, per ragioni evidenti, troppo discostarsi da quelli calmierati. Tant'è vero che là dove le aziende, non vincolate da contratti o convenzioni, hanno tentato di raggiungere prezzi che pur non superano, nella grandissima maggioranza, le due volte e mezzo il prezzo prebellico, hanno visto sorgere contro di loro agitazioni di utenti, spalleggiati quasi sempre dalle Autorità locali, amministrative, politiche, dalle associazioni commerciali e industriali, e talora anche rafforzate da argomenti... fascistici.

E perciò necessario che il pubblico degli utenti si persuada che come si è rassegnato a pagare cinque e più volte più dell'anteguerra, il pane, il vino, il carbone, il gas, le vesti, il biglietto della ferrovia, i francobolli, i telegrammi e le comunicazioni telefoniche, così anche l'energia ha non solo diritto, ma necessità di un più alto prezzo, proporzionato all'aumento delle spese di costruzione, manutenzione ed esercizio degli impianti. Occorre che il pubblico non pretenda di pagare per la luce elettrica meno della quarta parte di quel che spenderebbe con qualsiasi altro genere di illuminazione, e per la forza motrice una sola aliquota di quel che costerebbe una motrice a vapore od un motore Diesel.

Solo in tal modo sarà possibile alle aziende di provvedere a tutti quei miglioramenti nei loro impianti che possano valere a rendere il servizio com'è nel desiderio di tutti.

Semenza ringrazia Taccani, ed invita i colleghi a prendere in considerazione le osservazioni da lui esposte. Non chiedendo nessuno la parola osserva per proprio conto che Taccani considera la spesa per il miglioramento degli impianti come un capitale investito unicamente allo scopo di rendere più regolare il servizio per l'utente, senza che ne derivi vantaggio per l'esercente l'impresa. Ciò non è esatto: Il disservizio è quasi sempre accompagnato da guasti la cui riparazione costa assai; inoltre le interruzioni di servizio rappresentano un forte danno per l'esercente a causa dell'energia non venduta. Quando si fornisce una tensione molto variabile si perdono i troppi Watt in linea, e non è difficile vedere col calcolo che i kWh perduti durante un anno per le numerose interruzioni rappresentano una somma che, capitalizzata, permetterebbe molte migliorie. Ha inoltre l'impressione che si sia esagerato il costo dei miglioramenti perché in molti casi questi si possono ottenere con una semplice opera di coordinamento.

Vi sono disservizi che si possono eliminare ed altri non eliminabili anche introducendo perfezionamenti. Questa distinzione non è assuita, ma dipende dal modo con cui si sono fatti i singoli impianti. Quando un disservizio non è eliminabile bisogna studiare la maniera di limitarne gli effetti escludendo la parte guasta senza che abbiano a risentirne danno le altre parti. Così si rientra nel problema degli automatici e dei relais che venne da noi trattato.

Taccani non nega che i miglioramenti portati agli impianti siano di vantaggio anche al distributore; ma afferma che ai costi attuali es'è una forte sproporzione tra il vantaggio e la spesa. Ad esempio, un impianto costato anteguerra 7 milioni, ha dovuto spendere ora più di due milioni per miglioramenti di servizio, con vantaggi piccolissimi

per l'azienda, ed invece forti per l'utente. Ne risulta che il capitale rimane molto gravato. Non è vero che tutti i miglioramenti diminuiscono i guasti alle macchine! Assai spesso questi rimangono, ma si fanno sentire meno sugli utenti perchè si hanno installazioni di riserva. Il danno per il distributore, invece permane. Dato che i miglioramenti portano un vantaggio più grande all'utente che al distributore, sarebbe giusto che l'utente ne compensasse in parte le spese, pagando di più l'energia.

Quanto al dirigente unico di cui si è parlato, bisogna pensare che in certi momenti hanno marciato in parallelo tutte le centrali dell'alta Italia, e che quindi oltre alle difficoltà tecniche che detto comando unico presenta, non gli sembra che esso rappresenti la soluzione più conveniente dal punto di vista industriale. Si arriverebbe ad una unificazione tecnica che non sarebbe molto lontana dalla tanto deprecata statizzazione degli impianti. E del parere che si sia abusato della marcia in parallelo, e che quindi convenga ridurla a gruppi più modesti, benchè ciò comporti una minor utilizzazione dell'acqua disponibile. Questo rappresenta un danno economico; ma però meno notevole di quello derivante dai guasti e dagli inconvenienti di servizio causati dai grandi paralleli.

Le sue parole hanno avuto lo scopo di opporsi alla nuova demagogia che ora tende a manifestarsi e che chiede ai distributori di energia elettrica, i cui prezzi sono stati finora tenuti artificialmente al disotto di tutti gli altri valori, di diminuirli ulteriormente, contrariamente ad ogni principio economico.

Rebora riguardo all'allarme suscitato in qualche collega dalla proposta del dirigente unico, crede utile definire nettamente le mansioni di questo funzionario, perchè non rimanga l'impressione che esso con la sua opera possa paralizzare la libertà delle singole aziende.

Semenza quando ha parlato del dirigente unico si riferiva al servizio interno di quelle Società che avendo alcune centrali idrauliche ad efflusso continuo e a serbatoio, e centrali termiche, debbono risolvere il problema di utilizzarle nel modo più economico. Il dirigente unico non solo permette la massima economia ma facilita anche la ripresa del servizio in caso di interruzione.

È certo però che quando si vogliono far funzionare in parallelo impianti di diverse società questo problema economico e di regolarità di servizio permane e anzi direi si aggrava.

Sempre rimanendo nel campo puramente tecnico economico sembra ben difficile, in via generale raggiungere una soddisfacente marcia in parallelo di impianti appartenenti a diverse direzioni se queste non delegano ad un ente solo il comando. Come non è concepibile l'azione di esercenti alleati contro un nemico comune senza un comando unico, così non è possibile vincere tutte le difficoltà di una estesa marcia in parallelo quando ogni zona manovra indipendentemente dall'altra.

Quindi se questa condizione di comando unico non può essere raggiunta, meglio rinunciare al parallelo permanente e sostituire delle zone scambiabili, con paralleli temporanei.

Ritiene che ormai sia giunto il momento di chiudere la serie delle conversazioni e così continua.

«Nel corso di queste riunioni che nella nostra intenzione dovevano essere tre o quattro e che sono diventate circa nove, abbiamo toccato numerosi argomenti che ritengo ben riassumere e coordinare, tentando di esporre le conclusioni alle quali le discussioni hanno portato.

Si era dapprincipio tentata una classificazione degli argomenti da trattare, ma per strada essi si sono ingarbugliati fra di loro: comunque si può riordinarli seguendo le varie parti degli impianti.

Sulle centrali ammesso che oggi si sanno costruire centrali, sulle cui sbarre collettrici si possono escludere pericoli di corti circuiti, ci si è fermati subito sull'opportunità di avere sugli alternatori degli interruttori automatici o meno. La discussione si è estesa all'impiego dei regolatori automatici, di disseccitazione parziale o totale toccando anche dei sistemi di protezione differenziale e quantunque i pareri fossero vari quello prevalente sembra essere il seguente:

«esser preferibile non munire gli interruttori degli alternatori di dispositivo automatico, potendo risultare gravi gli effetti dell'apertura di questi e non potendo essi in ogni modo evitare i contraccolpi di carattere elettrodinamico dovuti ai corti circuiti. Essere preferibile l'uso di regolatore automatico di disseccitazione pel caso di corti circuiti esterni e di dispositivo di protezione differenziale per i guasti interni delle macchine».

Si trattò anche della reattanza interna degli alternatori concludendo per la opportunità che tale reattanza sia elevata. E bensì vero che allo stato attuale il fatto che le vecchie macchine sono a reattanza piccola dà luogo nei paralleli fra centrali a inconvenienti: a questo però si può ovviare colla aggiunta di opportune bobine di reattanza.

La discussione sui guasti interni delle officine diede occasione all'Ing. Campos di presentare una notevole memoria sui guasti dei trasformatori di corrente e sui modi per impedirli: argomenti assai importanti giacchè questi appunto rappresentano un punto debole negli impianti.

Per quanto riguarda i trasformatori, parve prevalere l'opinione che si debba consentire in essi una forte caduta di tensione, ma che soprattutto convenga indirizzare l'opinione generale a provocare un miglioramento nelle caratteristiche costruttive sia d'isolamento che di robustezza essendo conveniente spendere di più nel primo impianto piuttosto che avere numerosi guasti in esercizio. Per la protezione contro i guasti interni si raccomandano i dispositivi differenziali.

Venendo alle linee di trasmissione un primo argomento trattato fu

quello della messa a terra del centro dei trasformatori e su questo punto si ebbero pareri discordi: tuttavia sembra che per le altissime tensioni i più propendono per la opportunità della messa a terra e fra questi è prevalente la tendenza all'impiego di una terra netta senza resistenza a reattanza interposte; mentre più dubia appare l'opinione per le medie e basse tensioni.

Sulla opportunità di rivedere periodicamente le linee in modo da eliminare gli isolatori guasti prima che si perforino, i tecnici avverti in esercizio linee sembrano poco disposti ad ammetterla.

Risulta che su alcune linee si è tentata l'applicazione di qualcuno dei metodi usati negli Stati Uniti d'America ma che, anche per la opposizione del personale i tentativi vennero abbandonati.

L'impiego della corda di terra come protezione contro le sovratensioni ha dato luogo a dichiarazioni interessanti, dalle quali si può rilevare che in molti casi la corda di terra sembra dar risultati soddisfacenti. Vi sono però alcuni che ritengono che le noie che la corda può dare non giustifichino i vantaggi che essi non ritengono ancora dimostrati. Risulterebbe anche che la posizione della corda rispetto ai fili sia indifferente ai fini della protezione.

La discussione si è dalla corda di terra facilmente estesa alle protezioni in genere sul quale tema contro una piccola maggioranza di oratori favorevoli agli scaricatori di vari tipi, la maggioranza si è orientata verso questo concetto «che gli scaricatori, specie quelli a spazio d'aria sono poco efficaci e spesso causa essi stessi di guasti e che perciò è bene ricercare la protezione in reattanze (per es. tipo Campos) ma soprattutto nel rafforzamento di tutti gli elementi formanti l'impianto (generatori, isolatori, trasformatori) abbondando negli isolanti e nello spaziamento dei conduttori.

Sui pericoli degli scaricafulmini riferì dati interessanti l'Ing. Rebora, e sull'argomento degli isolatori furono presentate memorie dai colleghi Ing. Kerkaker e Ing. Perotto.

Una discussione molto interessante si svolse sulla questione di relais di comando degli interruttori automatici, sul loro impiego e sulla loro regolazione negli impianti.

Intorno a questi apparecchi ed al loro funzionamento il prof. Barbagelata fece una completa e chiara esposizione intesa a porre dinanzi all'assemblea gli schemi dei vari apparati e i campi dell'impiego di ciascuno.

Confrontando l'impiego attuale dei relais in Italia con quello di altri paesi, è risultato che fino ad ora i nostri tecnici non abbiano dato abbastanza attenzione a questo lato del problema della trasmissione e della distribuzione e parve esservi il consenso che sia desiderabile uno studio più profondo della questione. Inoltre è emersa dalla discussione l'importanza e quasi la necessità che tutti i relais di una rete siano regolati secondo le direttive e le istruzioni di un unico ufficio tecnico a ciò delegato. Si ebbe in questa discussione l'occasione di illustrare la funzione del Dirigente Unico dell'esercizio, la cui azione sembrerebbe giustificata anche in molti dei nostri grandi impianti.

Sull'argomento degli interruttori automatici l'Ing. Vannotti ha presentato una serie di oscillogrammi di apertura di interruttori in olio dai quali risulta come all'apertura non si manifestino sovratensioni. Siccome però molti dei presenti hanno dovuto in pratica notare sopraelevazioni fortissime e disastrose fra i poli degli interruttori, al momento dell'apertura, se ne conclude che le condizioni di prova descritte dall'Ing. Vannotti non corrispondono a quelle che spesso si riscontrano nella pratica, dove i circuiti esterni contengono reattanze e capacità, perciò sarebbe interessante che le prove si ripetessero in modo da tenerne conto.

Relativamente agli interruttori si osserva poi che gran parte dei guasti avvengono per essere gli interruttori troppo scarsi per la potenza da interrompere, ciò che è derivato dal troppo rapido incremento degli impianti e dai grandi collegamenti in parallelo.

A proposito dei quali collegamenti il problema economico è sembrato doversi fissare nel modo seguente: la marcia in parallelo di molti impianti rappresenta la tendenza all'utilizzazione più completa delle forze idrauliche e quindi alla riduzione al minimo dell'impiego delle centrali termiche di sussidio; però questa estesa marcia in parallelo può dar luogo ad inconvenienti economicamente così gravi da controbilanciare tale economia. E allora il caso di ricorrere a reti separate con tratti intermedi intercambiabili.

Nelle ultime serate si ebbero due comunicazioni dell'Ing. Campos sull'impiego delle reattanze nelle quali egli richiama l'attenzione sulla necessità di tener conto della massima capacità di sovraccarico dei vari elementi dei circuiti onde poter avere una base di calcolo per le reattanze stesse. A questo proposito si ebbero interessanti dati dall'Ing. Vannotti sulle macchine e dell'Ing. Emanueli sui cavi.

Questa dunque una sintesi del lavoro fatto e dei punti toccati: e ritengo che non dobbiamo lagnarci dei risultati ottenuti.

Scopo nostro era mettere in luce i problemi tecnici che si connettono colla continuità del servizio: e questi problemi sono stati portati qui, esaminati e discussi, ed alla luce di queste discussioni è emersa tutta la loro importanza e diciamo pure la loro difficoltà. Il fatto stesso che su molti punti, tecnici di egual valore dissentono nettamente, significa che era utile parlarne e sarà utile farlo ancora. Le nostre discussioni ci hanno mostrato che dobbiamo ancora molto studiare e che in alcuni argomenti siamo ancora molto indietro di fronte alla perfezione ed alla modernità delle nostre centrali e delle nostre linee.

Per concludere, dunque, non mi resta che esprimere l'augurio che tutti quelli che sono intervenuti a queste riunioni avranno acquistata la coscienza dei problemi impellenti che vi sono, ancora da risolvere. Vo-

gliamo che i nostri impianti, come sono fra i primi per la loro costruzione, divengano anche i primi per la bontà del loro esercizio. L'Associazione Elettrotecnica Italiana, che rappresenta l'universalità degli Elettrotecnici, nostri, ritiene che questo sia un problema alla soluzione del quale è suo dovere di portare tutto il suo concorso.

* *

SEZIONE DI BOLOGNA

Il 29 aprile l'Ing. G. Somaini tenne una comunicazione, riuscita oltremodo interessante, su gli *Apparecchi a mercurio integratori di flusso magnetico*, mostrando, con brillanti esperimenti, la praticità dell'uso e la grande sensibilità e prontezza degli apparecchi ideati. Il testo della comunicazione è stato riprodotto nel n. 8 dell'*Elettrotecnica* di quest'anno.

Il 13 ed il 14 maggio si ebbero due comunicazioni assai importanti sul *Trasformatore statico universale a doppio circuito magnetico per sistemi di correnti polifasi*.

Fin dall'anno 1911 il Prof. L. Donati presentava all'Accademia delle Scienze di Bologna (tornata del 12 marzo) una memoria, nella quale dimostrava, nel modo più generale, come da due flussi alternativi di egual frequenza, ma spostati di fase, fosse possibile, per via d'induzione elettro-magnetica, ottenere un sistema polifase qualsiasi di forze elettromotrici. E poichè questo problema, tecnicamente molto importante, ebbe dallo Scott in poi varie soluzioni, senza però che queste fossero presentate come soluzioni particolari di un caso generale, la Sezione di Bologna invitò il Prof. Donati a riassumere per i soci il contenuto di quella memoria, ciò ch'egli fece nella mattina di domenica 13 maggio, con la sua consueta profondità, approfittandone anche per mettere in evidenza certe particolari relazioni che hanno stretta attinenza col funzionamento dei trasformatori statici.

Egli chiama trasformatore statico universale un sistema di due circuiti magnetici, A e B, eccitati da due correnti alternative di pari frequenza, ma spostate di fase, per es., un quarto di periodo, sopra i nuclei dei quali sieno disposti gruppi di spire che diverranno sede di fem. alternative, il cui valore efficace dipenderà dal numero di spire scelto. Quelle del nucleo A risulteranno spostate di un quarto di periodo rispetto a quelle del nucleo B; per conseguenza, associando in serie le spire di un gruppo di A con quelle di un gruppo di B, sarà possibile, in dipendenza del senso con cui verrà fatto il collegamento, ottenere una fem. risultante di grandezza e fase prestabilita. Ripetendo l'operazione per altre coppie di gruppi di spire, si otterranno le altre fem. atte a dare, nel complesso, un sistema polifase di fem.

Adottando, per la costruzione, gli identici criteri che mirano, nei comuni trasformatori monofasi, a rendere minima la dispersione, si può senza difficoltà dimostrare che il sistema può rendersi elettricamente e magneticamente equilibrato, e si possono pertanto effettuare tutte le trasformazioni che la tecnica richiede.

E terminò applauditissimo facendo risaltare di quanta utilità sia risalire sempre, nello studio di qualunque problema, a quei principi di grande generalità, da cui prendono lo spunto tutte le questioni di carattere applicativo, toccando spesso, come a colui che, rifacendo la via della montagna, scorge ogni volta all'orizzonte qualche cosa che prima gli era sfuggito.

La sera successiva poi, il Prof. Sartori diede la dimostrazione sperimentale di quanto era stato esposto dal Prof. Donati, con una serie di riuscite esperienze a mezzo di un tubo di Braun, che vivamente interessarono l'uditorio. Egli passò poi a dimostrare come tutte le diverse soluzioni date al problema della trasformazione di un sistema bifase in trifase o viceversa (Scott, Kubel, Stern e Sonn), altro non sono che soluzioni particolari della soluzione generale proposta fin dal 1911 dal Prof. Donati, e rimasta ignorata ai più. Solo la soluzione Scott era allora conosciuta; le altre vennero in tempi molto recenti, ed ebbero anche il riconoscimento della novità in paesi ove vien fatto il cosiddetto esame preventivo per le domande di brevetto. Giusto era dunque che l'Associazione Elettrotecnica Italiana rivendicasse, per uno dei suoi soci più illustri, la priorità dell'idea del trasformatore statico polifase universale, che tutte le soluzioni particolari comprende.

* *

Grande interesse hanno suscitato le due riunioni del 7 e del 10 giugno, dedicate a «Gli impianti idroelettrici per trazione delle Ferrovie dello Stato sull'Alto Reno e sulle Limentre». L'Amministrazione delle F.F. S.S. aveva da tempo posta la riserva su tutto l'alto corso del fiume Reno sino alla confluenza col Setta, e su tutti i suoi affluenti, ad eccezione dei torrenti Marano, Aneva, Vergatello. I progetti elaborati negli ultimi due anni prevedevano l'utilizzazione dei corsi d'acqua suindicati; si sapeva che si trattava di impianti apenninici grandiosi, ma le notizie di dominio pubblico erano molto scarse (nessuna pubblicazione è ancora stata fatta sull'argomento) e viva era quindi l'attesa per conoscere con esattezza quanto si aveva in animo di fare.

La Presidenza della Sezione vuole qui esprimere i più vivi ringraziamenti alla Direzione della Elettificazione ferroviaria per aver consentito di comunicare alla Sezione di Bologna i dettagli del

vasto piano di utilizzazione delle acque dell'alto Appennino bolognese, e per le cordiali accoglienze fatte ai Soci che si recarono in gita ai cantieri di lavoro.

Il 7 giugno l'Ing. Luigi Manfredini, che sin dei primi tempi attende ai progetti e ai lavori, illustrò in una succosa relazione, che verrà pubblicata prossimamente, il quadro complessivo dell'utilizzazione idroelettrica. Al termine della comunicazione, molto applaudita, si accese una interessante discussione su alcuni dettagli dei progetti, alla quale parteciparono il Prof. Sartori, Ing. Moretti, Ing. Rigghi, Ing. Manfredini e altri.

Il 10 giugno oltre sessanta soci, datisi convegno a Ponte della Venturina alle 8 del mattino, si recarono, in una quindicina di automobili a visitare prima i lavori iniziati a Molino del Pallone per la captazione delle acque dell'alto Reno e per il loro convogliamento in galleria sino alla Limentra di Sambuca. Portatisi quindi a Pavana, visitarono la galleria per cui le acque del Reno verranno a unirsi alle acque della Limentra di Sambuca; percorsero, nel trenino di servizio, la galleria, già perforata per un chilometro, che condurrà le acque sino ai grandi laghi artificiali della Limentra di Treppio; visitarono i cantieri ove ferve il lavoro per l'erezione della diga di Pavana, accolti e... rinfrescati dal direttore dell'Impresa, Ing. Vercellino. Dopo la colazione, che ebbe luogo a Bagni di Porretta e alla quale tutti fecero onore con appetito montanino, in un'ora di percorso automobilistico a *tournequêts* i gitanti pervennero alle strette di Suviana e di Castrola, dove saranno costruite due dighe ad archi multipli che chiuderanno due laghi di 40 milioni di m³ ciascuno, e dove sorgeranno le prime due grandi centrali previste per il servizio di punta (60 mila kW; 70 milioni di kWh). Furono visitati i cantieri di lavoro della galleria di fondo del lago inferiore e del canale sub-alveo di scarico della centrale.

Alle ore 19, dopo un breve riposo e ristoro a Riola, la comitiva, nella quale molte gentili signore avevano portato il brio della loro attraente compagnia, infaticabili nelle ascese e impavide sui carrelli delle discenderie e delle teleferiche, si congedò dai valenti tecnici preposti ai lavori: Comm. Girola, capo della Elettificazione; Ing. Pellagatti, Ing. Manfredini, Ing. Mirone, Ing. Frankenthal, e fece ritorno a Bologna, augurando di ritornare presto, assai presto, e in treno elettrico mosso dall'energia prodotta dagli impianti visitati.

* *

Il 1° luglio ha avuto luogo una gita agli impianti in esercizio, in costruzione della S. B. E. sui torrenti Brasimone, Setta e Gambellato. Ne daremo più ampia notifica nel prossimo numero.

* *

Costituzione della Sezione Sarda dell'A. E. I.

La Presidenza Generale è lieta di comunicare ai Soci che la formazione della nuova Sezione Sarda è un fatto compiuto.

Sorta per l'iniziativa e l'entusiasmo dei Colleghi Ing. Dolcetta, Ing. Silva ed Ing. Passerini, si è rapidamente costituita, raccogliendo un primo nucleo di 35 Soci, dei quali solo una decina appartenevano già all'A.E.I. quali Soci di altre Sezioni.

La Presidenza indisse subito il Referendum fra i componenti il Consiglio Generale, per l'autorizzazione voluta dal nostro Statuto, e l'esito non poteva esser dubbio: su cento Consiglieri risposero ottanta con unanime voto affermativo.

La Presidenza Generale, mentre ha inviato la lettera ufficiale di riconoscimento alla nuova Sezione, è lieta di comunicare ai Soci tutti la formazione di questa nuova Consorella, alla quale manda un saluto cordiale, affettuoso, con i più vivi auguri per il più prospero suo sviluppo.

E mentre invia questo saluto e questo augurio alla Sezione Sarda, addita alla riconoscenza dei Soci i Colleghi Promotori Dolcetta, Silva e Passerini, che anche questa benemerenzia vollero aggiungere alle molte che essi hanno verso la Sardegna, per le opere già compiute e che apporteranno all'Isola Valerosa prossimi grandi e ben meritati benefici.

La Presidenza ha voluto che si effettuasse la formazione di questa Sezione per dare la possibilità ad essa di intervenire ufficialmente alla prossima Riunione di Venezia, nella quale si tratteranno fra gli altri, anche quei problemi che tanto interessano le applicazioni agricole, alle quali la Sezione Sarda darà così il più valido dei contributi.

Sede della Sezione Sarda: presso la Società Elettrica Sarda, Cagliari, Piazza XX Settembre.

Il Presidente Generale: U. Del Buono

Il Segretario Generale: G. Comboni

Si ricorda che, a norma di Regolamento, col 1° Luglio viene sospeso l'invio del Giornale ai Soci che non hanno ancora versata la quota annuale.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

In memoria di Moisè Ascoli.

Da pochi giorni si è compiuto il biennio dacchè Moisè Ascoli si toglieva tragicamente dalla scena del mondo, ma non si è affievolito il ricordo ed il rimpianto di Lui in quanti ebbero la fortuna di avvicinarlo e di conoscerlo. L'A. E. I. ha degnamente commemorato il suo illustre ex Presidente generale con una solenne adunanza tenuta — come è noto — presso quella Scuola degli Ingegneri di Roma a cui lo scomparso aveva dedicato tanta parte della sua attività. Pubblichiamo oggi il verbale della cerimonia, imperniata sul discorso commemorativo tenuto dal Prof. F. LORI, il quale ha saputo, come sempre, far rivivere davanti alla commossa assemblea l'alta e buona figura dell'Estinto.

Prove sui triodi radiotelegrafici.

Nella seconda parte della nota del Com.te VICEDOMINI — destinata al Congresso di Venezia e che oggi pubblichiamo — apparisce ancor più evidente quanto sia difficile, e spesso incerto, lo scovare dal modo di comportarsi di un triodo, la causa determinante delle sue differenze rispetto ad altri dello stesso tipo. Ciò è dovuto all'intrecciarsi delle varie influenze e principalmente degli effetti del grado di vuoto, del grado di incandescenza del catodo, della configurazione geometrica del sistema. A volte si è ancora costretti a procedere per congetture e attraverso notevoli incertezze. Tanto più difficile si presentava perciò il compito di giungere a conclusioni pratiche e tanto maggiore è il pregio del tentativo di compilazione, che conchiude lo studio, di una serie di norme pratiche di collaudo, in cui si è cercato di tener conto di ogni elemento sostanziale. Un appunto che forse si potrebbe muovere a tali norme è quello di richiedere prove un po' laboriose. Ma a parte il fatto che, con una buona organizzazione e con tavoli di prova bene attrezzati, la manualità e il tempo richiesti dalle misure si possono verosimilmente ridurre a ben poca cosa, giova riflettere che le norme proposte rappresentano piuttosto un massimo che un minimo, poichè solo una prolungata esperienza potrà dire quali prove si possano eventualmente tralasciare e quali si debbano mantenere come essenziali e bastevoli a caratterizzare il triodo in esame.

Comportamento di linee in parallelo.

Vi sono nell'elettrotecnica, come d'altronde in ogni altro ramo della scienza applicata, dei problemi che hanno la singolare particolarità di sembrare inesauribili e di provocare continuamente nuovi studi e nuove pubblicazioni. E non sono, in generale, problemi particolarmente difficili o di cui si attenda ancora la soluzione generale completa; chè anzi riguardano quasi sempre questioni in linea teorica perfettamente definite e risolte. Ma poichè l'applicazione dei procedimenti razionali riesce in pratica o difficile o anche semplicemente troppo laboriosa, così i tecnici sono portati a cercare sempre nuove soluzioni pratiche più o meno approssimate, e fioriscono così i metodi, i diagrammi, gli abachi. Il calcolo elettrico delle lunghe linee di trasmissione dell'energia è un esempio tipico di tali problemi. Per quanto le equazioni differenziali generali del problema siano state da tempo integrate e per quanto lo sviluppo in serie delle funzioni iperboliche (che figurano nelle formule risolutive generali) offra un comodo mezzo di calcolo pratico, consentendo di graduare l'approssimazione del procedimento a seconda delle esigenze pur senza far perdere il contatto col fenomeno fisico, tuttavia l'inventività dei ri-

cercatori di nuovi procedimenti approssimati non accenna ancora ad attenuarsi.

Il caso dell'odierna pubblicazione che ci suggerisce queste osservazioni è, veramente, alquanto diverso. Il Prof. REVESSI che alcuni anni or sono ebbe egli pure a ideare un interessante procedimento per il calcolo approssimato delle linee elettriche, ha ora portato la sua attenzione sul problema derivato, ed assai meno battuto, del comportamento di grandi linee in parallelo, ed al semplice ed ingegnoso grafico presentato al Congresso di Milano fa oggi seguire un altro grafico che completa e perfeziona il primo. Effettivamente il tempo in cui le grandi linee potevano considerarsi e studiarsi per sé stanti è ormai superato, e già si delineano per le grandi reti ad alte tensioni i problemi che in addietro tanto occuparono gli studiosi e fecero fiorire tanti metodi per il calcolo delle reti di distribuzione. Si trattava anche in tal caso di problemi perfettamente risolvibili in linea teorica, ma estremamente laboriosi, tanto che si finì spesso col sostituire allo studio analitico quello sperimentale, su acconci modelli di rete; procedimento questo che, del resto, fu già applicato anche per le grandi reti ad alta tensione, per il caso particolare del regime di corto circuito.

Malinconie statizzatrici.

Negli ultimi due fascicoli de «L'Impresa Elettrica» (maggio, 1923, n. 5, pag. 301 e giugno, n. 6, pag. 385), sono commentate e discusse la comunicazione del Prof. REVESSI, da noi pubblicata il 25 aprile, a pag. 252, e la lettera dell'Ing. De Stefani, pubblicata il 5 giugno u. s., a pag. 362, su l'evoluzione tecnica ed economica dei grandi impianti e sulle arterie di trasmissione elettrica.

Oltre a discutere quegli scritti, «L'Impresa Elettrica» fa alcuni accenni riguardanti la redazione di questo giornale, che riteniamo opportuno rilevare e chiarire. Scrive, infatti, la I. E., che a suo giudizio la confutazione del contenuto della comunicazione Revessi era già stata fatta preventivamente dalla comunicazione dell'Ing. Civita, pubblicata il 5 aprile 1923, a pag. 197, e sanzionata dall'ordine del giorno della Sezione di Roma che riportiamo in questo stesso numero, e soggiunge:

«L'Elettrotecnica peraltro, nel commentare editorialmente la conferenza Revessi, non fa alcun riferimento ai risultati della discussione avvenuta presso la Sezione di Roma, ma incita anzi i lettori «a continuarla nelle colonne del giornale.

«La critica insistente contro la politica seguita dalle imprese elettriche, che trapela da ogni punto della prosa del Prof. Revessi, «per quanto assai abilmente dissimulata, e il modo col quale la redazione de L'Elettrotecnica ha creduto di metterla in evidenza, ci «spingono ad occuparcene non per desiderio di polemica, perchè per «noi questa è stata chiusa con l'ordine del giorno di Roma, ma per «ricordare e riassumere in queste colonne ciò che dall'Ing. Civita, «dall'Ing. Allievi, dall'Ing. Del Buono e da molti altri venne detto «a confutazione delle idee del Prof. Revessi».

Riaffermato che l'assoluta necessità di un catasto delle forze idriche non è dimostrata, perchè anche senza di esso i migliori gruppi di Aziende elettriche hanno effettuato magnifici esempi di utilizzazione razionale e coordinata di interi bacini, e dichiarata utopistica la concezione di una concorrenza fra imprese diverse nel servizio elettrico. L'I. E. riassume e combatte la proposta del Prof. Revessi concludendo che l'idea delle reti statali, «non solo non risolverebbe il «problema economico, ma lo aggraverebbe e comprometterebbe definitivamente l'esercizio tecnico».

Nel secondo degli scritti citati l'I. E. dopo aver riassunto la lettera De Stefani e riprodotto le proposte in essa contenute osserva:

«Venire oggi ad enunciare simili teorie è esageratamente anacronistico; ma siccome l'Elettrotecnica non ha ritenuto opportuno di farlo rilevare, non possiamo dispensarci dall'occuparci in queste colonne di questa singolare tendenza».

E a sostegno della sua tesi il giornale riporta numerosi dati comparativi sul rincaro generale della vita e su quello dell'energia elettrica ed anche sugli utili e sui dividendi delle aziende elettriche, sostenendo che quanto si è fatto in Italia rappresenta la sola soluzione possibile del problema. E conclude: «Vogliamo forse fare un'altra esperienza genere bolscevico, per rovinare il servizio elettrico in Italia? È ciò che chiediamo ai redattori della Elettrotecnica».

Pur cercando di riassumere le vivaci e notevoli argomentazioni dell'I. E., abbiamo voluto rilevare particolarmente gli accenni al nostro giornale ed è di essi soltanto che intendiamo qui occuparci senza entrare nel merito della questione relativa alle invocate o deprecate reti di Stato.

L'Impresa Elettrica sembra muoverci rimprovero di avere pubblicato la comunicazione Revessi e la lettera De Stefani o per lo meno di non averle commentate con aperto sfavore, così da svalutarle completamente e preventivamente agli occhi dei lettori.

Cogliamo con piacere questa occasione per ricordare che l'Elettrotecnica è il giornale dell'A. E. I. e che l'A. E. I. raccoglie nelle sue file tutti quanti si interessano di elettrotecnica, così che è ben naturale che nei convegni dell'Associazione o dalle nostre colonne possa talvolta levarsi qualche voce più o meno in contrasto con le opinioni che l'I. E. ha il dovere di difendere. In questi casi e, in genere quando si tratti di questioni prevalentemente economiche, la redazione non può essere se non molto riservata, e deve limitarsi tutt'al più a suscitare, nell'interesse di tutti, ampie ed istruttive discussioni.

E ci sembra poi quasi superfluo richiamare quanto, *ad abundantiam*, è ripetuto su ogni nostro fascicolo, che cioè «gli scritti dei singoli autori non impegnano la redazione, e quelli della redazione non impegnano l'A. E. I.». Della perfetta libertà accordata dal nostro giornale alle diverse opinioni in materia economica, è prova la collaborazione stessa dell'Ing. Civita, Direttore dell'I. E., il quale non solo, come la I. E. riconosce, aveva potuto preventivamente svolgere sulle nostre colonne argomentazioni contrarie alla tesi Revessi, ma vi poté dettare per alcuni anni le sue note finanziarie, anche quando su qualche punto particolare il nostro consenso con le tesi da lui sostenute non era completo né assoluto. Tale collaborazione, giova soggiungerlo, venne a cessare unicamente per desiderio dell'Ing. Civita, troppo assorbito da altre mansioni, e malgrado delle nostre vivissime, amichevoli insistenze.

Quanto all'appunto specifico di non aver pubblicato il verbale della discussione seguita, a Roma, alla comunicazione Revessi, basterà dire che la Segreteria della Sezione, nonostante ripetute insistenze, ha finora potuto avere solo da uno dei vari oratori il testo delle osservazioni svolte in quella occasione.

Se volessimo, infine, dare una risposta all'ultimo interrogativo de «L'Impresa Elettrica» non avremmo che da richiamare quanto da anni abbiamo scritto nelle nostre note a proposito di ogni intervento statale nell'industria, dalle ferrovie ai telefoni, dalle lampadine alla distribuzione dell'energia. Ma non è questo il punto che ci preme ora di mettere in rilievo. Noi vogliamo invece soprattutto riaffermare che la libertà di opinione e di discussione in seno alla A. E. I. e nelle colonne del nostro giornale rappresentano la migliore garanzia e costituiscono la più solida base, della indipendenza e quindi dell'autorità del nostro sodalizio e dell'Elettrotecnica; ciò che è stato, del resto, riconosciuto in varie occasioni anche dall'«Impresa Elettrica». Qualsiasi deviazione da simile linea di condotta non potrebbe che menomare il prestigio dell'A. E. I. e togliere efficacia all'opera che essa e la Elettrotecnica hanno sempre svolto con successo a servizio di alti interessi nazionali fra cui, in prima linea, lo sviluppo dei nostri impianti elettrici.

LA REDAZIONE.

Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

PROVE COMPARATIVE SU TRIODI PER APPARATI RICEVENTI R. T. □ □ □

FEDERICO VICEDOMINI



Comunicazione per la XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.

(Continuazione e fine, v. N. 19)

VI. — INFLUENZA DEGLI ELEMENTI GEOMETRICI DELLA GRIGLIA.

— Il tipo, le dimensioni ed il diametro della griglia intervengono a modificare sensibilmente il funzionamento di un triodo ricevente. Ricerche sperimentali intese a definire tali effetti si presentano difficilmente conclusive, se estese a una grande varietà di triodi, poichè sul comportamento di un triodo influiscono contemporaneamente molti fattori, cosicchè le inevitabili imperfezioni costruttive agiscono cumulativamente, e assai difficile riesce lo sceverare a quale di esse debba principalmente attribuirsi la diversità di funzionamento riscontrata. Occorre quindi, per ottenere risultati apprezzabili, limitare lo studio a gruppi di triodi che, sotto tutti gli altri aspetti, presentino la maggiore possibile uniformità. Dei vari elementi geometrici relativi alla griglia è inoltre preferibile assumerne uno come indice geometrico di un determinato tipo di griglia, e riferire a quello gli effetti dovuti a tutti gli altri. L'elemento, sul quale particolarmente si è portata l'attenzione, è stato il diametro della griglia, nel caso ormai prevalente di triodi con anodo cilindrico, griglia a elica anch'essa cilindrica e filamento assiale.

Per definire sperimentalmente l'influenza che il diametro della griglia esercita sulla pendenza delle caratteristiche, sul coefficiente di amplificazione interna e sulla conduttanza interna dei triodi, si sono appositamente costruiti 12 triodi aventi anodo e filamento delle stesse dimensioni, e griglia dello stesso numero di spire ma di diametro progressivamente crescente di 3, 3,5, 4 e 4,5 mm. Si sono così avuti quattro gruppi di tre triodi ciascuno, aventi diametro della griglia diverso. A tutti questi triodi è stato applicato lo stesso processo di vuotatura, inteso a realizzare un vuoto assai spinto. Con una tensione di accensione di 3,8 V le correnti nei filamenti sono risultate comprese fra 0,718 e 0,735 A: e le correnti di accensione medie, relative a ciascun gruppo, differiscono dal valore medio complessivo di 0,726 A di non più del 4‰.

Rilevate le caratteristiche statiche dei 12 triodi, si sono dedotti i valori di g_v , ν e g , che si sono raccolti nella tabella 2: e per ciascun gruppo di triodi si sono calcolati i valori medi, scartando gli elementi relativi al triodo N. 2, che alla prova del vuoto si è manifestato meno bene vuotato.

In fig. 12 sono riprodotte le caratteristiche statiche dei triodi 3, 5, 8, 12, appartenenti ai quattro gruppi presi in esame, e per i quali gli elementi rilevati più si avvicinano ai valori medi calcolati. Dall'esame della tabella e della figura risulta che la pendenza delle caratteristiche statiche cresce, ossia le caratteristiche divengono più ripide, quanto più la griglia è prossima al filamento. Il coefficiente di amplificazione interna non segue una legge altrettanto semplice: le caratteristiche mentre diventano più ripide non si restringono man mano che il diametro della griglia diminuisce. ν ha un valore massimo per $d = 3,5$ mm. un minimo per $d = 4$ mm: valori pressochè eguali per $d = 3$ e 4,5 mm. Questo risultato è probabilmente in relazione col fatto che le griglie dei triodi dei quattro gruppi, avendo tutte lo stesso numero di spire e la stessa lunghezza, ma diametro diverso, sono costituite da quantità di filo, che crescono come i diametri: si manifesta quindi una certa compensazione fra i due elementi, diametro della griglia e quantità di filo. Nei riguardi della pendenza delle caratteristiche l'elemento che predomina è il diametro: per il coefficiente di amplificazione interna invece gli effetti dovuti alla maggior quantità di filo sono talvolta preponderanti su quelli del maggiore diametro.

Gli stessi triodi sono stati sottoposti a prove dinamiche per determinare la loro attitudine ad oscillare, e confrontarla con la pendenza delle relative caratteristiche. La tensione di accensione si è regolata in modo da avere in tutti i filamenti una corrente di 0,726 A: per la tensione anodica si è scelto il valore medio $V_a = 80$ V, e, opportunamente variando la tensione di griglia, si è portato ciascun triodo a funzionare nel punto della caratteristica, per il quale la corrente anodica, nella sua componente continua, assume un valore pari alla metà della corrente di saturazione. L'attitudine oscillatoria di un triodo resta così definita dal valore del coefficiente di mutua induzione M da realizzare per avere la corrente oscillatoria massima I_{0max} e dal valore di tale corrente. I risultati medi relativi a ciascun gruppo di triodi, che sono stati raccolti nella ta-

TABELLA 2.

TRIODO	d mm	I_{ac} A	g_v mmho	ν	g mmho	I_{ac} media A	g_v medio mmho	ν medio	g medio mmho
1	3	0.726	0.434	6.65	0.0652				
2		0.726	(1,8)	(20)	(0.0900)	0.726	0.435	6.57	0.0668
3		0.726	0.437	6.39	0.0685				
4	3,5	0.718	0.311	6.39	0.0487				
5		0.732	0.416	8	0.0520	0.722	0.376	6.94	0.0543
6		0.723	0.401	6.41	0.0625				
7	4,0	0.729	0.326	6.67	0.0488				
8		0.725	0.346	5.93	0.0581	0.728	0.344	6.18	0.0559
9		0.735	0.361	5.93	0.0609				
10	4,5	0.720	0.325	6.66	0.0188				
11		0.735	0.344	6.67	0.0517	0.724	0.344	6.67	0.0501
12		0.723	0.333	6.68	0.0499				

bella 3, confermano che l'attitudine oscillatoria di un triodo cresce al diminuire del diametro della griglia ossia al crescere della pendenza delle caratteristiche.

triodo, volendo studiare gli effetti delle variazioni di temperatura del filamento, ci si può riferire per semplicità alle variazioni della tensione ovvero della corrente di accensione. Di questi due elementi il

TABELLA 3.

d mm	V_c	g_v mmho	I_a mA		$I_{0 \max}$ mA	M μH
			prima dell'inizio delle oscil- lazioni	dopo l'inizio delle oscil- lazioni		
3	+ 7,5	0.435	5.67	5.13	15.5	967.5
3.5	+ 7	0.376	5.88	5.25	14.7	992
4	+ 9.5	0.344	5.93	5.19	15.5	1047
4.5	+10.0	0.334	5.29	4.98	13.4	1287

TABELLA 4.

d mm	g_v mmho			ν			g mmho		
	$I_{ac} =$ 0.700 A	0.722	0.744	$I_{ac} =$ 0.700 A	0.722	0.744	$I_{ac} =$ 0.700 A	0.722	0.744
3	0.391	0.471	0.500	6.95	6.66	6.40	0.0538	0.0709	0.0799
3,5	0.326	0.400	0.414	7.80	7.45	7.27	0.041	0.0537	0.0610
4	0.287	0.333	0.410	5.71	5.92	6.15	0.0501	0.0562	0.0667
4,5	0.267	0.320	0.390	6.95	6.81	6.66	0.0385	0.0470	0.0561

Infatti, per quanto i valori delle correnti oscillatorie massime non presentano differenze sensibili, il coefficiente di mutua induzione richiesto per realizzare tale corrente cresce decisamente col diametro della griglia, con legge inversa a quella della pendenza.

È parso inoltre interessante di verificare come la corrente di griglia vari al variare del diametro della griglia, a pari tensione anodica e di griglia. I triodi sperimentati, essendo tutti, ad eccezione del N. 2, ottimamente vuotati, hanno correnti di griglia che già sono positive fra $V_c = -5$ e $V_c = -3$ V, e fortemente positive per $V_c = 0$, quando sia $V_a = 100$. Le correnti di griglia, che si hanno nei quattro gruppi di triodi, pur accennando a crescere man mano che il diametro della griglia diminuisce, non presentano sensibili differenze: per $V_c = +5$, quando la griglia ha il diametro di 3 mm, $I_c = 500 \mu A$; quando la griglia ha il diametro di 4,5 mm, $I_c = 300 \mu A$; per $V_c = +10$ si passa da 800 a 600 μA ; infine per $V_c = +20$ si ritrova in tutti i triodi $I_c = 1 mA$ circa. Non sembra quindi che l'avvicinare la griglia al filamento, a parità di numero di spire, dia luogo a correnti medie di griglia più sensibili: è però attendibile, che a pari lunghezza di filo di griglia, si abbiano correnti di griglia più intense con minori diametri di griglia.

Prove analoghe compiute allo stesso scopo, dando alla griglia tensioni positive di 60, 80, 100 V e all'anodo tensioni comprese fra -25 e $+25$ V confermano che, a parità nel numero delle spire, il diametro della griglia non ha in queste condizioni effetti sensibili sull'intensità della corrente di griglia.

VII. — INFLUENZA DELLA TEMPERATURA DEL FILAMENTO. — L'altro elemento che influisce in misura notevole sui valori della pendenza, del coefficiente di amplificazione, e della conduttanza interna dei triodi, ed i cui effetti si accumulano a quelli dovuti agli elementi geometrici della griglia, è la temperatura assunta dal filamento, perchè da essa dipende l'emissione termoionica. Per un dato

secondo è preferibile, in quanto piccole variazioni della corrente di accensione danno luogo a differenze di comportamento del triodo assai più sensibili di quelle dovute a variazioni di tensione di eguale valore relativo.

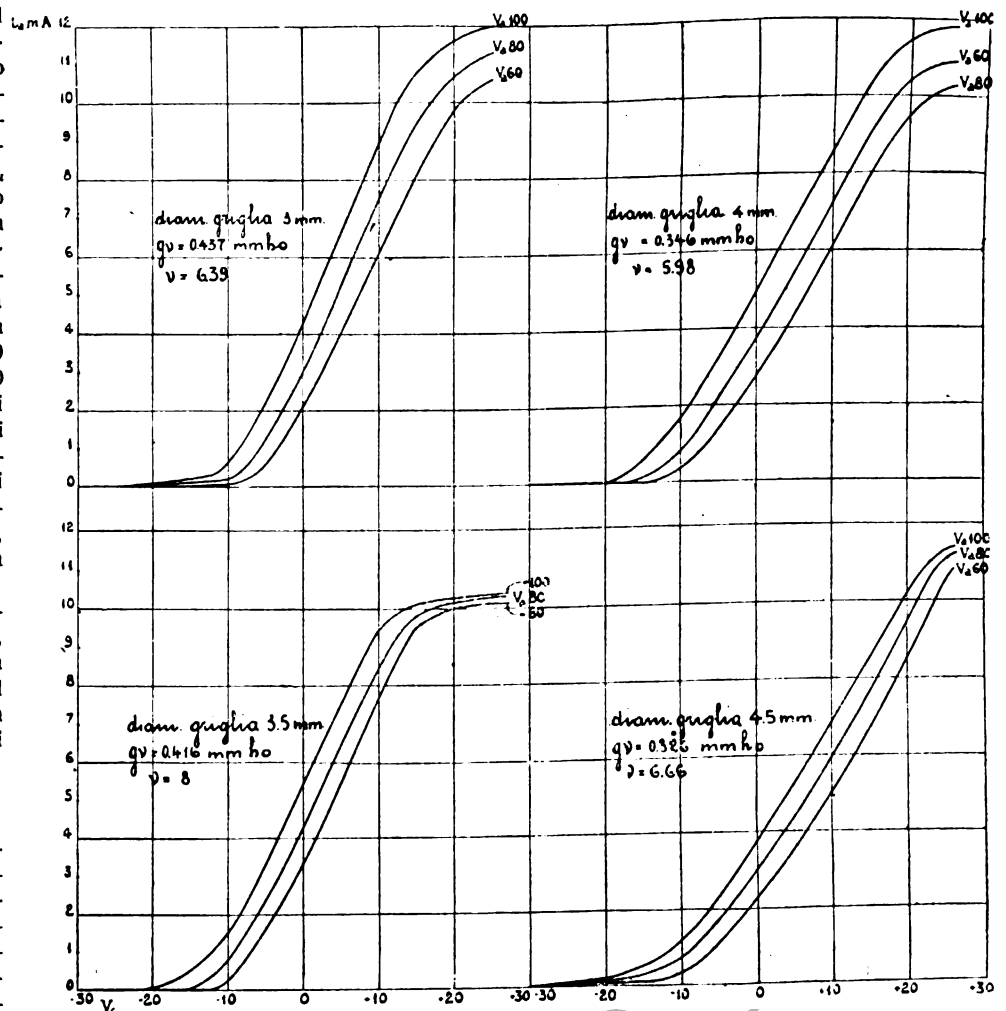


Fig. 12.

Per definire l'influenza del grado di accensione in relazione agli elementi geometrici della griglia, si sono rilevate le caratteristiche statiche di quattro triodi, aventi rispettivamente diametro di griglia 3, 3,5, 4 e 4,5 mm, e per tre diverse correnti di accensione di 0,700, 0,722 e 0,744 A. Tali caratteristiche sono riprodotte nelle figure 13, 14, 15 e 16 ed i risultati sono riassunti dalla tabella 4.

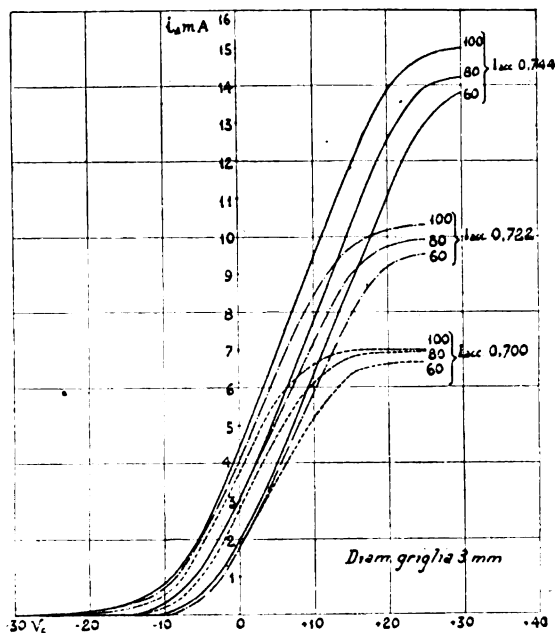


Fig. 13.

Dall'esame di essa si deduce che, mentre a pari corrente di accensione, come erasi già visto, la pendenza delle caratteristiche cresce col diminuire del diametro della griglia, a pari diametro di griglia, la pendenza cresce colla corrente di accensione. Il coefficiente di amplificazione interna varia col diametro della griglia secondo la legge precedentemente trovata; e nei triodi con diametro di griglia di 3, 3,5, 4,5 mm diminuisce al crescere della corrente di accensione, in quanto le curve caratteristiche si allargano: cresce invece colla corrente di accensione nei triodi con diametro di griglia di 4,0 mm. La conduttanza interna cresce colla corrente di accensione: ed infatti lo spazio compreso fra anodo e filamento diviene più conduttivo quando il flusso elettronico è più intenso.

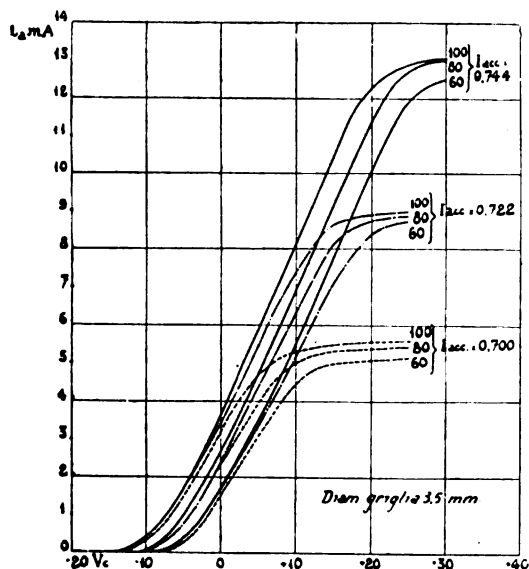


Fig. 14.

Giova notare che per eseguire un confronto accurato fra gli elementi caratteristici di diversi triodi, pur appartenenti a un medesimo lotto, non è lecito assumere senz'altro la corrente di accensione come indice di temperatura del catodo. Vi è invece un elemento, a modificare il quale intervengono insieme sia il grado di accensione, sia la natura e le dimensioni geometriche del filamento: e questo elemento, cui è preferibile riferire la pendenza, il coefficiente di amplificazione e la conduttanza interna, è il flusso termico totale I_s emesso dal catodo. La misura di esso si può eseguire, applicando alla griglia e all'anodo connessi in parallelo tensioni positive

progressivamente crescenti, fino a raggiungere quella, oltre la quale l'emissione elettronica non cresce ulteriormente.

Questo è stato fatto per i quattro triodi, di cui alla tabella 4, e la fig. 17 riproduce le caratteristiche ottenute, in corrispondenza alle tre correnti di accensione di 0,700, 0,722 e 0,744 A. Ponendo a confronto i valori di g_v , ν e g con quelli di I_s , così rilevati, si è costruito il diagramma della fig. 18, dal quale risulta il modo di variare degli elementi in questione in funzione del flusso elettronico totale, e per i quattro diametri di griglia sperimentati. La piccola curvatura, che le linee presentano, rientra probabilmente nell'ambito delle approssimazioni delle misure e dei calcoli, per cui come curve caratteristiche della pendenza, del coefficiente di amplificazione e della conduttanza interna dei triodi, in funzione del flusso elettronico totale, si possono approssimativamente assumere delle rette, non passanti per l'origine delle coordinate e la cui inclinazione dipende dal diametro della griglia.

Le deduzioni precedenti derivano dai risultati sperimentali relativi a quattro triodi con diametro di griglia progressivamente crescente e per tre diverse correnti di accensione: è parso interessante di averne la conferma attraverso ricerche estese ad un notevole numero di triodi. Si è perciò determinata empiricamente l'equazione delle rette caratteristiche per i triodi del tipo A_1 ed A_2 , aventi rispettivamente diametro di griglia di 3,5 e 3 mm, alla tensione di accensione normale di 3,8 V. A tal uopo, per 44 triodi del tipo A_1

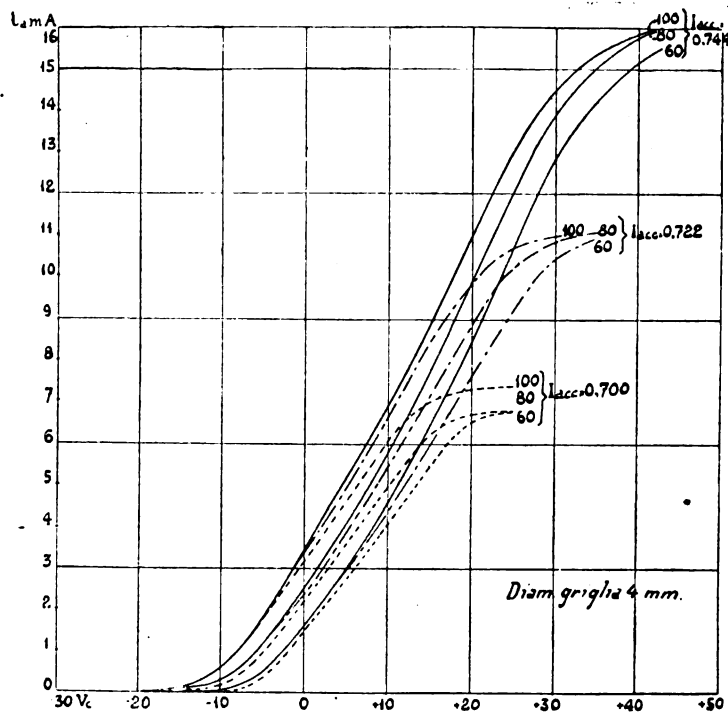


Fig. 15.

e 24 triodi del tipo A_2 si sono sottoposti a confronto i valori della pendenza delle caratteristiche, del coefficiente di amplificazione e della conduttanza interna coll'intensità del flusso elettronico totale. Il diagramma della fig. 19 rappresenta graficamente i risultati relativi ai triodi A_1 , e le equazioni delle rette tracciate coi consueti sistemi di media, entro i limiti di emissione elettronica relativi ai triodi presi in esame, sono le seguenti:

a) per i triodi A_1

$$g_v = 0,224 + 0,009 I_s$$

$$\nu = 12 - 0,33 I_s$$

$$g = 0,009 + 0,003 I_s$$

b) per i triodi A_2

$$g_v = 0,345 + 0,004 I_s$$

$$\nu = 8$$

$$g = 0,042 + 0,001 I_s$$

ove g_v e g sono espressi in mmho ed I_s in mA.

Dati gli scarti relativamente piccoli fra i punti sperimentali e le rette medie, queste ultime possono servire alla approssimata predeterminazione di g_v , ν e g quando si sia rilevato il valore di I_s per un triodo appartenente a un dato tipo.

VIII. — VARI TIPI DI TRIODI RICEVENTI. — I triodi riceventi, attualmente forniti dall'industria, per quanto si presentino dissimili per molti aspetti, non rivelano che limitate differenze veramente sostanziali nel loro funzionamento.

Le dimensioni esterne del bulbo possono variare fra limiti piuttosto estesi, ed il bulbo essere cilindrico o sferico; i passaggi dei conduttori, che vanno agli elettrodi, sono praticati il più delle volte nello zoccolo. Gli elettrodi, come già si è detto, constano d'ordinario di un'anodo cilindrico, di una griglia anch'essa cilindrica e di un filamento (catodo) disposto sull'asse comune degli altri due elettrodi; questo asse coincide con l'asse del bulbo ovvero è ad esso perpendicolare. Il grado di vuoto è generalmente assai spinto, per quanto non manchino esempi di triodi riceventi, nei quali è contenuta una determinata quantità di gas, per utilizzare fenomeni di ionizzazione per urto. La tecnica costruttiva dei triodi riceventi si attiene inoltre a dati geometrici ed elettrici, ormai sanzionati dalla pratica, e che da tipo a tipo oscillano fra limiti poco estesi.

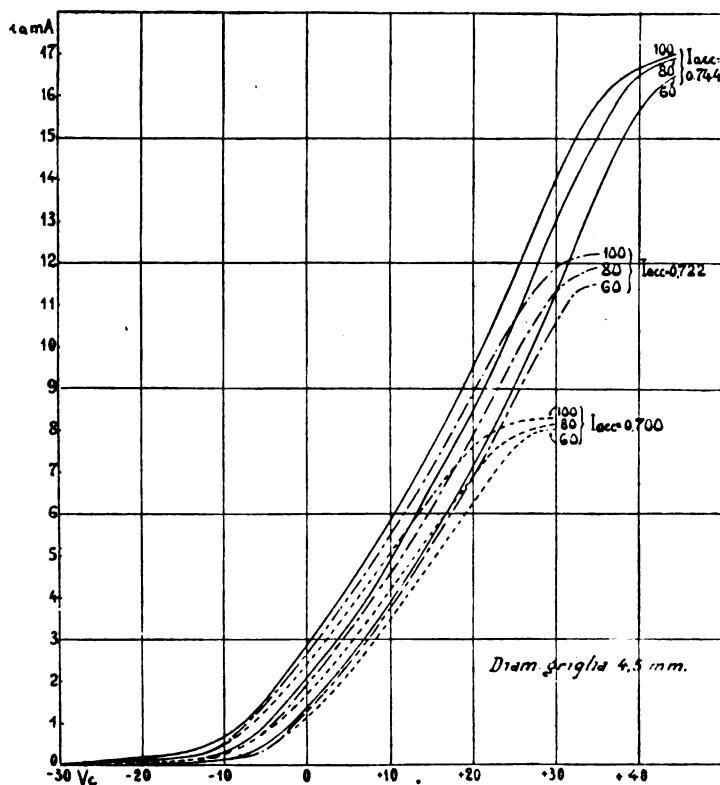


Fig. 16.

L'anodo, quasi sempre di nichel, ha un diametro compreso fra 6 e 9 mm, ed una lunghezza dagli 11 ai 15 mm: le dimensioni geometriche dell'anodo sono in relazione colla tensione anodica di funzionamento, e che può essere piuttosto alta, dai 60 ai 100 V, relativamente moderata, fra i 30 e i 50 V, od infine ridotta dai 20 ai 30 V. A pari superficie dell'anodo, il diametro minore e la lunghezza maggiore si hanno nei triodi destinati a funzionare con tensioni anodiche più modeste. La griglia a elica è in filo di molibdeno

più modesti. Si vanno anche diffondendo triodi a consumo ridotto, con filamenti più sottili o più corti.

Le tensioni di griglia, da applicare nelle prove normali di collaudo ai triodi riceventi, oscillano da pochi volt negativi a circa 20 V positivi, e tale intervallo di tensioni di griglia comprende in generale tutte le caratteristiche statiche del triodo, cosicchè è possibile far lavorare il triodo come raddrizzatore in uno dei due gomiti o come amplificatore e generatore nel funzionamento ad autodina, nel tratto rettilineo delle caratteristiche. Le correnti anodiche di saturazione variano fra limiti piuttosto estesi; nei triodi, destinati specialmente a raddrizzare le correnti oscillatorie e ad azionare un telefono, si hanno correnti anodiche di saturazione piuttosto modeste,

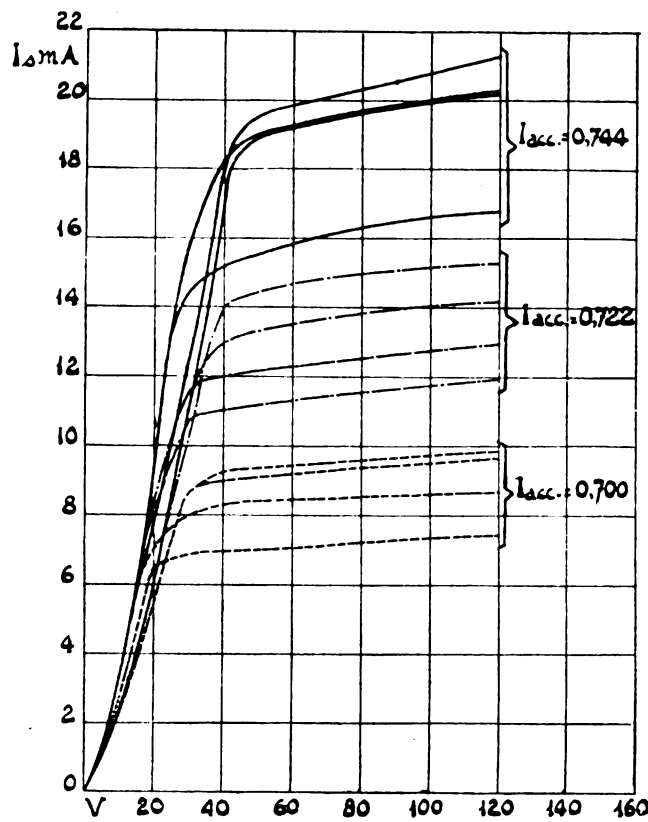


Fig. 17.

fra 1 e 5 mA; in quelli, da cui si richiedono notevoli effetti di amplificazione, e un regolare funzionamento ad eterodina o ad autodina, la corrente anodica di saturazione raggiunge anche i 20 mA. La pendenza delle caratteristiche, nei triodi a vuoto molto spinto, oscilla fra 0,3 e 0,4 mmho, in corrispondenza a correnti anodiche di saturazione piuttosto elevate: fra 0,15 e 0,2 con correnti anodiche di saturazione modeste. Nei triodi ad atmosfera gassosa si hanno pendenze più rilevanti fino a 1,2 mmho. Il coefficiente di amplificazione

TABELLA 5.

Tipo del triodo	V_a V	V_{ac} V	I_{ac} A	τ	I_a mA	ϕ_1 μA	g_v mmho	ν	g mmho	lunghezza fila- mento mm	R_o Ω	diámetro anodo mm	lunghezza anodo mm	diámetro griglia mm
A_1	60 ÷ 100	3,8	0,74	7,44	7,7	+11,5	0,32	8,51	0,033	20,0	0,62	7,8	13,0	3,5
A_2	60 ÷ 100	3,8	0,67	7,90	9,2	+11,0	0,40	8,25	0,048	20,0	0,65	8,7	13,5	3
A_3	60 ÷ 100	4,0	0,64	8,95	10,7	+11,4	0,38	7,79	0,037	20,0	0,64	8,5	14,0	4
B_1	50 ÷ 75	4,0	0,67	7,30	5,0	+3	0,21	5,81	0,046	20,0	0,70	8,1	11,0	4,0
B_2	30 ÷ 75	3,5	0,50	7,00	2,5	+1	0,23	5,00	0,017	19,0	0,88	7,5	15,0	3,0
B_3	30 ÷ 60	3,8	0,63	7,40	1,5	+3	0,16	9,71	0,080	21,0	0,72	9,5	10,0	4,0
C_1	20 ÷ 30	3,8	0,80	8,50	7,5	+5	0,30	3,75	0,417	18,0	0,50	6,0	15,0	3,5
D_1	25 ÷ 30	3,5	0,50	7,3	2,3	-14	1,20	2,68		19,0	0,84	8,0	15,0	3,0

(o di nichel), ha in generale la stessa lunghezza dell'anodo, diametro che oscilla fra 3 e 4 mm e un numero di spire comprese fra 10 e 12. Il filamento di tungsteno è lungo dai 18 ai 21 mm: ad esso, nella maggior parte dei casi, si applica una tensione di accensione, compresa fra 3,5 e 4 V, cui corrisponde una corrente di accensione fra 0,5 e 0,8 A. L'uso di correnti di accensione di quest'ordine, se assicura una notevole emissione elettronica, riduce la vita del triodo, in quanto i filamenti risultano in queste condizioni piuttosto forzati: perciò alcuni costruttori limitano la tensione di accensione a valori

interna è d'ordinario compreso fra 5 e 10, in relazione al diametro della griglia e al grado di accensione del filamento: la conduttanza interna dello spazio compreso fra anodo e filamento, che nei triodi ad atmosfera gassosa può essere dell'ordine di 0,4 mmho, varia nei triodi a vuoto molto spinto, fra 0,02 e 0,08 mmho.

Nella tabella 5 si sono raccolti i dati elettrici e geometrici relativi ad alcuni tipi di triodi riceventi, di uso frequente nelle stazioni radiotelegrafiche europee, e suddivisi in gruppi relativamente omogenei: i triodi A, B, C , sono tutti a vuoto molto spinto, e rispetti-

vamente a tensione anodica elevata, media e ridotta: i triodi *D* sono ad atmosfera gassosa.

È possibile rendersi conto in parte della diversità di funzionamento che i vari tipi presentano, ponendo in relazione fra loro i vari elementi geometrici ed elettrici:

1) triodi tipo *A*. A pari dimensioni dell'anodo e del filamento, e a pari tensione anodica di funzionamento, la corrente anodica massima I_a è tanto più intensa quanto più elevato è l'indice di temperatura. La pendenza minore si ha nei triodi A_1 , i cui filamenti sono

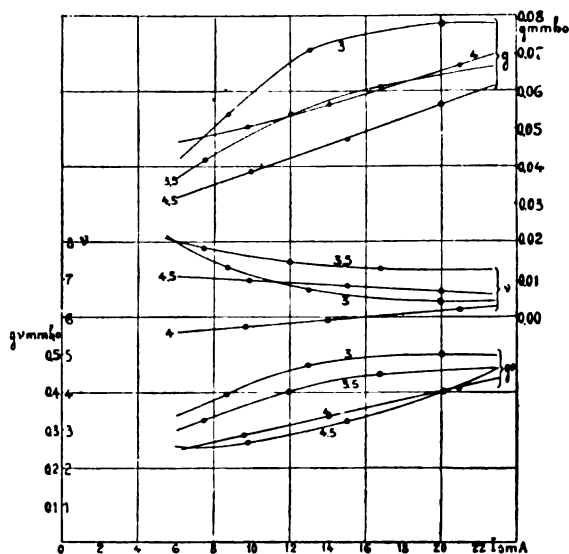


Fig. 18.

meno forzati, e che hanno diametri di griglia di 3,5 mm: cresce nei triodi A_2 in corrispondenza dell'elevato indice di temperatura, e ad onta del maggior diametro di griglia, 4 mm, raggiunge il valore massimo nei triodi A_2 in relazione al diminuito diametro della griglia, 3 mm. Il coefficiente di amplificazione interna varia principalmente col diametro della griglia: è massimo con diametro di griglia 3,5 mm: minimo con diametro di griglia 4 mm. La conduttanza interna cresce coll'intensità dell'emissione elettronica, e quindi coll'indice di temperatura. In relazione coll'elevata pendenza delle caratteristiche e colle notevoli correnti anodiche, questi triodi sono atti a funzionare, oltre che come raddrizzatori, anche come energici amplificatori ed oscillatori.

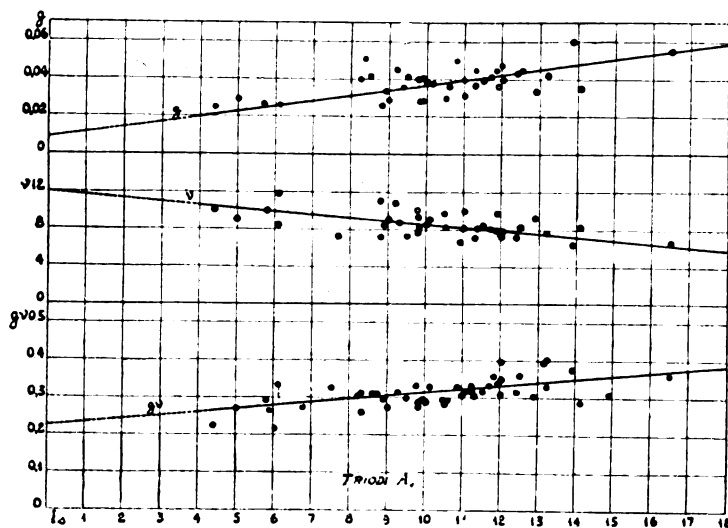


Fig. 19.

2) Triodi tipo *B*. Hanno correnti anodiche modeste, in relazione alla meno rilevante emissione elettronica e alla tensione anodica di funzionamento, più bassa che nei triodi *A*. L'emissione elettronica meno cospicua è dovuta all'uso di filamenti meno forzati, come si rileva dall'esame degli indici di temperatura, e di sezione minore, come risulta dai valori delle resistenze a freddo, che sono, a pari lunghezza del filamento, più elevate che nei triodi del gruppo precedente. La pendenza delle caratteristiche ed il coefficiente di amplificazione interna sono minori che nei triodi del tipo precedente.

3) Triodi tipo *C*. Con tensioni anodiche ancora più ridotte, si hanno correnti anodiche dell'ordine di quelle dei triodi tipo *A*. Questo risultato è raggiunto ricorrendo a filamenti di sezione maggiore,

sensibilmente forzati, così da realizzare una notevole emissione elettronica, e contemporaneamente avvicinando l'anodo al filamento per compensare la diminuzione della tensione anodica. Il vantaggio di poter ridurre il numero degli elementi della batteria anodica è contrastato dalla minor vita consentita ai filamenti.

4) Triodi tipo *D*. Con tensioni anodiche ridotte, debbole emissione elettronica e anodo di diametro normale, si realizzano correnti anodiche dell'ordine di quelle che si hanno nei triodi tipo *B*, sfruttando fenomeni di ionizzazione per urto. La pendenza delle caratteristiche statiche è assai notevole: si hanno tuttavia gli inconvenienti già accennati per i triodi a vuoto poco spinto, e cioè: instabilità dei valori delle correnti anodiche, minor rendimento oscillatorio, in quanto parte della potenza applicata al triodo è spesa per dissociare le molecole gassose, maggior cimento del filamento e quindi minor durata di esso.

IX. — SOMMARIO. — In questo studio si sono sottoposte ad esame alcune delle questioni più importanti relative ai triodi ricevanti, raccogliendo gran numero di risultati sperimentali e principalmente:

- 1) si è cercato di precisare il grado di uniformità che presentano triodi appartenenti ad uno stesso tipo;
- 2) si sono studiati gli effetti, che il diverso grado di vuotatura ha sul funzionamento dei triodi ricevanti;
- 3) si è determinata l'influenza che sulla pendenza delle caratteristiche, sul coefficiente di amplificazione e sulla conduttanza interna dei triodi esercitano il diametro della griglia e il grado di accensione.

Molti altri problemi relativi alla tecnica dei triodi ricevanti meritano un attento esame; e ulteriori ricerche, condotte con metodi opportuni, potrebbero:

- 1) illustrare più minutamente gli effetti, che sul comportamento dei triodi ricevanti, hanno gli elementi geometrici degli elettrodi;
- 2) definire quantitativamente l'influenza che sulla vita dei triodi ricevanti hanno i fenomeni di ionizzazione per urto e il maggiore o minor grado di accensione del filamento.

Ringrazio il prof. Vallauri degli illuminati consigli, di cui mi è stato prodigo, nell'esecuzione di questo lavoro. (*)

Livorno, maggio 1923.

Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico
della Regia Marina.

(*) In base alle prove eseguite è stata redatta una bozza di norme provvisorie di collaudo per triodi ricevanti, tipo I E R T, che la R. Marina produce nelle proprie officine o acquista dall'industria privata. Tale bozza può forse interessare come riassunto applicativo delle considerazioni esposte. Naturalmente col perfezionarsi della costruzione i valori numerici dei vari parametri potranno essere fissati con maggiore precisione e con tolleranza più limitata. Così pure, con analoghi criteri, si potranno fissare altri valori numerici dei vari parametri per tipi di triodi differenti dal tipo I E R T (ad es. triodi a tensione ridotta, ad accensione ridotta, a gas inerte ecc.).

NORME PROVVISORIE DI COLLAUDO PER TRIODI RICEVENTI.

a) *Norme generali.* — I triodi ricevanti forniti dall'industria dovranno esattamente riprodurre il campione, sul modello del quale l'ordinazione è stata data. Il costruttore dovrà attenersi a quello, non solo per quanto riguarda la forma e le dimensioni del bulbo e degli elettrodi, il tipo e le dimensioni degli attacchi dei conduttori, ma anche per quanto si riferisce alla natura dei metalli, di cui sono costruiti gli elettrodi ed i conduttori di passaggio nel vetro. Gli attacchi per l'innesto del triodo sugli apparati dovranno adattarsi esattamente e fare buon contatto sopra un attacco campione.

Per le verifiche intese a controllare quanto sopra, e che richiedono la rottura del bulbo, sarà prelevato per ogni fornitura un numero di elementi non superiore al 2%, e l'intera fornitura sarà rifiutata, se gli elementi esaminati non soddisferanno alle condizioni poste riguardo alla natura e alle dimensioni e posizioni geometriche degli elettrodi. Pei dati geometrici è ammessa una tolleranza del 10%.

Prima di procedere al collaudo degli elementi elettrici, ciascun triodo sarà tenuto acceso per non meno di 6 ore e non più di 12 ore su apposito banco con la tensione di accensione normale di 3,8 V, una tensione anodica costante di +80 V, e una tensione di griglia anche essa costante di +10 V.

b) *Prova dei filamenti.* — La corrente nel filamento, alla prescritta tensione di accensione di 3,8 V, dovrà essere pari a 0,72 A, con una tolleranza del 10% in più e in meno.

c) *Prova di vuoto.* — Si eseguirà applicando all'anodo una tensione positiva $V_a = 100$ V e alla griglia la stessa tensione dell'estremo negativo del filamento, $V_g = 0$. In tali condizioni la corrente di griglia non dovrà assumere valori negativi superiori in valore assoluto a $1 \mu A$.

d) *Rilevo degli elementi caratteristici.* — Come elementi caratteristici del funzionamento di un triodo ricevente si assumono la corrente anodica e di griglia per $V_a = +80$ e $V_g = +30$; la pendenza della

STUDI SULLE TRASMISSIONI: VII - LE CURVE CARATTERISTICHE DEGLI SPOSTAMENTI ANGOLARI □ □ □ □ □

G. REVESSI

In una precedente comunicazione ⁽¹⁾ applicavo le caratteristiche di tensione e di corrente da me in precedenza proposte ⁽²⁾ alla determinazione della distribuzione dei carichi fra due trasmissioni convergenti sulla medesima sottostazione; avvertivo però, che il processo, pure potendo servire di ottima guida alla rapida soluzione di importanti problemi, era incompleto, perchè trascurava l'influenza dello spostamento di fase tra le tensioni in partenza, non teneva cioè conto del giuoco, essenziale per ogni marcia in parallelo, dei regolatori delle motrici.

Riempie questa lacuna la comunicazione attuale, che porta il metodo precedentemente esposto a tener conto anche di questa circostanza, integrandone i risultati colle «caratteristiche degli spostamenti angolari», anch'esse di facile costruzione, di sufficiente approssimazione, di interpretazione intuitiva, particolarmente adatte quindi al pratico impiego.

Come corollario metterò in rilievo una importante proprietà delle trasmissioni accoppiate, che giunge opportuna a confermare tecnicamente il vantaggio di quel funzionamento coordinato della rete interregionale, che ho dimostrato in una recente occasione economicamente fatale ⁽³⁾.

*

Per un'organica trattazione dell'argomento, che va infine a profitto di chi legge, devo rifarmi dalla eventualità più semplice, anche se questa viene nell'oggetto a coincidere con un pregevole recente

caratteristica statica del triodo rilevata ad una tensione anodica $V_a = +80$ V nel punto definito da una corrente anodica pari alla metà di quella massima; il coefficiente di amplificazione interna, rilevato in corrispondenza di detto punto; il valore della tensione di griglia V'_c , a cui detto punto si riferisce.

Le correnti anodica e di griglia per $V_a = +80$ e $V_c = +30$ dovranno rispettivamente avere i valori di 10 mA e di 1 mA, con una tolleranza in più e in meno del 30%.

La pendenza della caratteristica statica dovrà essere compresa fra 0,3 e 0,4 mmho. Per il sollecito rilievo di tale pendenza si procederà nel modo seguente. Letta, con tensione anodica costante $V_a = +80$ V la corrente anodica I_a corrispondente alla tensione di griglia $V_c = +30$ V, si varierà la tensione di griglia fino a leggere due correnti anodiche I'_a e I''_a pari rispettivamente a 0,5 e 0,7 I_a . Se V'_c e V''_c sono le tensioni di griglia corrispondenti, la pendenza della caratteristica sarà:

$$g_v = \frac{I'_a - I''_a}{V'_c - V''_c}$$

Il coefficiente di amplificazione interna dovrà essere pari a 8,5 con una tolleranza in più e in meno del 30%. Per misurarlo si procederà come segue. In corrispondenza alle due tensioni anodiche 80 e 100 V si determineranno le tensioni di griglia V'_c e V'''_c , per le quali la corrente anodica assume lo stesso valore I_a precedentemente definito: il coefficiente di amplificazione interna sarà:

$$\mu = \frac{100 - 80}{V'_c - V'''_c}$$

La tensione di griglia V'_c deve essere compresa fra +2 e +8 V.

NB. — Le determinazioni di g_v , μ , e V'_c potranno essere sostituite da una prova di oscillazione su di un circuito di caratteristiche date, fissando il rendimento minimo, con cui le oscillazioni devono essere prodotte con un dato accoppiamento.

e) *Prova di silenziosità.* — Sarà eseguita mediante un amplificatore a tre stadi, ad accoppiamento induttivo e aperiodico, ad alta frequenza, con uno stadio finale di raddrizzamento. L'amplificatore sarà regolato in modo, che con buoni triodi campione esso sia perfettamente silenzioso, quando il primo triodo non è in alcun modo eccitato ed ha la griglia connessa col negativo del filamento attraverso una induttanza. Sostituendo al primo triodo campione il triodo in prova, non debbono comparire rumori, fruscii, fischi, ecc.

f) *Prova di durata.* — Da ogni fornitura sarà prelevato un numero di elementi pari al 2%, i quali saranno sottoposti a una prova di durata con $V_a = +80$ V e $V_c = +10$ V ambedue costanti, ma con accensione forzata e cioè con tensione di accensione 4,1 V. L'intera fornitura sarà rifiutata se più del 20% dei triodi assoggettati a questa prova andrà fuori servizio entro 24 ore.

(1) L'Elettrotecnica - Vol. IX, p. 543, 1922.

(2) L'Elettrotecnica - Vol. VIII, p. 417, 1921.

(3) L'Elettrotecnica - Vol. X, p. 252, 1923.

studio di altro autore ⁽⁴⁾, quella cioè, che la sottostazione, su cui le due trasmissioni convergono, sia interamente scarica; l'assenza di ogni corrente di circolazione in sottostazione corrisponde allora nel caso generale, pur nell'ipotesi che la tensione di esercizio delle due trasmissioni sia la medesima, e che l'allacciamento avvenga all'esterno dei trasformatori, a tensioni in partenza leggermente differenti in dipendenza dei diversi coefficienti Ferranti, e spostate di fase di un angolo Δx , dell'ordine massimo di qualche decina di primi, pari alla differenza dei rispettivi spostamenti di fase x fra tensione in partenza e in arrivo a vuoto.

A eguale tensione in partenza corrisponde quindi sempre una corrente di circolazione, la quale ha come unico requisito costante, quello di apparire rispetto alla sottostazione di allacciamento di segno contrario per le due trasmissioni.

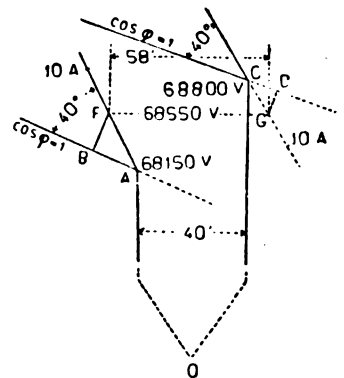


Fig. 1.

La situazione è rappresentata nella fig. 1, dove, per ragioni di scala, compaiono soltanto gli estremi delle due tensioni di marcia a vuoto uscenti dalla comune origine «0» del diagramma, sfalsate di un angolo Δx , che, nel caso considerato, è appena di 40' e recanti ciascuna, rotati dei rispettivi angoli ϕ , in dipendenza della reattanza e della resistenza chilometrica delle linee, gli assi di riferimento degli spostamenti di fase ϕ delle correnti di circolazione considerate nell'atto, che determinano le cadute di tensione di corto circuito.

Per uno spostamento di fase ϕ arbitrario, quale quello di 40° scelto in figura, l'intensità della corrente di circolazione è facilmente determinata per via grafica, 5 ampere in figura, in base alla condizione di dover apparire di segno opposto nelle due trasmissioni, restando insieme determinata anche la comune tensione in partenza e lo spostamento angolare.

Il procedimento non potrebbe essere più banale, ma è estremamente laborioso, anche perchè la necessità di avere il diagramma in scala sufficientemente ampia caccia l'origine del diagramma stesso generalmente fuori dal disegno, obbligando a sostituire al procedimento puramente grafico calcoli trigonometrici elementari, ma, ripetuti molte volte, estremamente tediosi.

A spianare la via giungono in buon punto le caratteristiche di tensione delle due trasmissioni affacciate, che, nei punti di intersezione delle caratteristiche corrispondenti al medesimo fattore di potenza, fissano senz'altro l'andamento della «caratteristica degli spostamenti angolari» per carico zero in sottostazione, i singoli punti della nuova caratteristica determinando l'intensità della corrente di circolazione nell'ascissa, la tensione comune in partenza nell'ordinata, il fattore di potenza proprio della corrente di circolazione in sottostazione nella coppia di caratteristiche di tensione generatrici.

Celato però rimane ancora quello che battezza, e che è la ragione d'essere della nuova curva, per l'appunto il valore numerico dello spostamento angolare; ma è possibile un espediente che ripara alla lacuna semplificando ulteriormente l'intera costruzione: in luogo di scegliere arbitrariamente nel diagramma della fig. 1 lo spostamento di fase ϕ si scelga arbitrariamente l'intensità della componente della corrente di circolazione in fase colla tensione in sottostazione, componente in fase, le cui tensioni di corto circuito, di immediata calcolazione, son riportate con segno contrario sulla figura stessa nei segmenti «AB» e «CD»; il calcolo grafico permette allora di determinare quelle cadute di tensione in quadratura «BF» e «DG», che per corrispondere alla medesima corrente dewattata, tornano a determinare la comune tensione e lo spostamento angolare fra i corrispondenti vettori.

Basta allora la previa determinazione di due sole coppie di caratteristiche di tensione, quella corrispondente al fattore di potenza unitario e quella corrispondente al fattore di potenza zero, estese entrambi, oltre che alle correnti positive (segnate nella fig. 2 a tratto

(4) DALLA VERDE - L'Elettrotecnica - Vol. IX, pag. 600, 1922.

continuo) anche alle correnti negative (tratteggiate), e sovrapposte in due sistemi di coordinate cartesiane simmetricamente affacciate, come si è fatto per analoghi problemi nella citata comunicazione dell'anno scorso; diventa un giuoco allora di riga e di squadra il tracciamento della «caratteristica degli spostamenti angolari» per carico nullo in sottostazione, che dopo quanto si è detto in precedenza non ha bisogno di alcuna delucidazione ulteriore.

Ma anche la approssimata determinazione dello spostamento angolare proprio di ciascun punto della curva così tracciata resta accelerato e semplificato.

Come appare della fig. 1, un tale spostamento angolare risulta dalla somma degli angoli sottesi, rispetto all'origine «0» del diagramma, alle cadute di tensione risultanti di corto circuito «AF» e «CG», aumentata, nel caso in figura dell'angolo Δx precedentemente definito, diminuita del medesimo angolo, se la precedenza fra i vettori della tensione in partenza risultasse, per una diversa scelta dell'angolo φ , invertita; alla somma ora considerata può essere sostituita la somma algebrica degli angoli sottesi alle singole componenti, l'ispezione del diagramma fissando per ciascuna eventualità in maniera univoca i segni da preporre ai singoli addendi; il procedimento resterebbe però discretamente disagiata.

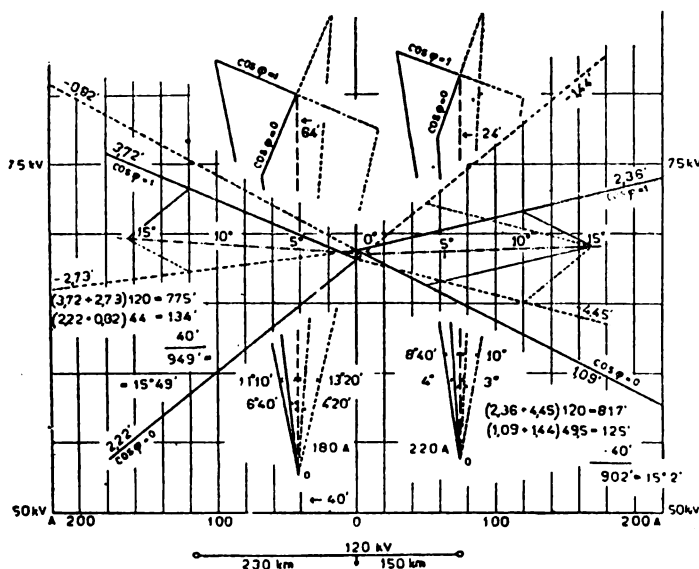


Fig. 2.

Si prendano allora in considerazione i diagrammi vettori dei potenziali, che hanno servito alla costruzione delle caratteristiche di tensione, e che a titolo informativo sono schizzati sopra la stessa fig. 2; alla componente in fase della caduta di tensione dovuta a corrente positiva (cioè nei rispetti della sottostazione a corrente erogata) e alla componente in quadratura dovuta a corrente in anticipo sulla tensione in sottostazione (cioè, per la sottostazione, di capacità) corrisponde sempre una rotazione positiva del vettore della tensione risultante con «spostamento angolare specifico medio» pari all'angolo sotteso alla totale caduta di tensione di corto circuito considerata nel diagramma dei potenziali divisa per la corrispondente corrente; alla componente per corrente in fase negativa (cioè assorbita dalla trasmissione considerata) e per corrente in quadratura (di carattere induttivo nei rispetti della sottostazione) corrispondono invece rotazioni negative con spostamenti angolari specifici medi di analoga calcolo.

Si contrassegnino allora gli otto rami, tra positivi e negativi delle quattro caratteristiche in giuoco (fig. 2) coi relativi spostamenti angolari specifici medi in primi per ampere, e si contrassegni la trasmissione la cui tensione a vuoto avanza sulla tensione a vuoto dell'altra col valore numerico dell'angolo di anticipo Δx .

A un punto qualunque della caratteristica dello spostamento angolare a vuoto corrispondono, come mostra la costruzione impiegata a tracciare la curva stessa, due correnti eguali e contrarie in fase e due correnti pure eguali e contrarie in quadratura, di cui è facile determinare sulle ascisse la corrispondente intensità: lo spostamento angolare è allora dato dal prodotto della corrente in fase per la somma degli spostamenti angolari specifici propri dei rami, l'uno positivo e l'altro negativo, delle caratteristiche interessate, più l'analogo prodotto per le correnti in quadratura, se in ciascuna delle due trasmissioni, e se la cosa si verifica nell'una avviene anche nell'altra, la corrente in quadratura considerata ha il medesimo segno della corrente in fase corrispondente, cioè se sulle ascisse la corrente in quadratura si aggiunge alla corrente in fase, meno nel caso contrario, più finalmente l'angolo Δx , se la corrente in fase positiva appartiene alla

trasmissione, la cui tensione a vuoto avanza su quella dell'altra, meno nel caso contrario: se il risultato è positivo avanza la tensione in partenza della trasmissione, cui appartiene la corrente in fase positiva, e viceversa.

L'equivoco, malgrado l'apparente complicazione della norma esposta, è in pratica assai difficile, perchè i segni degli addendi seguono gli spostamenti orizzontali, che occorre eseguire coll'occhio sul diagramma durante i conteggi; a eliminare ogni possibile dubbio alcuni di questi conteggi sono integralmente riportati nella fig. 2.

Successivamente basta poco a graduare l'intera caratteristica, così come è stato fatto in figura, la graduazione potendosi ritenere praticamente uniforme.

La caratteristica così completata mostra come, anche per forti spostamenti angolari, la tensione in partenza non oscilla che entro limiti molto ristretti, o meglio, supposto di mantenere questa costante, la tensione in sottostazione oscilla appena; mostra anche come al passaggio in sottostazione di una corrente in fase, che quasi si identifica colla corrente sincronizzante, si aggiunga generalmente anche il passaggio di una corrente oziosa, che è quella che può rendere qualche volta specialmente ardua la marcia in parallelo fra due centrali lontane; c'è poi un punto singolare della caratteristica, in cui si incontrano le caratteristiche di tensione per fattore di potenza zero, per cui è nulla la corrente sincronizzante, mentre lo spostamento angolare può essere relativamente elevato, giungendo nel caso in figura a circa due gradi.

La composizione geometrica delle correnti in fase e delle correnti in quadratura, entrambi ridotte secondo il fattore Ferranti proprio di ciascuna trasmissione, colle rispettive correnti a vuoto permette finalmente di stabilire la corrente richiesta a ciascuna delle due centrali, ed anche gli spostamenti di fase rispetto alle tensioni alle origini, ma, non offrendo la soluzione di questo problema nulla di nuovo e nessuna particolare difficoltà, non sembra necessario insisterci.

*

Quali ulteriori difficoltà offre il tracciamento dell'analoga caratteristica per un carico qualunque in sottostazione? Si può ben dire nessuna, il relativo procedimento discendendo in maniera affatto piana dal precedente, per chi almeno sappia formarsi quella mente locale, senza la quale anche il calcolatore più abile, pure adottando i mezzi di calcolo più raffinati, finisce praticamente per procedere ad occhi chiusi.

Si cominci col considerare un carico in sottostazione con fattore di potenza unitario, e si adatti (fig. 3) il segmento, che misura la corrispondente corrente, orizzontalmente fra i rami positivi delle caratteristiche di tensione per fattore di potenza unitario.

Con ciò si ha, come è stato dimostrato nella citata comunicazione dell'anno scorso, una prima delle possibili distribuzioni del carico, si potrebbe anche dire, per quanto non senza la possibilità di obiezioni, la più razionale per corrispondere all'assenza di ogni corrente di circolazione.

Per il conteggio del corrispondente spostamento angolare conviene riferirsi, ad evitare equivoci, a quella delle due trasmissioni, la cui tensione a vuoto precede di Δx sull'altra, sommando a Δx il prodotto della corrente erogata dalla medesima trasmissione per il relativo spostamento angolare specifico e sottraendovi l'analogo prodotto per la corrente provveduta dall'altra trasmissione: se il risultato è positivo, anche sotto il carico considerato, è la prima trasmissione la cui tensione in partenza anticipa sulla seconda, se no, è la seconda.

Poichè, come si vedrà in appresso, la nuova caratteristica si scinde in due rami, che si dipartono dagli estremi del segmento orizzontale corrispondente al carico, con cui si è cominciata la costruzione, conviene segnare il risultato numerico ora conseguito col proprio segno all'estremo del carico, che cade nel campo positivo della trasmissione per la quale si è cominciato il conteggio, e ripetere il risultato stesso, ma col segno cambiato, all'estremo opposto, così come avviene in figura.

Se ora si frustano, per seguir la figura, le motrici della centrale di sinistra agendo sui rispettivi regolatori, o manca il fiato, che è lo stesso, alle motrici di destra per reggere a tutto il carico che sarebbe loro imposto, si modifica la distribuzione prima accertata, aumentando la quota di carico sostenuta dalla centrale più forte; ma per lo squilibrio susseguente nelle tensioni si determina una corrente di circolazione oziosa, che il procedimento grafico segnato in figura, troppo intuitivo per richiedere delucidazioni, rapidamente precisa, e cresce lo spostamento angolare, oltre che per la diversa distribuzione del carico, anche per la presenza di questa corrente oziosa, positiva nella prima, negativa nella seconda, che quindi divarica entrambi i vettori delle tensioni in partenza.

Se sono invece i motori dell'altra centrale a condurre la marcia,

il senso dello spostamento angolare risultante finisce evidentemente per invertirsi, e dipende dal governo della ammissione nelle motrici, in dipendenza s'intende anche della potenzialità degli impianti, la possibilità non solo di caricare l'intero servizio su una sola delle centrali, ma anche di trascinare l'altra a rimorchio.

Il passaggio degli spostamenti di fase non offre neanche in questo caso alcuna particolare difficoltà, gli esempi numerici riportati in figura bastano a dimostrare i possibili dubbi; il giuoco delle correnti di circolazione limita anche qui a ben poca cosa l'oscillazione della tensione; la graduazione risulta pure in pratica uniformemente spaziata, con qualche maggiore ampiezza però rispetto alla precedente caratteristica per carico nullo, l'ampiezza crescendo colla tensione media in centrale.

Anche qui nessuna particolare difficoltà offre il successivo calcolo grafico delle correnti in partenza; colle quali sarebbe anche possibile di costruire per punti un altro tipo di caratteristica degli spostamenti angolari, quella che ha per ordinate, anzichè le tensioni, le correnti in partenza, diverse naturalmente per ciascuna delle due centrali.

Per carichi in sottostazione con fattori di potenza diversi dall'unità, non muta affatto, come si potrebbe credere, il procedimento. Basta infatti semplicemente sostituire all'impiego delle due coppie di caratteristiche per fattore di potenza uno e zero, le coppie rispettivamente per il $\cos$ determinato dal carico, e per $\cos (+ 90^\circ)$, nessuna altra particolare avvertenza essendo necessaria, se non quella di tener particolare avvertenza essendo necessaria, se non quella di tener conto del nuovo sfasamento delle componenti nel calcolografico delle correnti in centrale.

Il problema della costruzione delle caratteristiche dello spostamento angolare fra due centrali, che alimentano a distanza una medesima sottostazione, è quindi completamente risolto.

*

Nel precedente paragrafo il lettore potrà già aver notato l'influenza benefica, che può esercitare una trasmissione sul funzionamento di un'altra funzionante in parallelo, ma per l'importanza, che potrebbe talora assumere l'applicazione pratica di questa proprietà, è forse il caso di metterla maggiormente in rilievo.

la centrale appenninica è pressochè all'asciutto, e per alcune settimane fra gennaio e febbraio la centrale alpina è in forte magra, e ciò malgrado la costante esistenza della complessiva disponibilità per lo sfalsarsi dei periodi di morbida.

Per venire incontro al caso considerato nella fig. 4, la trasmis-

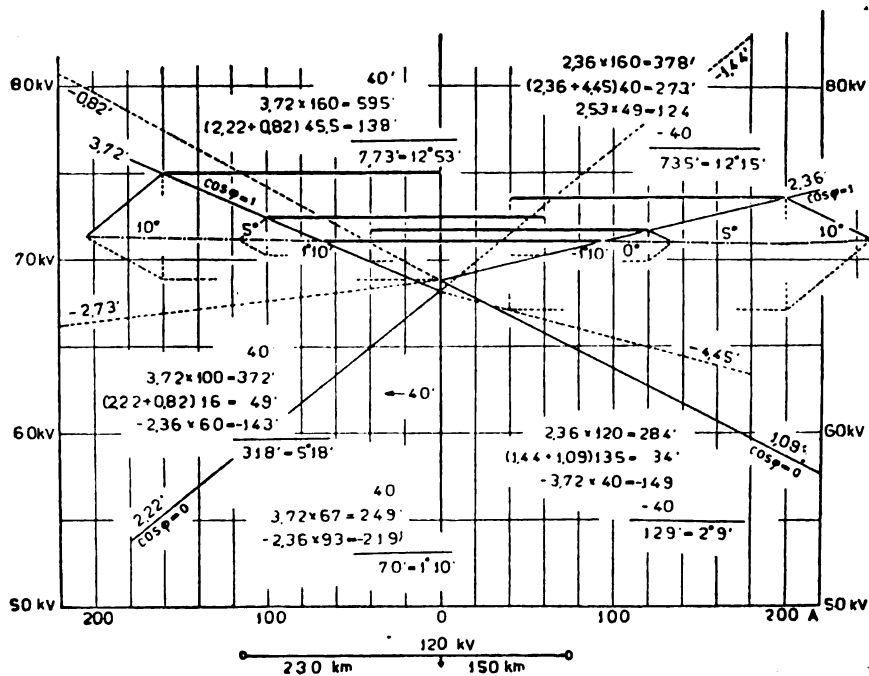


Fig. 3.

sione dalla centrale appenninica sia dimensionata per 12 000 kW con fattore di potenza unitario, e quella dalla centrale alpina per 36 000, ma occorra in certe epoche trarre 24 000 kW dagli Appennini, riducendo ad altrettanto l'erogazione dalle Alpi, e in altre trarre praticamente l'intero carico dalle Alpi.

È naturalmente possibile, che un tale programma non sia economicamente conveniente per l'eccessiva immobilizzazione di capitali richiesta dalle maggiori dimensioni delle opere idrauliche e dalla maggiore quantità di macchinario installato nelle centrali e nelle sot-

Le due trasmissioni anche in considerazione della diversa distanza, hanno diversa tensione di esercizio, 80 kV l'una, 120 l'altra, perciò in figura le caratteristiche di tensione per riuscire paragonabili e per servire al loro scopo sono riferite nelle ordinate ai valori percentuali anziché ai valori assoluti delle tensioni, e nelle ascisse ai kVA anziché agli ampere, essendo però anche provveduto a scale di riferimento in ampere.

Col normale funzionamento di entrambi le centrali e la conseguente assenza di corrente di circolazione, la comune sopraelevazione di tensione in partenza è del 6,9 % sulla tensione normale in arrivo.

Addossato l'intero carico alla centrale alpina e staccata addirittura la tra-

smmissione dall'Appennino, la sopraelevazione di tensione richiesta in centrale raggiungerebbe il 10 %; non solo quindi le condizioni di rendimento, ma anche quelle inerenti alla regolazione peggiorerebbero notevolmente; tenuta invece ancora attaccata la centrale appenninica, pur col solo scopo di mantenere in vita la corrente di circolazione, la sopraelevazione di tensione scende al 5,4 %, e perfino inferiore, almeno nel caso particolare, a quella normale di pieno carico.

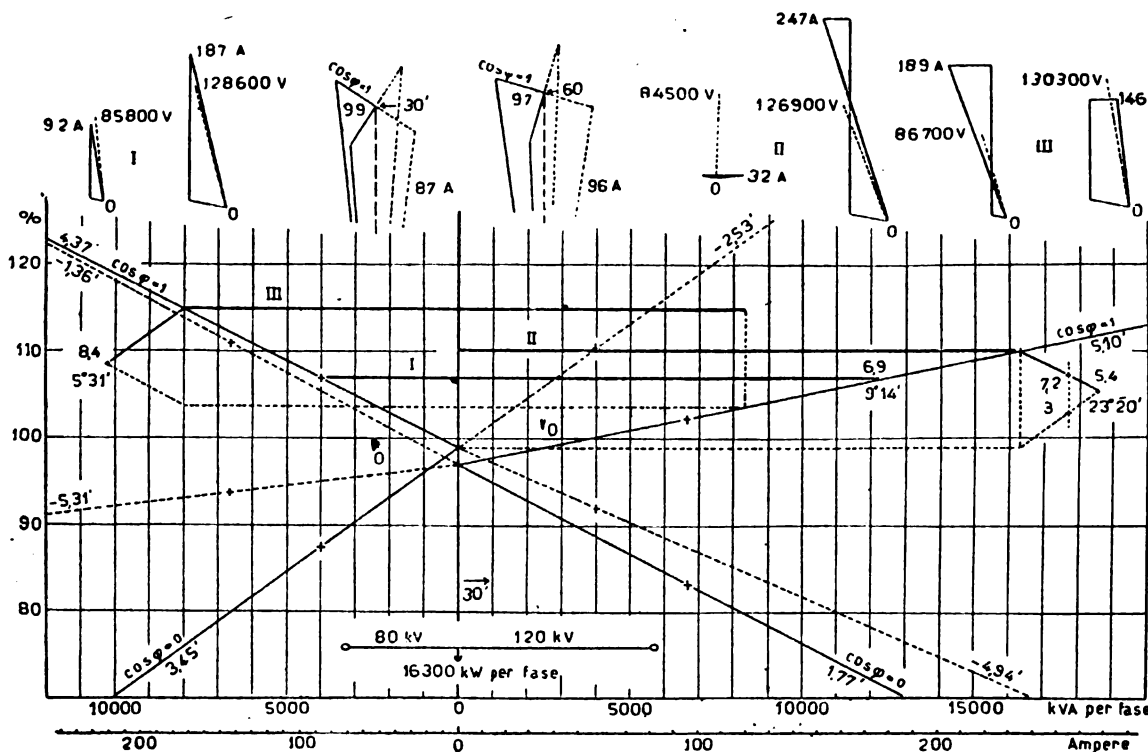


Fig. 4.

Si consideri infatti il semplice caso di un grande centro di consumo provveduto a distanza da due centrali a regime idraulico differente, appenninico ad esempio, ed alpino, le due trasmissioni di collegamento essendo naturalmente commisurate alla potenza normale da trasmettere e alla distanza da superare; disfortunatamente l'impianto non può in tutte le stagioni assicurare in sottostazione la intera disponibilità, perchè per alcune settimane del primo autunno

Il rendimento, naturalmente, diminuisce ancora, ma in una eventualità, come quella qui prospettata, non è il rendimento, che ha l'importanza predominante, ma sibbene la regolazione; la considerazione del rendimento è essenziale, quando riferito all'energia complessivamente erogata in un lungo periodo di tempo, non certo quando riferito alla potenza in giuoco per brevi periodi di carattere eccezionale, ciò che non toglie che si senta scolasticamente parlare quasi sempre del rendimento in potenza e quasi mai di quello ben più importante in energia.

Raddoppiato invece il carico della centrale appenninica, e scaricato di altrettanto quello della centrale alpina, la sopraelevazione di tensione nella prima sarebbe a funzionamento indipendente addirittura del 14,8%, si riduce invece colla marcia in parallelo per effetto della corrente di circolazione all'8,4.

Alcuni dei conseguenti diagrammi delle correnti sono a maggiore intelligenza schizzati nella figura stessa.

L'effetto è perfettamente analogo, ed ha del resto il medesimo fondamento teorico, a quello che si potrebbe ottenere col funzionamento in sottostazione di motori sincroni sovraeccitati, con questo di vantaggio però, che i motori sincroni in sottostazione, a meno di particolari dimensioni, che ne diminuiscono d'altronde l'efficacia, sono installati e funzionano in pura perdita, mentre in questo caso sono i gruppi stessi della centrale in magra, che contribuiscono a spremere dalla centrale momentaneamente più ricca quanto è possibile, pure in realtà talora fornendole solo «un concorso morale».

Non è del tutto esclusa anzi la possibilità, che una tale singolare proprietà delle coppie di trasmissioni non possa essere utilmente applicata per aumentare temporaneamente la potenzialità di una trasmissione, montando una linea ausiliare, magari sugli stessi sostegni, di sezione minore o di materiale meno pregevole, eventualmente esercitata a una minore tensione e destinata esclusivamente o quasi, utilizzando in centrale un gruppo indipendente, a creare una corrente di circolazione opportuna, atta a raggiungere, anche nelle condizioni di carico più gravi, sostenibili condizioni di esercizio.

Questi cenni son sufficienti a dimostrare l'importanza grandissima dell'argomento.

Preferisco invece di accennare brevemente ad un'altra possibilità di indagine, che il nuovo metodo permette, quella sull'azione che può implicare, insieme al governo dei regolatori, un diverso regolo della tensione nelle due centrali.

Si ammetta ad esempio, sempre riferendosi al caso della fig. 4, e precisamente all'eventualità che la centrale alpina sia sovraccarica, e scarica invece l'appenninica, di dover abbassare la tensione di quest'ultima dal 105,4 al 103 %, la costruzione grafica esposta nella stessa figura, e che al solito è abbastanza intuitiva per non aver bisogno di spiegazioni, mostra, che, volendo mantener costante la tensione in arrivo, occorre portare la tensione della centrale alpina al 107,2 %, in conseguenza i kVA oziosi di circolazione riducendosi da 2250 a 1700 per fase.

Sembra dunque veramente dalle considerazioni e dagli esempi qui svolti, che anche le caratteristiche degli spostamenti angolari, che ho fatto in questa comunicazione conoscere, possano trovare, insieme alle caratteristiche di tensione e di corrente precedentemente presentate, utile impiego nel controllo del funzionamento di sistemi anche complessi di grandi trasmissioni.

Alcune Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia:

Pei Soci, una copia (broch.)	10,—
più per postali	1,80
Pei non Soci (broch.)	10,—
più per postali	1,80

Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia

20,—

più per postali

2,50

Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).

L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)

2,50

più per postali

0,80

CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia

1,—

più per postali

0,50

NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici

3,—

più per postali

1,—

NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche

4,—

più per postali

1,—

NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana

1,50

più per postali

0,80

DESCRIZIONI IMPIANTI:

1° Fascicolo - Impianti Società Conti (Crege)

6,60

Pei Soci dell'A. E. I. e abbonati al giornale

9,—

Pei non Soci e non abbonati

1,—

Per spedizione sottofascia raccomandata

LETTERE ALLA REDAZIONE

Problemi di illuminazione.

Riceviamo:

Ebbi già occasione di riferire di un viaggio che Sig. Doane, Ingegnere capo della National Lamp Works della General El. Co. (U. S. A.), aveva fatto in Europa verso la fine del 1922, a richiesta del Sig. Burchard, Presidente della International General Electrical Co.

È interessante conoscere l'impressione che quel valente tecnico che da un ventennio si occupa esclusivamente dei problemi di illuminazione, ebbe dalla sua visita e che traspare da un rapporto confidenziale che redasse al suo ritorno in America.

Egli trovò l'Europa indietro di anni in confronto agli Stati Uniti nello sviluppo della illuminazione. Un primo sintomo di tale ritardo lo trovò nei consumi di lampade che approssimativamente rilevò essere per abitante e per anno:

Inghilterra	0,45
Ungheria	0,37
Austria	0,67
Francia	0,72
Italia	0,38
Germania	0,88
Svizzera	1,62

e come media generale 0,64 in confronto ad un consumo di 1,83 per abitante e per anno negli Stati Uniti, cioè tre volte tanto. Da questi dati appare una possibilità di ulteriore rapido sviluppo in Europa, il cui ritardo crede poter ascrivere ad una quantità di cause tecniche e commerciali.

Sembra che in Europa non si discuta ancora coi consumatori sul valore della luce che essi ricevono, ma solo sulla quantità di danaro che il consumatore deve pagare.

La lampada tungsteno pare sia stata considerata come uno strumento per avere più basso importo di bollette non tenendo alcun conto della economia effettiva che può scaturire da un uso più largo di luce anche con una corrispondente maggior spesa.

Anche le Società di distribuzione europee gli pare non sieno persuase che il carico di illuminazione è il più profittevole, ed abbiano curato più le altre utenze, specie di forza ed a queste abbiano sacrificato la scelta del voltaggio di distribuzione che frequentemente va oltre 220 volt. Il fatto che l'illuminazione ottenuta ad un voltaggio intorno a 115 volt costa dal 10 al 20 % meno che ad un voltaggio doppio pare sconosciuto in Europa, ciò che proverebbe che l'illuminazione non è misurata e discussa come tale.

Altro rilievo: in uno stock di lampade di una fabbrica europea di 3.000.000 di pezzi solo 3000 erano di un tipo, quello più corrente, tanta è la varietà dei tipi richiesti dal mercato. Per contro in America sullo stesso quantitativo totale più di 2,5 milioni erano di 110, 115, 120 volt e più di 200.000 di un solo tipo più corrente (40 W 115 V). Pari confusione fu riscontrata negli attacchi di troppi tipi con differenze notevoli di diametro di passo di vite, profondità di filetti, di altezza della parte filettata, anche nel tipo più usato, cioè il tipo Edison a vite. Certo un ritardo nei tentativi di standardizzazione è dovuto alla guerra, alle difficoltà di formare un'unica associazione di illuminazione, date le diversità di lingua ed il particolarismo proprio dell'Europa.

In America riuscirono ad evitare molte delle citate complicazioni prima che si diffondessero così intensamente applicando criteri tecnici ben definiti ad ogni fase dello sviluppo della illuminazione. I voltaggi vennero così unificati che il 95% dei circuiti di illuminazione è a 110, 115 o 120 volts, gli attacchi pure vennero unificati, i tipi di lampade ridotti a quelli che danno il maggior rendimento utile per il consumatore.

Tale politica portò milioni di dollari di maggiore entrata alle Società di distribuzione che divenivano le migliori sostenitrici di essa. Ad onta di questi grandi successi per cui i tecnici americani avrebbero ragione di rallegrarsi per aver sviluppato l'illuminazione elettrica in America quasi tre volte più che non in Europa, essi si preoccupano nel constatare che tutto quanto hanno fatto non è che una piccola parte di quello che resta loro a fare. Però è a bene sperare che anche l'Europa, ora che pare la calma politica e la volontà di lavorare tendano a ristabilirsi ovunque, si metta sulla buona via che potrà percorrere più rapidamente giovandosi dell'esperienza americana. Già una Missione internazionale su invito del Sig. Doane si è recata in America alla metà di gennaio restandovi fin quasi alla fine di marzo ed occupò tutto questo tempo ininterrottamente in conferenze ed in visite metodiche secondo un preordinato programma valendosi di tutte le facilitazioni offerte dalla General Electrical Co.

Solo i resoconti di tali conferenze, discussioni e visite formano un volume di atti di mole imponente. Sfortunatamente nessun tecnico italiano poté approfittare di una così eccezionale occasione.

Speriamo che il Comitato Nazionale dell'Illuminazione che sta per riprendere con buona lena i suoi lavori dopo una lunga crisi, si investa delle necessità di cominciare anche in Italia una sistematica campagna per l'incremento ed il miglioramento della illuminazione elettrica.

*

Il consumo di energia elettrica per scopi di illuminazione in Italia secondo le statistiche governative fu di circa 400 milioni di kWh nel 1922, cioè poco più di 10 kWh per abitante e per anno. In America pare che il consumo medio corrispondente sia di 60 kWh, cifra giustificata anche dal consumo quintuplo di lampade per abitante e per anno.

Ma in America si dimostra che è possibile arrivare a 150 kWh anno per abitante.

Quando l'illuminazione elettrica in Italia sarà sviluppata quanto attualmente in America il consumo sarà di quasi 2 miliardi e mezzo di kWh e se si raggiungesse il limite sperato dagli americani tale consumo annuo arriverebbe a 6 miliardi di kWh per anno, cifra imponente quando si ricordi che tutto il consumo italiano attuale per ogni uso raggiunge appena i 4 miliardi di kWh per anno.

A tale limite il Governo per sola taxa luce incasserebbe un miliardo e 200 milioni di lire che sarebbero pagate ben volentieri perchè parallelamente a tale enorme consumo di luce richiedenti almeno 200 milioni di lampade all'anno, l'incremento delle industrie elettriche ed officine sarebbe così colossale che la ricchezza nazionale ne verrebbe enormemente accresciuta.

A noi sembrano un po' storie delle mille e una notte quando leggiamo nei giornali americani articoli come questi:

«Vi sono negli Stati Uniti due milioni di negozi di vario genere che tutti chiedono al pubblico: fermati, guarda, compra!»

«Di essi solo il 25% sono illuminati ragionevolmente con cinque o più candele piede di intensità media. Essi danno un carico di 2 milioni di kW ed un introito alle Centrali di 180.000.000 di dollari (tre miliardi e 600 milioni di lire). Se il livello della illuminazione di tali negozi fosse rialzato a 10 candele piede il carico salirebbe a 3,2 milioni di kW e l'incasso per le Centrali salirebbe a 288.000.000 (5 miliardi e 760 milioni di lire)».

e segue poi un fervoroso sulla necessità di intensificare la campagna per una migliore illuminazione ed i consigli pratici per tale campagna.

Io non credo che in Italia sia possibile un ricavo per kW anno per illuminazione di L. 1800 che corrisponderebbe ad una durata di illuminazione di circa 1800 ore all'anno dato il prezzo medio di una lira per kWh.

È probabile che in Italia il ricavo medio per kW anno di luce sia tra le 800 e le 1000 lire tenuto conto dei forfait.

Quanto al numero dei negozi non credo che si possa ritenere di uno ogni 55 abitanti come pare sia in America e tanto meno che ogni negozio richieda già in media un kW di luce cioè 800 e più candele.

Dobbiamo anzi essere ben lontani da tali cifre se con una popolazione di circa un terzo di quello degli Stati Uniti abbiamo un consumo totale per luce di 400 milioni di kWh con un probabile incasso di 400 milioni di lire mentre i soli negozi ne dovrebbero dare, un miliardo e 200 milioni se la scala delle grandezze fosse uguale in Italia ed in America.

Altra campagna analoga venne fatta dalla Ohio Public Service Co. per le case ed abitazioni (residences) per ottenere un incremento di consumo di 100 kWh per abitazione e per anno con un maggior reddito di oltre 175 lire per abitazione.

Con questa campagna la O. P. S. Co. spera di poter pagare l'interesse a 70 milioni di lire di obbligazioni.

Che queste campagne che si ripromettono risultati un po' iperbolicamente ottengano però grandi risultati pratici si rileva dai resoconti consuntivi.

Nella Greater New York le quattro Compagnie di elettricità collegarono nel 1922 ben 130.000 nuove abitazioni private corrispondenti ad una popolazione di 600.000 persone e calcolano che la spesa per tali nuove installazioni sia salita a 260.000.000 di lire.

Se in Italia vi sono ancora dei tecnici che temono la pleora di energia elettrica per quando tutti gli impianti in corso di esecuzione od in progetto saranno ultimati, ricordino quanto vi è ancora a fare nel campo della illuminazione il cui sfruttamento è appena iniziato in Italia e che ben coltivato può assorbire qualche miliardo di kWh e dar una colossale massa di lavoro a tecnici, elettricisti, installatori e fabbricanti di materiali.

Milano, giugno, 1923.

* *

Sulla fune di guardia.

Spett. Redazione della «Elettrotecnica»,

MILANO

Nelle discussioni svoltesi ultimamente presso la Sezione di Milano sulla regolarità di servizio negli impianti elettrici, uno degli argomenti più controversi è stato quello della opportunità o meno di adottare la fune di terra nelle linee.

Credo non inutile ricordare, perchè serva eventualmente come primo orientamento sulla efficacia protettiva di tale sistema, la seguente formula ricavata dal Petersen (E. T. Z. 1904, pag. 1).

Sia V la tensione contro terra di una fase, qualora non esista

fune di terra, e V' la tensione della stessa fase, qualora esiste la fune di terra; si dimostra che è:

$$\Delta V\% = \frac{V - V'}{V} \times 100 = \frac{\alpha_{1s}}{\alpha_{ss}} \times \frac{h_s}{h_m} \times 100$$

dove:

$$\alpha_{1s} = 2,3 \times 9 \times \log_{10} \left[\frac{4 \times h_s \times h_m}{D_{sm}^2} + 1 \right] \times 10^{11}$$

$$\alpha_{ss} = 4,6 \times 9 \times \log_{10} \frac{4 \times h_s}{d_s} \times 10^{11}$$

h_s = altezza dal suolo della fune di terra;

h_m = altezza media dal suolo dei conduttori;

D_{sm} = distanza media fra i conduttori e la fune di terra;

d_s = diametro della fune di terra.

Applicando questa formula a due linee, una a 120 kV ed una a 70 kV, con altezza dal suolo e distanze fra i conduttori quali si hanno nella pratica, si ricavano per ΔV , i valori di 30% e rispettivamente 32%.

Se ammettiamo un gradiente del potenziale atmosferico di 150 Volt/cm. (valore ammissibile in caso di violento temporale), si ha per $h_m = 12$ m. e nel caso di linee senza fune di guardia una tensione contro terra $V = 180$ kV.

Gli isolatori per 120 kV d'esercizio potranno sopportare impunemente questa tensione, mentre il servizio a 70 kV, verrebbe perturbato indubbiamente, con i coefficienti di sicurezza ordinariamente adottati nelle nostre linee.

L'azione protettiva della fune di terra, che ridurrebbe tale tensione a 126 kV e rispettivamente a 122 kV circa, risulta dunque utile, in questo caso, per la linea a 70 kV e superflua per l'altra.

Ripeto che tale modo di calcolo ha solo lo scopo di orientare circa l'ordine di grandezza dell'efficacia protettiva della fune di terra perchè sono troppi e troppo complessi i fenomeni concomitanti, per dare un valore assoluto alla formula.

Naturalmente la questione della fune di guardia non va esaminata solo dal punto di vista della protezione contro le sovratensioni di origine atmosferica, ma anche da quello della migliore messa a terra dei pali, e della maggiore stabilità meccanica della linea nel senso longitudinale, come del resto è già stato fatto nelle discussioni di Milano.

Non va, infine, dimenticata l'influenza benefica della fune di terra, per quanto riguarda i disturbi di natura elettrostatica cui circuiti a bassa tensione, vicini alla condotta ad alta.

Milano, giugno 1923.

A. DALLA VERDE.

* *

Relais differenziali e continuità di servizio.

Riceviamo:

Egr. Sig. Redattore Capo,

Solo oggi leggo sull'Elettrotecnica del 15 maggio il verbale della quarta seduta sul «ciclo di conversazioni sulla continuità e regolarità di esercizio degli impianti»: in esso verbale Ella, parlando dei relais differenziali, accenna all'applicazione di essi sulle reti della Società Elettrica Negri.

Io ho infatti largamente applicato da vari anni i relais differenziali (1) sugli impianti della suddetta Società, con esito soddisfacente sia sui trasformatori ed alternatori che sulle linee.

La semplicità degli apparecchi, la facilità di taratura, l'indipendenza dal carico (sia nelle varie ore della giornata che nelle varie stagioni dell'anno) la rapidità di funzionamento in qualunque punto essi siano posti nella rete, li rendono preferibili a qualunque altro tipo.

Eccole brevemente come sono applicati sulla rete Negri:

a) Sugli alternatori. — Il centro-stella di ogni alternatore (schema 1) è messo a terra attraverso un trasformatore di tensione; sul secondario del quale è derivato un relais voltmetrico, che comanda la bobina di scatto dell'interruttore (2). Appena una terra si manifesta sia nell'alternatore che nel cavo o nell'avvolgimento a bassa del trasformatore, il relais voltmetrico agisce chiudendo il circuito di comando dell'interruttore e così rapidamente da ridurre al minimo l'avaria.

Il relais funziona solo per un guasto fra una fase e la terra; ma a tutti è noto come il 95% delle avarie avvengono subito contro terra; e che anche i rimanenti guasti finiscono poi sempre contro massa.

Se il dispositivo permette uno stacco rapido in caso di guasti alla macchina stessa, non permette lo scatto dell'interruttore di macchina per sovraccarichi anormali; il che è ottima cosa, ad evitare sovratensioni pericolose all'alternatore.

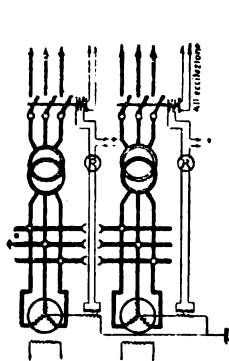
In argomento, mi dichiaro assolutamente favorevole alla soppressione degli automatici a massima ed alla adozione della diseccitazione automatica degli alternatori; diseccitazione automatica che ho pure

(1) Vedi L'Elettrotecnica, 15 gennaio 1920.

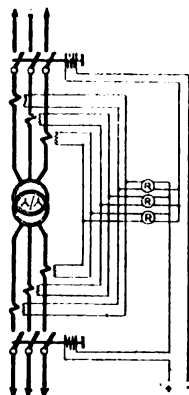
(2) L'interruttore aprendosi, agisce sull'eccitazione dell'alternatore, riducendo a zero la tensione.

applicato da anni su larga scala; e con buon risultato anche con varie centrali in parallelo con caratteristiche diverse, se però si osservano alcune avvertenze, tra cui quella di contenere la regolazione ossia la riduzione della corrente, entro certi limiti (negli impianti Negri gli apparecchi riducono la tensione di macchina non oltre il 20% del

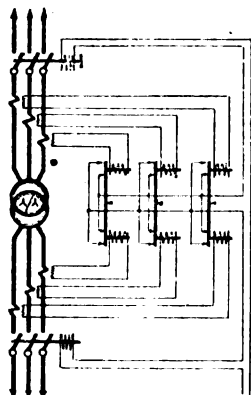
mando così tanti anelli chiusi, che hanno lunghezze fra 35 e 55 Km. Sulle linee in uscita, i relais differenziali sono amperometrici; alle entrate devono essere necessariamente wattmetrici. Per la descrizione di questi apparecchi rimando alla mia memoria, pubblicata sull'Elettrotecnica del 15 gennaio 1920.



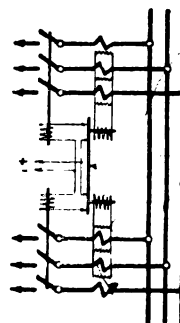
Schema N. 1.



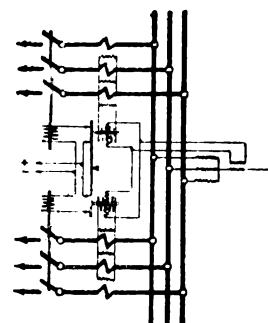
Schema N. 2.



Schema N. 3.



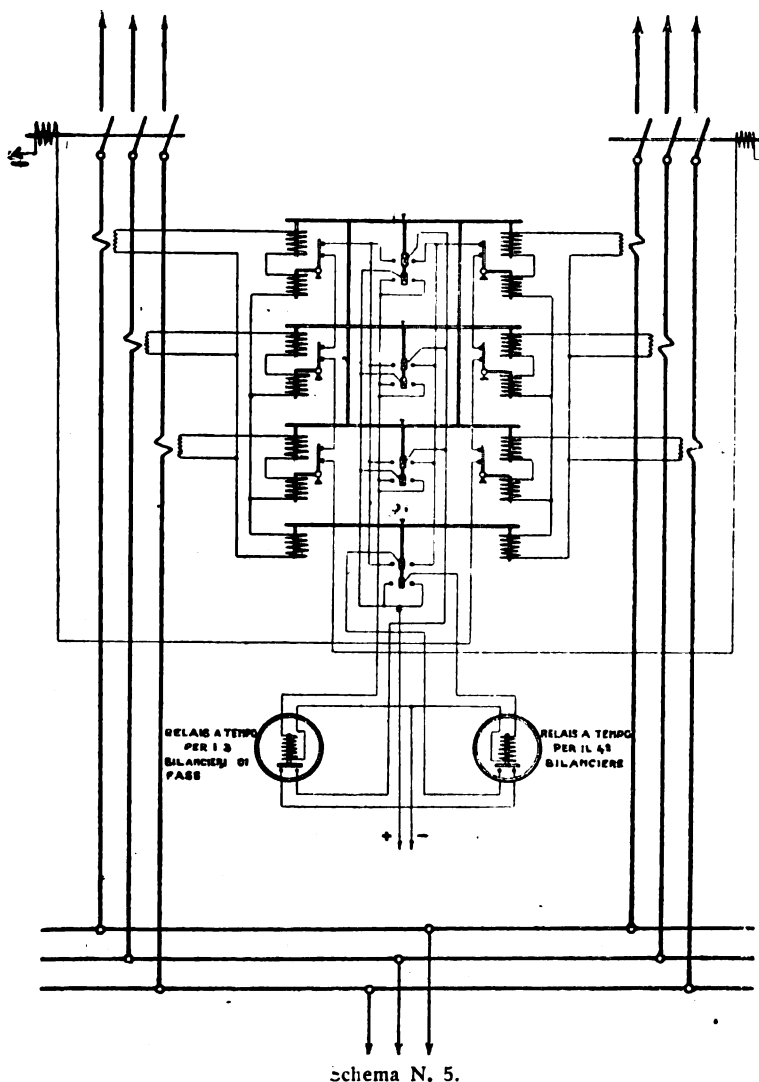
Schema N. 4.



Schema N. 4 bis.

normale; onde evitare correnti circolanti fra le varie centrali alla ripresa del servizio normale, dopo l'eliminazione della parte d'impianto avariato.

b) Sui trasformatori. — Invece del noto sistema differenziale Merz and Price (schema 2) io ho applicato un apparecchio assai più semplice sia per la costruzione che per la taratura (non essendo talvolta possibile avere i rapporti dei riduttori di corrente tali da ottenere che le correnti secondarie siano perfettamente uguali, come è necessario nel sistema Merz and Price).



Schema N. 5.

L'apparecchio consiste (schema 3) (per un trasformatore trifase per es.) in tre coppie di semplicissimi solenoidi, ogni coppia agente su una leva, in equilibrio su un fulcro; il tutto convenientemente smorzato mediante piccole molle o serbatoi ripieni di glicerina.

Il funzionamento non ha bisogno di essere spiegato.

c) Sulle linee di trasmissione. — Le linee della Società Negri a 75 000 volt funzionano in via normale con due circuiti trifasi in parallelo: essi sono riuniti sulle sbarre delle varie sottostazioni, for-

Aggiungerò qui solo due modificazioni che ho apportato in questi ultimi anni e precisamente:

1°) Sui relais amperometrici (in partenza) ho aggiunto un quarto relais o bilanciante, connesso come da schema (4 e 4 bis). Tale relais, connesso in differenziale esso pure, funziona solo per il caso di una terra sulle linee (un isolatore per esempio perforato) che è il caso che si nota più frequente sulle linee aeree.

Questo quarto relais, che è sensibilissimo, non ha bisogno di un sistema di blocco (come nel relais differenziale amperometrico principale); infatti in condizioni normali di funzionamento, i solenoidi del quarto relais non sono percorsi di corrente: il bilanciante può quindi rimanere in equilibrio sul fulcro anche se una sola delle terne è in servizio, poichè ambedue i solenoidi dell'apparecchio sono percorsi da corrente zero.

Per cui questo quarto relais è doppiamente differenziale; e cioè funziona sia per differenza dell'intensità di corrente dei due circuiti trifasi in parallelo, sia per differenza fra le correnti delle tre fasi dello stesso circuito; e per questa sua qualità, esso serve (e funziona da differenziale) anche quando una sola terna rimane in servizio, comandando l'interruttore quando un guasto si manifesta sul tronco di linea da esso interruttore comandata.

2°) Sui relais wattmetrici (in arrivo) ho pure aggiunto un quarto bilanciante, ma wattmetrico, coi circuiti amperometrici disposti come sopra detto, e con quelli wattmetrici come da schema 5°.

È da rilevarsi la qualità importantissima di questo dispositivo, che quando si manifesta una terra, la tensione nel circuito volmetrico del relais aumenta da zero al valore fissato, facendo funzionare con sicurezza l'apparecchio; mentre nei normali relais wattmetrici si ha l'inconveniente (come Ella ha giustamente osservato) che la caduta di tensione conseguente ad un corto circuito è tale, da ridurre od annullare la coppia dell'apparecchio, il quale quindi funziona con difficoltà.

L'applicazione di questi relais, che chiamerò di terra, data da due anni e mezzo e precisamente dalla messa a terra del neutro alta tensione nella Centrale di San Dalmazzo, attraverso una induttanza (in risonanza) shuntata da una resistenza ohmica di uguale valore (resistenza critica); si ha così in caso di una terra, una corrente sufficiente da far funzionare i relais differenziali.

L'argomento meriterebbe un più profondo esame: ma non voglio rubare altro tempo a Lei nè spazio al giornale.

Mi creda, dev.mo

Ing. I. PRINETTI.

* *

Nuove fonti di energia naturale.

Riceviamo:

Palermo, 31 maggio 1923.

Spett. Direzione del giornale L'Elettrotecnica,

Ho letto, nell'Elettrotecnica (n. 5, pag. 95, 1923), il richiamo, del Sig. Ing. A. Righi, ad un progetto, per utilizzare una nuova sorgente d'energia.

Si tratta di utilizzare la differenza di temperatura, nei mari tropicali, fra le acque superficiali, e le acque profonde. Si utilizzerebbe come fluido, l'anidride carbonica; godendo di un salto di temperatura, di 26-28 gradi.

Il progetto non pare abbia trovato applicazione; nè me ne posso stupire, per la incomodità, e le difficoltà infinite, che un impianto galleggiante può presentare. Mi stupisce invece il fatto che, in Italia, non si volgano le ricerche degli inventori, e studiosi (dei giovani specialmente); alla utilizzazione del calore dei vulcani.

Nel 1917, avevo pubblicato un opuscolo, di cui mando copia, in cui indicavo una via per ottenere tale scopo. Non deve essere difficile, in terreni vulcanici, utilizzare un salto di temperatura, di 50-60

gradi (il doppio cioè di quanto si vorrebbe utilizzare nei mari tropicali).

Il mezzo da me indicato sarà buono, o cattivo; a seconda delle difficoltà di affondamento di tubi, in rocce durissime ed a temperatura elevata. Occorrerebbero prove, che io non ho il mezzo di fare.

Intanto, all'injuori dell'impianto di Larderello, nulla si è fatto che io sappia; non solo, ma nessuna proposta, nessun studio, risulta essersi fatto, in Italia; per utilizzare, in qualche modo, il calore dei vulcani.

L'Elettrotecnica, non potrebbe farsi incitatrice, fra i giovani ingegneri; magari con un concorso a premio, per chi presenta la migliore proposta; di questo genere di studi?

Poichè abbiamo in Italia il malanno dei vulcani, coi relativi terremoti, non è forse necessario, più ancora che utile, cercare di trarne qualche utile.

Se l'Elettrotecnica credesse di aprire una sottoscrizione, per costituire il premio, vorrei essere fra i primi a sottoscrivere.

Colla massima stima

PAOLO AMORETTI
Direttore Acquedotto di Palermo.

* *

Telefonia e telegrafia.

In risposta alla lettera del Collega G. Picena, riguardante la priorità della invenzione del telefono, pubblicata in questa rubrica nel numero del 5 aprile corrente (pag. 207), l'ing. Giuseppe Conti ci invia una lettera nella quale, in base a quanto è detto nel libro «Un italiano in America» di Adolfo Rossi (1894, Treves, II. Ediz., pag. 189 e segg), si afferma che la priorità della invenzione spetta ad Antonio Meucci.

Ora, le pubblicazioni citate dai Colleghi Picena e Conti sono note da tempo agli studiosi italiani delle questioni telefoniche, i quali ebbero ad occuparsi in passato, con la cura che l'argomento meritava, delle rivendicazioni del Meucci e del Manzetti; chi avesse interesse, potrà consultare, per esempio, il «Trattato di telefono» Brunelli-Longo (pag. 8-9) e il manuale «Il telefono» degli ingegneri Motta-Arrigoni-Ferrero (pag. 6-10).

Riteniamo quindi che non avrebbe grande interesse per la maggioranza dei lettori il riaprire una discussione in proposito, ove questa dovesse impennarsi ancora e solamente sopra documenti che da tempo sono conosciuti. Ma la cosa sarebbe ben diversa se qualcuno tra i Colleghi potesse rendere noti fatti o documenti inediti di indiscussa autenticità: ed è questo, in sostanza, che chiedevamo ai lettori nel breve commento alla lettera del Collega Picena.

(N. d. R.).

:: SUNTI E SOMMARI ::

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

E. BELLINI — Aerei a telaio ed errori di rilevamento. (The El., 11 agosto 1922, vol. 89, pp. 150-151).

In un articolo precedente (The El. vol. 86, pp. 220-222), l'autore aveva avanzato l'ipotesi che gli errori di rilevamento ottenuti con gli aerei a telaio, specialmente nelle notti d'estate, fossero dovuti alla azione delle parti orizzontali degli aerei trasmettenti sulle parti orizzontali dei telai riceventi, azione resa possibile dalla riflessione delle onde sullo strato di Heaviside. Per sopprimere questi errori l'autore proponeva di sopprimere le parti orizzontali degli aerei di trasmissione, poichè la soppressione delle parti orizzontali degli aerei a telaio era di un'evidente impossibilità.

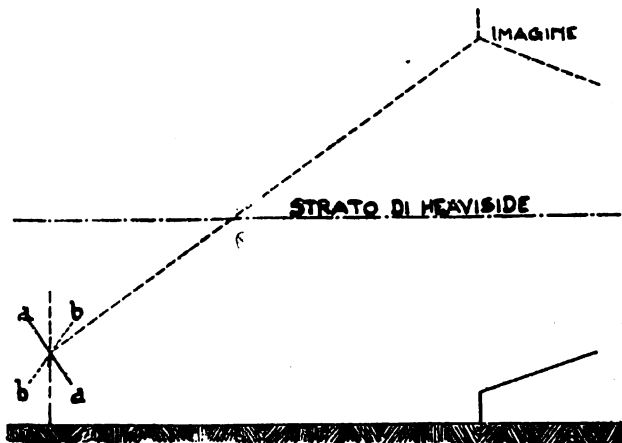


Fig. 1.

Nel presente articolo l'autore propone una misura più radicale: quella di sopprimere addirittura la ricezione dell'immagine della stazione trasmittente, lo strato di Heaviside essendo considerato come uno specchio.

Ma questa soluzione appariva come una petizione di principio. Infatti, per evitare di ricevere la radiazione dell'immagine, bisogna disporre il telaio in modo che il suo piano risulti perpendicolare alla direzione dell'immagine (Fig. 1, posizione aa). Ma per ciò fare occorrerebbe conoscere questa direzione, ciò che implicherebbe la conoscenza della direzione cercata.

Per vincere questa difficoltà l'autore propone di sfruttare del fatto che in pratica gli errori di rilevamento sono molto spesso, se non sempre, accompagnati da cattivi minimi e dalla perdita degli zeri. E solamente quando il piano del quadro verrebbe a trovarsi perpendicolare alla direzione dell'immagine gli zeri dovrebbero di nuovo apparire. Per la realizzazione del metodo è necessario rendere il telaio mobile intorno ad un asse orizzontale come intorno ad uno ver-

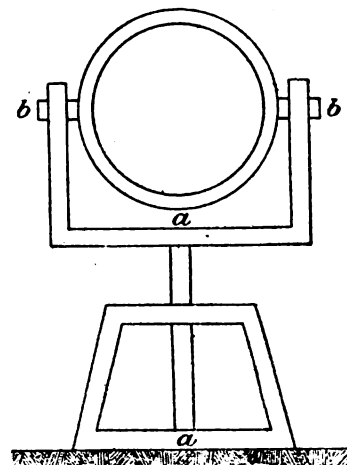


Fig. 2.

ticale (fig. 2). Inclinando opportunamente il telaio intorno a questi due assi si dovrebbe trovare una sola posizione di zero perfetto. L'indice e il quadrante orizzontali fornirebbero allora la direzione vera della stazione trasmittente.

La teoria fa inoltre prevedere che, se si parte da questa posizione, e si fa rotare il telaio di 180° intorno all'asse verticale (figura 1, posizione bb) non si deve più ottenere posizione zero. Il metodo sarebbe quindi un metodo unilaterale.

I primi esperimenti furono eseguiti a Parigi nell'estate 1921. Le stazioni rilevate furono quelle di Bordeaux e di Lione. Gli esperimenti cominciarono alla fine della giornata. Al principio i rilevamenti erano esatti e gli zeri buoni. Ma con l'avanzarsi della notte gli zeri si perdevano, i minimi diventavano di più in più cattivi e i rilevamenti presentavano errori rilevanti. Ma, rotando opportunamente il telaio intorno all'asse orizzontale si arrivava ad ottenere ottimi zeri e rilevamenti esatti. L'angolo di cui era necessario far rotare il telaio intorno all'asse aumentò con l'avanzarsi della notte e raggiunse 80°. Fu verificato che, conformemente alla teoria, se si faceva rotare il telaio di 180° intorno all'asse verticale, partendo dalla posizione ottima, la ricezione non si annullava più.

Ma ciò che risultò contrario alla teoria fu il fatto che la posizione ottima era la bb e non la aa della Fig. 1, come avrebbe voluto la teoria.

Altre osservazioni sulle stazioni di Carnavon, Nauen, Roma e Eilvese, eseguite durante l'inverno 1921-1922 dettero i medesimi risultati, ma meno marcati. L'inclinazione massima intorno all'asse orizzontale non sorpassò in questo caso 20°.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Le grandi reti di trasporto d'energia elettrica ad altissima tensione. (Dal resoconto della conferenza internazionale tenutasi a Parigi nel novembre 1921 sotto gli auspici dell'Union des Syndicats de l'Electricité).

Il rapido sviluppo delle applicazioni dell'elettricità e la conseguente necessità di distribuire l'energia elettrica in gran copia ed in zone sempre più vaste, hanno fatto sorgere in quasi tutti i Paesi il problema delle grandi linee di trasmissione molto potenti, le quali rispondono alle seguenti esigenze:

1) consentire l'aiuto reciproco delle varie reti, sia mediante scambi di energia di supero in date ore della giornata, sia mediante cessione diretta di energia in caso di arresto temporaneo di qualche centrale;

2) integrare la produzione delle centrali idroelettriche delle diverse regioni, produzione che, essendo soggetta al regime di portata dei corsi d'acqua, varia colla stagione da regione a regione;

3) collegare le centrali termiche alle centrali idrauliche e permettere così la massima economia di acqua e di combustibile.

In queste condizioni, le potenze da trasportare arrivano a cifre dell'ordine delle centinaia di migliaia di kW con distanze dell'ordine di centinaia di km; per non dover impiegare sezioni eccessive di conduttori, è necessario ricorrere a tensioni molto elevate.

Sono già in servizio linee a 120 000 Volt; se ne progettano a 220 mila Volt ed a 500 000 Volt, ed in America si stanno facendo prove colla tensione di 1 milione di Volt.

La costruzione e l'esercizio di queste linee implica notevoli difficoltà tecniche perchè presenta nuovi problemi relativi all'isolamento dei conduttori, all'alimentazione di una stessa rete con diverse centrali, alla costruzione di macchinario ed apparecchiature più potenti, ai dispositivi di sicurezza, alla ricerca ed alla localizzazione dei guasti, ed infine, alla direzione di reti così vaste, che i tecnici debbono affrontare e risolvere caso per caso.

L'Union des Syndicats de l'Electricité ha preso l'iniziativa di riunire i tecnici dei vari Paesi per uno scambio di idee sull'argomento allo scopo di coordinare l'esperienza e gli studi individuali e trarne norme di carattere generale per la tecnica di questi impianti.

La conferenza mirava anche ad avvicinare in amichevole ritrovo i tecnici dei vari Paesi per stabilire fra di essi quella conoscenza personale, fonte di cordiale affiatamento, che è fattore importantissimo di agevolazione nei rapporti internazionali.

Per facilitare lo svolgimento dei lavori, la conferenza venne suddivisa in tre sezioni a ciascuna delle quali venne assegnato un capitolo del tema generale, e precisamente:

La 1ª Sezione doveva occuparsi della « *produzione e trasformazione della corrente* »;

la 2ª Sezione della « *costruzione delle linee* »;

la 3ª Sezione della « *direzione tecnica dell'esercizio e della sicurezza e protezione delle reti* ».

*

Produzione e trasformazione della corrente.

La necessità di sfruttare più razionalmente le risorse naturali coordinando la produzione delle centrali termiche e delle centrali idrauliche mediante linee di collegamenti di grande potenza e, quindi, ad altissima tensione, ha aperto un nuovo campo nella tecnica degli impianti elettrici. L'aumento delle potenze in gioco e delle tensioni d'esercizio, pone i costruttori di alternatori, trasformatori ed apparecchiature, davanti a problemi nuovi ed assai difficili. D'altra parte la possibilità di aiuto reciproco continuo fra le diverse centrali, rende meno complesse le condizioni di servizio che si richiedevano fin qui alle macchine generatrici; il problema della regolazione, sia elettrica che meccanica è notevolmente semplificato e da questa semplificazione potranno trarre profitto i costruttori per introdurre nuovi perfezionamenti nel macchinario.

La maggiore indipendenza fra i tre fattori della potenza: corrente, tensione e fase, derivante dalla lunghezza delle linee, la quale appariva come una complicazione dannosa quando la centrale doveva essere ad un tempo produttrice e regolatrice, diviene in questi casi una caratteristica utilissima della distribuzione a corrente alternata perchè permette di tenere separata la produzione dalla regolazione.

L'allestimento dei mezzi per provvedere a questa regolazione, l'agevolarla diminuendo le correnti reattive, rappresentano i nuovi compiti dei costruttori o, più esattamente, rappresentano la valorizzazione pratica di soluzioni già ideate da tempo e contemporaneamente aprono la via a nuove ricerche.

A questa relazione preliminare segue la presentazione e la discussione delle memorie dalla quale si possono trarre le seguenti conclusioni:

Costruzione degli alternatori. — Sembra che attualmente i costruttori preferiscano il tipo con bobine a due conduttori per scanalatura ed avvolgimenti compoundati i quali escludono ogni traccia d'aria dalle scanalature e presentano perciò la massima sicurezza. Questo tipo di avvolgimento comporta una tensione di circa 6000 volt, quando non intervengano considerazioni speciali per la scelta di un altro valore, come nel caso si dovesse cedere direttamente una parte dell'energia ad una rete vicina già esistente o quando si desiderasse di economizzare sul costo delle connessioni e delle apparecchiature di grosse unità elevando la tensione. Allo stato attuale, la costruzione di alternatori a 10 000-12 000, fino a 15 000 volt non presenta difficoltà; quest'ultimo valore, però, rappresenta un limite che l'esperienza non consiglia di oltrepassare.

Per quanto riguarda la protezione degli alternatori, si tende generalmente ad assicurarla provvedendoli di una grande reattanza interna, mentre si riducono gli effetti di sovratensione in linea conseguenti a brusche diminuzioni del carico, mediante regolatori di tensione ad azione rapida installati in centrale. A semplice titolo informativo si accenna che la caduta di tensione può variare dal 25 al 40 per cento nei turbo alternatori da 625 a 43 700 kVA e dal 21 al 29 per cento negli alternatori lenti da 800 a 7000 kVA.

Costruzione dei trasformatori. — Sono presi in considerazione solamente i trasformatori per tensioni dai 100 000 Volt in su, che soli possono interessare nel servizio delle grandi reti.

Sulle prove di tensione non si è arrivati a conclusioni definitive, trattandosi di questione tuttora in esame presso il Comitato Elettrotecnico Internazionale.

Si è constatata, come per gli alternatori, una tendenza spiccata ad assicurarne la protezione a spese della caduta di tensione che viene spinta fino a valori dell'8-10 per cento.

Sulla questione delle prese multiple non si è avuta una conclusione esauriente; si può osservare che la concezione moderna dei

trasporti d'energia tenderebbe ad eliminarle, ciò che metterebbe d'accordo costruttori ed industriali elettrici.

Si è constatata, infine, la tendenza sempre più accentuata in tutti i Paesi a mettere a terra il neutro, nella maggior parte dei casi direttamente, e, normalmente, in un punto per ciascuna tensione; eccezionalmente in due punti.

Apparecchiature speciali.

a) Relais. Per i relais di protezione contro le sovracorrenti si è confermata l'importanza di una scelta accuratissima per quelli che devono servire su reti connesse fra loro;

b) Interruttori in olio. La discussione non ha portato a conclusioni definitive in merito alla interruzione semplice o multipla. Per quanto riguarda l'impiego di resistenza di protezione per limitare le correnti istantanee di corto circuito e, di conseguenza, la capacità dell'interruttore, si può concludere che il loro impiego, molto discusso, debba in ogni caso limitarsi alla protezione dei trasformatori quando il tipo della costruzione lo esiga;

c) Sottostazioni all'aperto. — La discussione ha esaminato l'economia di costruzione e le difficoltà d'esercizio concludendo sul primo punto che questo tipo di sottostazione può rappresentare una effettiva economia per tensioni dell'ordine dei 100 000 volt le quali richiedono grandi intervalli fra i conduttori. Dal punto di vista dell'esercizio i pareri sono stati discordi: gli industriali con reti fino a 70 000 volt si sono dimostrati propensi alle sottostazioni di tipo chiuso anche per le tensioni superiori, mentre quelli esercenti reti a 120 000 volt sono apparsi nettamente favorevoli alle sottostazioni all'aperto.

Parallelo delle centrali e regolazione della tensione. — I criteri moderni del trasporto d'energia a grande distanza e ad altissima tensione portano alla semplificazione del macchinario degli alternatori e dei trasformatori.

Si è riconosciuto concordemente che l'impiego dei motori sincroni sulle reti di distribuzione e, meglio ancora, l'impiego dei condensatori rotanti all'estremità delle linee di trasporto, è l'unico mezzo per limitare, se non annullare, la caduta di tensione, mantenendo un fattore di potenza elevato. Mancando invece la compensazione della potenza reattiva, il fattore di potenza si abbassa nelle linee sovraccaricate e si hanno inoltre oscillazioni della tensione che rendono difficile, se non impossibile, l'interconnessione delle centrali.

Dalle informazioni raccolte risulterebbe che l'ammortamento delle spese di impianto dei condensatori sincroni si effettua assai rapidamente per le economie notevoli che essi permettono di realizzare.

Come applicazione pratica di questi concetti, si raccomanda non solo il largo impiego dei motori sincroni, ma anche la propaganda presso i maggiori utenti per ottenere una sistemazione dei loro impianti che possa concorrere efficacemente alla regolazione generale della rete.

Infine è stata messa in evidenza l'importanza grandissima che assume in queste reti la regolazione del servizio.

La discussione ha confermata l'opinione che tale incarico non possa essere lasciato, sia pure con accordi precisi, alla cura dei singoli interessati, ma che debba invece essere affidato ad un ufficio speciale autonomo il quale diriga e controlli tutte le manovre inerenti alla regolazione ed al funzionamento generale delle grandi reti e delle centrali ad esse collegate.

*

Costruzione delle linee.

Nella riunione elettrotecnica internazionale di Bruxelles del marzo 1920 erano stati discussi il problema della unificazione delle tensioni e la questione degli isolatori.

Per le tensioni era stata proposta una serie normale di valori, e precisamente:

1500 — 3000 — 6000 — 10 000 — 15 000 — 20 000 — 30 000 — 45 000 — 60 000 — 80 000 — 100 000 — 120 000 volt

da intendersi come valori medi di distribuzione vale a dire come medie dei valori nei diversi punti della rete e nelle diverse ore della giornata. Le tensioni alla partenza delle linee potevano essere sensibilmente più elevate; per esempio: 2000 — 3500 — 7000 — 12 000 — 18 000 — 24 000 — 35 000 — 53 000 — 70 000 — 95 000 — 115 000 — 132 000 volt, ed, in particolare, gli isolatori avrebbero dovuto essere previsti per tensioni normali di esercizio corrispondenti a questi ultimi valori.

Per le tensioni al di sotto dei 1500 Volt si era concluso per lasciare libera ogni Nazione di proporre la scala di valori che avesse ritenuto più conveniente.

La conferenza aveva, inoltre, gettato le basi per l'unificazione dei tipi di isolatori, ma l'Union des Syndicats de l'Electricité riprendendo lo studio, d'accordo colla Chambre Syndicale de la Porcelaine Electrotechnique era arrivata alla conclusione che, almeno per il momento, non fosse opportuno stabilire forme e dimensioni definitive per gli isolatori di porcellana, e convenisse invece lasciare ancora ai costruttori la cura di utilizzare la materia nel modo migliore. I costruttori poi, dal canto loro, avevano trovati eccessivamente ed inutilmente elevati i coefficienti proposti a Bruxelles per le basse tensioni e consigliavano di non fissare coefficienti ma piuttosto di stabilire le modalità delle prove in appositi capitoli.

Tutto questo si riferiva unicamente agli isolatori a perno per tensioni fino a 80 000 volt; le tensioni superiori non erano state

prese in considerazione perchè si giudicava che l'esperienza relativa agli isolatori sospesi non fosse ancora sufficientemente matura per trarne norme generali di costruzione.

Oggi invece gli studi e le esperienze al riguardo hanno fatto molti progressi. In America sono in esercizio fin dal 1918 linee a tensioni superiori ai 100 000 volt e si progetta l'impiego dei 220 000 volt; gli studi sulle catene di isolatori, sulla loro resistenza meccanica e sulla distribuzione del potenziale fra i vari elementi, sono numerosi; l'argomento può quindi essere trattato e discusso utilmente dalla nuova Conferenza.

Le conclusioni di ordine generale lumeggiate dalla discussione si possono riassumere nei termini seguenti:

Economia di impianto. — Lo studio dell'impianto di linee ad altissima tensione dal punto di vista economico è problema assai complesso per il quale non si possono stabilire direttive generali. La soluzione più economica dipende da un complesso di fattori economici e tecnici variabili a seconda delle condizioni locali, e non può essere raggiunta che per tentativi.

Natura dei conduttori. — La scelta dei conduttori influisce sul costo della linea e sulla sua conservazione. Il rame risponde bene allo scopo; per le linee ad altissima tensione sembra abbiano dato buoni risultati le corde di alluminio e acciaio ed i progetti recenti di linee a 220 000 volt prevedono appunto l'impiego di questo tipo di conduttori. L'esperienza ha dimostrato ingiustificato il timore di fenomeni di corrosione in vicinanza del mare o delle officine.

Sostegni. — Se ne trova in servizio una serie svariata di tipi e sono numerosi i procedimenti per calcolarli. Ciascuna Nazione ha adottato un proprio tipo di palo il quale risponde non tanto ad esigenze economiche e di sicurezza, quanto ai criteri legislativi che regolano le concessioni ed i diritti di passaggio.

I pali in cemento armato sono impiegati con successo, per le linee ad altissima tensione, nei Paesi Scandinavi, la maggior parte delle altre nazioni preferisce invece i pali metallici.

Legislazione. — Premesso che le grandi linee ad altissima tensione sono destinate a diventare linee di interesse internazionale, come già si verifica fra la Francia e la Svizzera, appare del più alto interesse che vengano installate ed esercite cogli stessi criteri presso tutte le Nazioni. La Conferenza ha espresso pertanto il voto che, nello stabilire le norme per la concessione di tali linee i vari Paesi si uniformino a quelle già in vigore presso alcuni di essi, le quali hanno avuto la sanzione pratica dell'esperienza. Sarebbe desiderabile inoltre, per ragioni di economia generale, che i coefficienti di stabilità dei blocchi di fondazione fossero ridotti ai valori più piccoli possibili e si tenesse conto, nel calcolo della stabilità, anche della resistenza del terreno. Sarebbe pure desiderabile che per le strutture portanti fossero adottati gli stessi coefficienti di sicurezza in tutti i Paesi e che, infine, la tensione restasse costante lungo tutta la linea.

Per quanto riguarda le prescrizioni di sicurezza per gli attraversamenti le quali attualmente si riferiscono all'ampiezza della campagna, all'angolo di attraversamento, alla sollecitazione dei conduttori ed al loro numero, ed alla messa a terra, si è espresso il voto che vengano invece limitate alla semplice prescrizione del doppio isolatore, la quale è stata ritenuta precauzione sufficiente da tutti i delegati presenti.

Isolatori. — La questione degli isolatori ha importanza essenziale nel buon funzionamento delle linee di altissima tensione, e va considerata sotto il doppio aspetto delle sollecitazioni meccaniche della porcellana e delle sue proprietà isolanti, le quali sono in stretto rapporto fra di loro. Uno sforzo di trazione diminuisce anche le qualità elettriche di un isolatore.

La questione della distribuzione del potenziale fra i diversi elementi di una catena è stata oggetto di ampia discussione, durante la quale sono stati passati in rassegna i diversi sistemi per migliorarla e per proteggere la catena dagli effluvi e dagli archi. Si è accennato, infine, alle proprietà isolanti del basalto ed ai risultati delle prove eseguite con campioni di questo materiale.

*

Direzione tecnica, sicurezza e protezione delle reti.

Il numero delle linee ad altissima tensione attualmente in esercizio è ancora limitato; finora le linee erano destinate al trasporto di date quantità di energia in un determinato senso fra due punti ben definiti: la centrale ed il centro di utilizzazione, e questo rappresenta ancora la scopo principale delle grandi linee americane. Solo negli ultimi anni si è cominciato, specialmente in Europa, a collegare alcune centrali od alcune reti fra di loro allo scopo di scambiare nell'uno o nell'altro senso delle quantità di energia variabili a seconda dei bisogni e delle stagioni. La Svizzera offre un esempio classico di questo sistema che ha sviluppato per rimediare alla crisi del carbone durante la guerra ed alla crisi di magra dei corsi d'acqua a regime glaciale negli inverni del '18 e del '19. In questo Paese poi, le linee di collegamento delle diverse centrali, oltre a permettere l'aiuto reciproco fra le regioni a regime idrologico opposto, hanno anche la funzione di grandi sbarre collettrici alle quali le centrali versano l'energia di supero in modo da poterne fare oggetto di esportazione, ciò che non sarebbe stato possibile per i singoli impianti, considerati individualmente, perchè la dispo-

nibilità di talè energia sarebbe stata troppo irregolare. Questa particolare funzione delle reti ad altissima tensione merita di essere presa in considerazione e valorizzata perchè troverà certamente applicazione, sia pure in circostanze e con aspetti economici diversi, in tutti i Paesi.

In Francia, dove si hanno grandi risorse idroelettriche raccolte specialmente nelle regioni del sud e del centro, e ricche miniere di carbone, che permetteranno l'impianto di grandi centrali termiche, in altre regioni, la rete di collegamento ad altissima tensione dovrà permettere sia gli scambi giornalieri d'energia fra le centrali termiche, sia gli scambi di stagione fra le centrali termiche e le centrali idrauliche, in guisa da sfruttare nel modo più completo le risorse naturali del Paese.

Appare da queste considerazioni quanto sia complesso il problema. Anzitutto converrà esaminare se le norme sulle quali si sono basati fin qui il calcolo e l'impianto delle linee ad alta tensione possano applicarsi anche a queste grandi reti di collegamento, oppure se non debbano considerarsi come un problema nuovo da studiare con metodi nuovi.

Alle considerazioni generali e di carattere tecnico si accompagna poi il problema economico: la costruzione di queste reti di collegamento richiede l'impiego di grandi capitali che non possono essere tutti forniti da una Società privata e che, di più, non troverebbero in tale impiego, un compenso adeguato. Per risolvere il problema è indispensabile l'intervento dello Stato. Bisogna perciò considerare le condizioni locali delle regioni o delle Nazioni interessate tenendo conto dei vantaggi d'ordine particolare e generale che dall'impianto delle reti ad altissima tensione derivano allo Stato, ai comuni, agli utenti ed ai pubblici servizi ed in base a tale analisi ripartire equamente i contributi fra lo Stato ed il capitale privato.

Per l'esercizio di queste reti e per assicurarne il regolare funzionamento, sarà interessante sentire il parere degli industriali e conoscere i risultati dell'esperienza che ciascuno di essi ha potuto fare in diverse condizioni di ambiente e di servizio. Ad ogni modo si può affermare che la sicurezza, la rapidità e la elasticità di manovra indispensabili in un servizio così vasto e delicato, non possono raggiungersi che attraverso un'organizzazione perfetta di mezzi di comunicazione telefonica, sui quali i dirigenti debbono poter fare in ogni circostanza sicuro affidamento. Oggi la telefonia senza fili offre a questo servizio un nuovo campo di sviluppo e di perfezionamento.

I risultati della discussione si possono riassumere nelle seguenti conclusioni di carattere generale:

Protezione delle linee. — La discussione su questo punto ha lasciato l'impressione che gli apprezzamenti dei diversi interlocutori non fossero il risultato di osservazioni paragonabili. Ad esempio, l'industriale le cui reti presentano molti punti deboli, conclude troppo facilmente per l'inefficacia dei mezzi protettivi su di esse installati; un altro, che esercisce una rete più moderna, provvista di materiale più robusto, largamente dimensionato ed isolato, ha potuto staccare gli apparecchi di protezione e constatare che i guasti non aumentavano, anzi, probabilmente, diminuivano perchè la rete ne risultava semplificata. Non è possibile quindi esprimere un giudizio su di un tipo di protezione senza tener conto delle condizioni della rete alla quale esso è destinato.

Ciò premesso, la maggioranza si è dimostrata favorevole alla soppressione delle vecchie apparecchiature di protezione ed in particolare degli scaricafulmini a corno specialmente quando siano disposti in serie con un apparecchio elettrolitico a piastre di alluminio.

È stata ammessa, con accordo quasi unanime, l'utilità della corda di terra per la protezione delle linee contro le sovratensioni di origine atmosferica.

Messa a terra del neutro. — Sulla questione della messa a terra del neutro la discussione, partendo da due diversi punti di vista, è arrivata a due diverse conclusioni.

Gli esercenti imprese elettriche dichiarano la messa a terra non consigliabile per le medie tensioni e vantaggiosa per le altissime tensioni; gli esercenti di reti telefoniche vedono invece nella messa a terra del neutro la causa di gravi disturbi nelle loro linee, disturbi che non si è ancora riusciti ad eliminare per quanto alcuni tipi di apparecchi protettivi abbiano dato, in alcuni casi, dei buoni risultati e sono perciò assolutamente contrarii al provvedimento.

Comunicazioni telefoniche. — È stata confermata l'utilità della telefonia senza fili e specialmente del sistema a onde convogliate che ha già dato risultati pratici soddisfacenti lungo alcune linee sulle quali è stato applicato.

*

Il relatore generale ing. Boucherot, riassumendo i lavori al termine della Conferenza, constata anzitutto che la corrente continua non è entrata nè direttamente, nè indirettamente nelle discussioni e si domanda se da questo si debba concludere per l'esclusione definitiva di ogni possibilità di impiego della corrente continua nelle grandi reti di trasmissione. Egli non crede: il problema del collegamento delle grandi reti è completamente diverso dal problema del funzionamento delle reti per se stesse, ed oggi egli ritiene che il primo sia male impostato perchè basato esclusivamente sull'impiego della corrente alternata e sulla trasmissione a tensione costante. È errato assumere questa come soluzione universale; nella trasmissione

dell'energia elettrica non ci possono essere soluzioni uniche ed esclusive. Il problema implica soluzioni diverse a seconda che si tratti di stabilire un flusso presso che costante di energia da una regione ad un'altra oppure di realizzare connessioni occasionali, fra reti aventi ciascuna la propria indipendenza commerciale, per permettere scambi temporanei di energia imposti o consigliati dalle circostanze.

Nelle condizioni attuali, non è esagerato affermare che una linea aerea di grande potenza costa press'a poco quanto una linea sotterranea della stessa sezione e quest'ultima presenta, sotto molti aspetti, vantaggi incontestabili; riesce più gradita alle popolazioni perché non altera l'aspetto del terreno e non rappresenta come le linee aeree, una continua minaccia all'incolumità delle persone; presenta maggiori garanzie di sicurezza, non risente le perturbazioni atmosferiche e non è facilmente soggetta a danneggiamenti vandalici. Ma anche qualora si riuscisse a costruire cavi per tensioni altrettanto elevate di quelle in uso sulle linee aeree, la linea sotterranea non si presterebbe ancora al trasporto a grande distanza di correnti al-

ternate in causa dell'impedenza caratteristica $\sqrt{\frac{L}{C}}$ la quale è troppo piccola nelle linee in cavo. Limitando le considerazioni alle correnti trifasi, l'impedenza caratteristica che raggiunge il valore di circa 400 ohm per fase (tra fase e neutro) nelle linee aeree, di grande potenza, arriva appena ad un decimo di questo valore nelle linee sotterranee. Per realizzare economicamente una trasmissione di energia a corrente alternata ed a grande distanza è necessario che la potenza reattiva in ritardo assorbita in ogni punto dalla linea per effetto della self induzione, sia press'a poco compensata dalla potenza reattiva in avanzo che la linea fornisce per effetto della capacità. In altre parole si potrà realizzare la trasmissione economica solo nel caso che il rapporto $\frac{V}{I}$ della tensione per fase alla corrente per fase, sia abbastanza vicino al valore dell'impedenza caratteristica $\sqrt{\frac{L}{C}}$ e cioè soddisfi alla relazione:

$$\omega L dx I^2 - V^2 \omega C dx = 0.$$

Ciò è quanto dire che con una linea aerea trifase occorreranno 100 000 volt per trasmettere 25 000 kVA e 200 000 volt per 100 000 kVA. Considerando invece una linea sotterranea di impedenza caratteristica, ad esempio, nove volte più piccola, occorrerà impiegare una tensione tre volte minore ed una corrente tre volte maggiore: per mantenere uguale la perdita per effetto Joule occorreranno conduttori di sezione nove volte maggiore. In altre parole il fenomeno di capacità impedisce di adottare la stessa tensione ed obbliga a ridurla ad $\frac{1}{3}$; che se invece si volesse attenuare il fenomeno ricorrendo a bobine di self distribuite in serie od in parallelo si incontrerebbero spese proibitive. La corrente continua offrirebbe in questo caso la migliore soluzione del problema. Oggi non si può dire ancora come ci si potrà arrivare: se per mezzo di correnti alternate raddrizzate in tubi a vuoto o per altra via; non si deve però escludere la possibilità di arrivarci. Si può constatare intanto che la corrente continua ha riguardato terreno nel campo della trazione e nella distribuzione accentrata di grandi potenze.

Le reti a corrente alternata funzionano oggi esclusivamente a tensione costante; a questo proposito è stata messa in evidenza la importanza dei motori sincroni sopra — o sotto — eccitati per la regolazione della tensione.

Sulla marcia in parallelo delle centrali le opinioni si sono dimostrate discordi a seconda che si consideri il problema sotto l'aspetto tecnico o sotto l'aspetto economico. Tutti concordano nello ammettere che non vi sono grandi difficoltà per l'accoppiamento in parallelo di centrali distanti fra loro; l'accordo non è invece altrettanto unanime sulla frequenza e la gravità degli incidenti i quali crescono assai più rapidamente della importanza delle reti e del numero delle centrali che si vengono a collegare. L'economia si trova spesso in opposizione colla sicurezza del funzionamento, alla stessa guisa come il desiderio di limitare le cadute di tensione e le perdite in linea va contro quello di non veder propagati su di una zona troppo estesa gli effetti dannosi dei corti circuiti.

La preoccupazione di incidenti, che possono paralizzare il servizio su tratti più o meno vasti della rete, domina la situazione ed è quella che si oppone alla soluzione logica del problema dei grandi collegamenti che sarebbe quella degli allacciamenti alla periferia delle reti. Si preferisce invece il collegamento delle centrali, soluzione questa che, anche dal punto di vista commerciale della misurazione e della regolazione degli scambi, riesce più comoda.

Per quanto riguarda la distribuzione non si può affermare che il sistema a tensione costante sia l'unico possibile; in certi casi potrà riuscire preferibile quello a impedenza costante preconizzato dallo stesso ing. Boucherot e da lui presentato in uno studio originale.

Agli effetti della sicurezza si manifesta oggi una spiccata tendenza alla costruzione del macchinario e degli apparecchi a induzione con grandi fughe magnetiche, specialmente per gli alternatori ed i trasformatori. Per questi ultimi la conferenza si è dimostrata poco favorevole all'impiego di prese ausiliarie sui trasformatori principali, giudicando preferibile installare in centrale dei piccoli trasformatori ausiliari alimentati alla tensione più bassa disponibile.

La conferenza non si è occupata della saturazione magnetica dei trasformatori e delle armoniche che ne derivano, argomento che sarebbe stato assai interessante.

Il favore per le sottostazioni all'aperto e per la messa a terra del neutro è stato generale nel caso delle altissime tensioni; per le medie tensioni invece, la messa a terra del neutro ha avuto una maggioranza contraria.

Nella costruzione delle linee, sembra che la tecnica si sia ormai definitivamente fissata su tutto ciò che riguarda i sostegni ed i conduttori; gli isolatori invece sono ancora in via di evoluzione. Per i conduttori le preferenze si ripartiscono fra il rame e l'alluminio-acciaio a seconda delle risorse naturali dei vari Paesi, delle condizioni del cambio e di altre circostanze locali; i sostegni sono quasi ovunque metallici; negli isolatori per le altissime tensioni non si è ancora raggiunta la forma definitiva e continuano gli studi e le ricerche.

Per le protezioni contro le sovratensioni si è manifestato un certo scetticismo sull'efficacia dei vari sistemi presentati volta a volta dagli ideatori con affermazioni troppo categoriche; in verità la questione presenta ancora molti lati oscuri e non è possibile un giudizio definitivo. (g. a. r.).

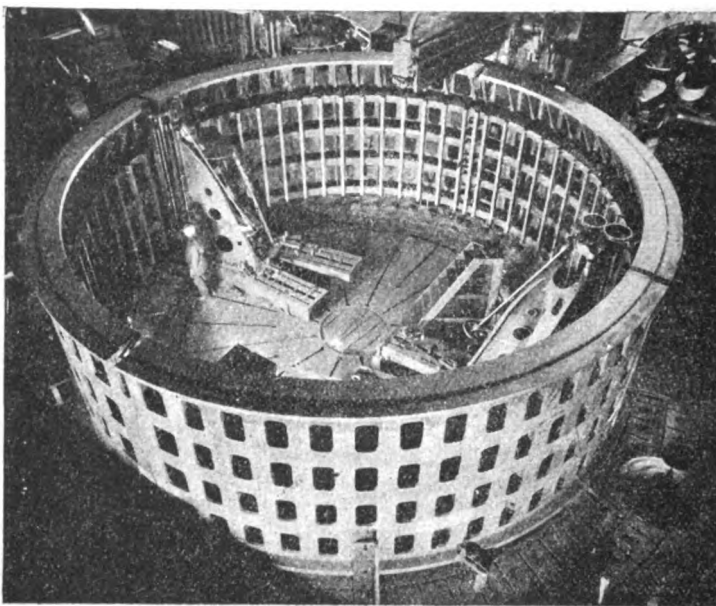
:: :: :: CRONACA :: :: ::

COSTRUZIONI.

Un moderno colosso. — La Compagnia General di Elettricità ci ha gentilmente comunicata questa interessante fotografia che mostra la carcassa, in lavorazione, di un alternatore da 87 000 HP.

Due di queste macchine giganti sono in costruzione presso la General Electric Company di Schenectady per conto della Niagara Falls Power Company per essere installate sulla riva americana.

Ogni alternatore peserà circa 650 tonnellate, sarà alto 8 metri e avrà un diametro di 10,70 m. Saranno i più grandi del mondo sia come dimensioni che come potenza.



Si tratta di un altro grande passo nell'ulteriore sviluppo delle risorse idrauliche dello Stato di Nuova York.

Il Dott. Carlo P. Steinmetz stima la potenza totale idraulica tuttora non sfruttata in detto Stato a circa 4,2 milioni di HP in confronto ad 1,3 milioni ora sfruttati.

I 4,2 milioni di HP non sfruttati e posseduti da questo Stato farebbero risparmiare, se sviluppati, più di 36 milioni di tonnellate di carbone, cioè più di quanto è necessario per far funzionare tutte le industrie, i servizi pubblici e le ferrovie, cosicché il carbone sarebbe richiesto solo per riscaldamento domestico.

In più, questo risparmio lascerebbe liberi per altri usi 500 locomotive e 15.000 vagoni da carbone ora continuamente in servizio per trasportare questo carbone; e più di 400 milioni di dollari in equipaggiamenti di trazione.

Il più basso costo dell'energia idraulica farebbe risparmiare nello Stato di New York, sempre secondo il Dott. Steinmetz, circa 140 milioni di dollari all'anno, oltre a rendere pulite e senza fumo delle città industriali.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Il relais magnetico a tamburo. — In una comunicazione all'Inst. El. Eng. N. W. Mc. Lachlan (Wirel World, 28 aprile 1923, vol. 12 N. 193, pag. 104), ha descritto il relais magnetico a tamburo adottato dalla Compagnia Marconi. Il principio di questo relais si rileva abbastanza bene dalla fig. 1.

Si tratta di un elettromagnete costituito da un tamburo girevole contenente due bobine, chiuse fra due ganse magnetiche, interrot-

te da un piccolo interferro; gli orli delle ganasce sono costituiti da due anelli di acciaio fuso torniti con estrema precisione. Le due bobine terminano a 4 anelli di contatto, su cui strisciano altrettante spazzoline. Il rotore è montato su cuscinetti a sfera e comandato da un motorino elettrico per mezzo di ingranaggi. Quando le correnti che devono azionare il relais sono inviate nell'una o nell'altra delle bobine interne al tamburo, i due orli di questo si magnetizzano e tendono a trascinare l'equipaggio mobile dell'apparecchio. Questo equipaggio mobile (fig. 2) è costituito essenzialmente da una «scarpa» di ferro di Svezia, che è mantenuta dolcemente aderente agli

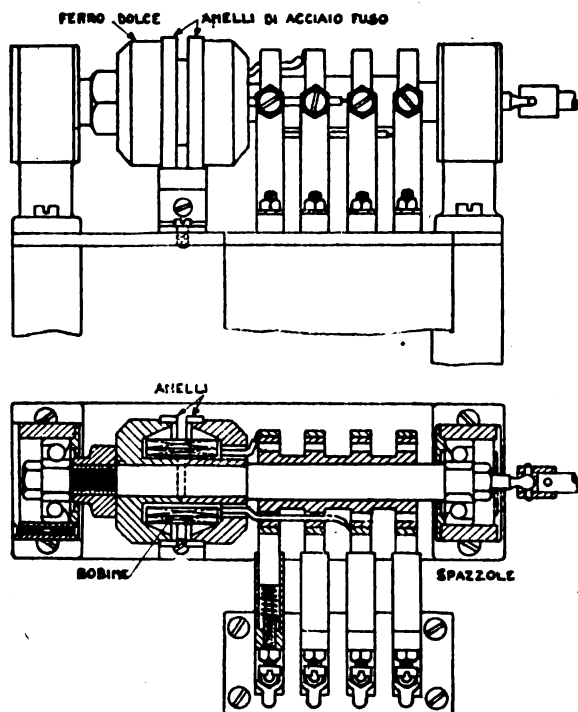


Fig. 1.

orli delle ganasce sotto l'azione della molla X_2 , mentre una energica molla X_1 mantiene la scarpa in posizione di fine corsa verso sinistra. Quando l'adesione magnetica si determina, la scarpa è trascinata verso destra vincendo la tensione della molla X_1 , ed il suo movimento fa ruotare la leva, costringendola a passare il contatto da da S ad M. Contemporaneamente a questo spostamento di contatti, su cui si basa il funzionamento come relais, il movimento della leva, comunicato al braccio sporgente verso sinistra, governa i movimenti trasversali del cannello di un sifoncino ad inchiostro, il cui estremo scorre su una zona di carta, come in altri tipi di registratore (ad esempio il ben noto siphon recorder).

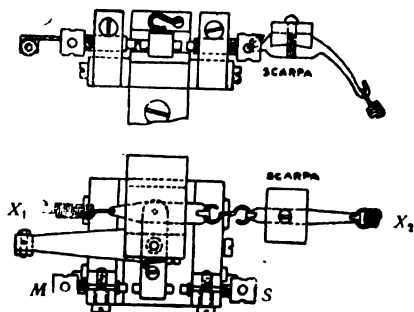


Fig. 2.

Il relais può essere adattato a qualunque tipo di corrente telegrafica ed in ispecie ai circuiti di ricezione r. t. Esso può funzionare simultaneamente come registratore e come relais per azionare altri apparecchi. I suoi pregi principali sarebbero: 1) robustezza e solidità come registratore; 2) grande effetto meccanico con piccola inerzia (il periodo transitorio, per una elongazione di circa 1,8 mm è di $1/700$ di secondo); 3) insensibilità alle variazioni di velocità; 4) scrittura sulla zona a tracciato rettangolare molto netto e di facile lettura; 5) piccola potenza necessaria al funzionamento; 6) possibilità di raggiungere grandi velocità di trasmissione (300 e più parole al minuto).

Sullo stesso principio, ma accrescendo convenientemente le dimensioni del tamburo e della scarpa, è stato anche costruito un tipo di chiave per manipolazione automatica.

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Generale Elettrica dell'Adamello — Milano — Capitale L. 100.000.000.

La relazione del Consiglio mette in rilievo il progressivo sviluppo della Società. Il quantitativo di energia fornita agli utenti nel 1923 è stato circa del 39% superiore a quello dell'anno precedente. Hanno cominciato a funzionare nel decorso anno la nuova derivazione Avio e la derivazione Salarno; sono alacremente proseguiti i lavori della nuova linea a 125.000 V da Temù a San Polo.

Il bilancio registra un utile netto di L. 8.469.749 che consente di distribuire un dividendo dell'8%.

Società Naz. per lo sviluppo delle Imprese Elettriche — Milano. Il bilancio chiuso al 31 marzo 1923 presenta un utile netto di L. 2.071.061, sul quale si distribuisce un dividendo nella ragione di L. 22,50 per ogni azione.

Società Idroelettrica Ligure Meridionale — Genova — Capitale L. 550.000.

L'assemblea ha approvato il bilancio chiuso al 31 dicembre 1923 e che contempla un utile netto di L. 104.131. Viene distribuito un utile di L. 24 per ogni azione.

Società An. Forze Idrauliche di Trezzo d'Adda Benigno Crespi — Milano — Capitale L. 20.000.000.

La relazione del Consiglio annuncia che l'aumento del capitale sociale deliberato nello scorso anno si è effettuato in modo favorevolissimo. Il bilancio presenta un utile di L. 1.604.711 sul quale si distribuisce agli azionisti un dividendo dell'11%.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Gen. Elettrica dell'Adamello — Milano.

È stato approvato l'aumento del capitale da 100 a 160 milioni di lire mediante emissione di 800.000 azioni da L. 200.

Società Lombarda Distribuzione Energia Elettrica — Milano.

Ha deciso di aumentare il proprio capitale da L. 52.000.000 a L. 80.000.000 emettendo due gruppi di 28.000 azioni ciascuno, di cui uno immediatamente e l'altro in epoca da destinarsi.

Società An. Imprese Forniture Elettriche Ing. Beretta — Milano.

Aumenta il capitale sociale portandolo da L. 300.000 a L. 500.000 mediante l'emissione di 2000 azioni da L. 100.

Acciaierie elettriche Sesto San Giovanni.

Ha deliberato di procedere ad una riduzione del capitale sociale da Lire 500.000 a Lire 10.000 reintegrando il valore delle azioni a L. 100 ognuna, e di aumentare il capitale stesso a L. 1.000.000 emettendo 9900 azioni da L. 100.

Società Elettrochimica Novarese — Novara.

Aumenta il capitale da L. 3.000.000 a L. 5.000.000 mediante emissione di 20.000 azioni nuove da L. 100.

Officine Elettromeccaniche — Rivarolo Ligure.

Venne approvato la proposta di apportare alla Società Anonima Industriale San Giorgio, lo stabilimento di Rivarolo mediante l'assegnazione di 14.667 azioni da L. 150, facenti parte delle 15.000 azioni di nuova emissione della San Giorgio la quale porta il capitale da L. 18.000.000 a L. 20.250.000.

Consorzio per l'alienazione dei materiali elettrici residuati dalla guerra — Milano.

È stato deliberato di ridurre il capitale a L. 50.000 mediante restituzione di L. 99 per ogni azione da L. 100.

Società Nazionale Apparecchi Elettrici — Milano.

In assemblea straordinaria è stato deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

Società Generale Italiana Edison di Elettricità — Milano.

L'assemblea degli azionisti ha approvato la proposta del Consiglio di emettere delle nuove obbligazioni al 6%, per un importo complessivo di L. 50.000.000 portando così il capitale sociale da 180 a 230 milioni.

Imprese Elettriche e Telefoniche Ing. T. Bormida — Milano.

È stato deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 1.600.000 a L. 3.200.000 mediante emissione di 16.000 nuove azioni da L. 100.

Società Avianese di Elettricità — Aviano.

Questa anonima ha deliberato la sua messa in liquidazione.

COSTITUZIONI DI SOCIETÀ.

Società Anonima per Imprese Elettriche ed Industriali Petris e Rubbi — Bologna.

Si è costituita questa Anonima col capitale di L. 50.000 aumentabili a L. 500.000. Il primo esercizio sociale chiuderà al 31 dicembre 1923.

Società Termoelettrica Italiana — Firenze.

Si è costituita questa società con capitale iniziale di L. 200.000 elevabile a L. 8.200.000. La società ha per iscopo la costruzione e l'esercizio di impianti termoelettrici.

Società Anonima di Energia Elettrica in Palazzuolo di Romagna.

Si è costituita per impianto ed allacciamento di reti di energia

elettrica per illuminazione e forza motrice. Il capitale sociale è di L. 100.000 in 1000 azioni da L. 100 aumentabili.

Società Idroelettrica Rosetti — Milano.

Con capitale di L. 150.000 distribuito in 1500 azioni da L. 100, si è costituita questa Anonima per l'esercizio di impianti idroelettrici, di linee di trasporto di energia e per l'elettrificazione di ferrovie, tramvie, ecc.

Esercizi Elettrici già Impresa Elettrica di Cittadella — Galliera Veneta.

Si è costituita con un capitale di L. 300.000 distribuite in 300 azioni da L. 1000; il capitale è aumentabile a L. 5.000.000.

Società idro-termo-elettrica Calabria S. I. C. — Torino.

Si è costituita per la costruzione e l'esercizio di impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Il capitale è di L. 350.000, e ad essa partecipano la Società Idroelettrica Piemonte S. I. P. e la Società Elettrica Savona, rispettivamente per L. 75.000 e L. 25.000.

Stabilimento Elettrochimico Orlandi e Ferruzzi — Roma.

La accomandita semplice «Stabil. Elettroch. Ing. Attilio Orlandi e figli e C.» si è trasformata in questa Anonima per la produzione di prodotti clorurati e affini. Capitale sociale L. 215.000.

L'Idrotecnica — Roma.

Si è costituita questa Società anonima per lo studio e l'esecuzione di progetti di irrigazione meccanica specialmente col sistema a pioggia. — Capitale sociale L. 20.000.

Società Idroelettrica dell'Isorno — Milano.

Si è costituita con capitale di L. 100.000, distribuito in 1000 azioni, per l'esercizio di impianti idroelettrici.

Fabbrica Italiana Valvole Elettriche Rotative Brevetti Antinoro FIVER — Roma.

Si è costituita questa anonima con capitale di L. 400.000 aumentabile a L. 1.000.000, per lo sfruttamento dei Brevetti Antinoro.

* *

L'incubo della Ruhr non accenna a chiarsi e permane il fattore preminente della politica europea. La nuova nota tedesca non è giovata a portare la desiderata chiarificazione; si direbbe anzi che proprio per ragione di essa, la situazione si sia resa più complicata che mai. Da parte francese non si ha alcun accenno di détente, e il Belgio ha riconfermato la sua solidarietà colla potente vicina. Tuttavia né il Belgio né la Francia hanno questa volta osato dare risposta alla nota tedesca colla brusca prontezza usata precedentemente. Gli altri alleati, ammoniti dall'esperienza sono prontamente intervenuti a Parigi e si è iniziato uno scambio di vedute, di lettere e di colloqui nei quali si assummano gli sforzi di tutti per evitare una nuova e più grave rottura.

La situazione non è certo rosea, anzi nel suo aspetto esterno sembra anche più grave che non fosse precedentemente. Tuttavia il maturare dell'opinione mondiale desiderosa di pace, la manifestazione inequivocabile dell'Inghilterra di voler uscire dalla sua posizione di attesa, e l'attività diplomatica italiana sono tanti fattori che fanno meglio presagire. Il punto morto è ormai superato e vi è una evidente volontà di azione conciliativa, volontà che premuta da incoercibili interessi vincerà gli ostacoli d'ordine puramente politico e di principio. La nota pontificia, che si vuole da alcuni riconnettere a un più vasto piano di pacificazione, è salutata in tutto il mondo, Germania e Francia escluse, come la più autorevole manifestazione di quella che è ormai l'opinione pubblica mondiale. Il mondo ha bisogno di pace, e la pace dovrà essere ottenuta colla collaborazione e l'equo sacrificio di tutti.

Le convulsioni politiche europee hanno avuto un'altra manifestazione che ha minacciato di produrre conseguenze gravissime.

Vogliamo accennare al colpo di Stato avvenuto in Bulgaria dove il Governo di Stambulski, che sembrava fortissimo, venne fumiamente rovesciato da un complotto appoggiato dall'esercito. La sommossa eccitò i sospetti ed i timori delle Potenze della Piccola Intesa, tanto che si credette per qualche giorno di essere alla vigilia di una nuova guerra balcanica. Fortunatamente l'azione delle Potenze maggiori e particolarmente dell'Italia, e l'atteggiamento di osservanza ai trattati assunto dal nuovo Governo, valsero a scongiurare la nuova sciagura.

La pace orientale, e la relativa Conferenza di Losanna, sono ormai diventate una specie di malattia cronica dell'Europa. La conferenza si trascina, non si sa bene ormai più da quanto tempo, ed è sempre sul punto di concludere, senza concludere mai. Le discussioni procedono con una lentezza così... orientale, che già si delinea nientemeno che il colpo di scena di una pace separata greco-turca. In verità sarebbe il meritato coronamento dell'azione pavida ed insufficiente spiegata dalle Potenze. L'Italia ha potuto assicurarsi qualche vantaggio, superando le difficoltà turche circa il possesso di qualche isola dell'Egeo, e soprattutto ottenendo la rinuncia ad ogni ultima parvenza di intervento sovrano turco nelle colonie mediterranee. Ma il maggiore interesse italiano, che consisterebbe nella riapertura dei fiorenti mercati dell'Asia Minore, che assorbivano tanta parte delle nostre esportazioni, è tuttora compromesso dallo stato di incertezza in cui quelle regioni sono tenute.

Può essere interessante ricordare i colloqui avuti dal Ministro greco col Presidente del Consiglio a Roma, colloqui riguardo ai quali il Ministro ebbe ad esprimere la più alta soddisfazione auspicando ad un maggiore interessamento finanziario e tecnico dell'Italia

in Grecia. È certo che nel vicino Oriente si aprono pel nostro Paese possibilità di un fiorente futuro, se le condizioni politiche lo permetteranno e se l'abilità dei nostri uomini di governo e di industria saprà approfittarne.

*

Le condizioni politiche interne non hanno presentato nulla di molto notevole. Lo stato di tranquillità e di ordine si può considerare ormai permanentemente raggiunto, essendo quasi scomparsi gli episodi di violenza di ogni genere. L'ambiente politico è stata dominato dalla preoccupazione della nuova legge elettorale, davanti alla quale si sono eccitati timori e cupidigie che sembrano riportare i partiti alle frivole questioni degli scorsi anni, quando il bene generale del paese era posto in subordine davanti all'interesse del partito, al numero degli iscritti e dei seggi in Parlamento. L'opposizione parlamentare, che non aveva trovato la dignità di reagire sotto le sferzate senza eufemismi dell'on. Mussolini, ha cominciato a rialzare il capo davanti al timore di perdere dei voti; e da tutti i partiti si protesta contro la nuova legge elettorale con una vivacità alla quale non avevamo assistito in occasione di nessuna delle precedenti discussioni parlamentari, che pur trattarono argomenti di somma importanza. Nuovo indice della decadenza della coscienza del mandato parlamentare in Italia!

Continuano intanto le semplificazioni nella struttura del Gabinetto. Dimessosi l'on. Corgini, venne abolito il Sottosegretariato dell'Agricoltura, mentre si comincia a parlare della fusione di altri due Ministeri in un solo dicastero della Economia Nazionale. L'on. De Stefani continua nella rigida opera di limitazione delle spese, e di rigoroso controllo finanziario. In una lunga nota a tutti gli uffici amministrativi, riafferma la volontà che lo stato di previsione delle spese non debba essere in alcun modo superato. Lodevole è pure l'opera sua contro quei parassiti del bilancio che erano i residui disponibili. L'on. De Stefani ammonisce che non sarà concesso che rimangano nei conti disponibilità erogabili se non siano rigorosamente controllate le corrispondenti passività in obblighi contratti.

Nel Consiglio dei ministri del 5 giugno venne decisa la fondazione di un Istituto Nazionale di Credito per lavoro italiano all'estero. Lo scopo del nuovo Ente è quello di finanziare in tutto o in parte imprese di colonizzazione o di lavoro all'estero che impieghino mano d'opera italiana; di raccogliere notizie, formulare progetti, incitare iniziative per imprese dello stesso genere; e finalmente di promuovere e facilitare il risparmio degli italiani all'estero. L'Istituto, costituito come una ordinaria società anonima, avrà un capitale di 100 milioni. È questa una nuova manifestazione dell'alta importanza che il Governo annette al problema della emigrazione, problema di cui esso cerca di promuovere in ogni modo la soluzione. Si è riaperto l'anno emigratorio per gli Stati Uniti ma si prevede che la quota di emigranti spettanti all'Italia pel nuovo anno sarà ben presto interamente coperta, nè vi è molta speranza che l'America si persuada a concedere più larghe disposizioni legislative in materia. Ad ogni modo un sintomo confortante si ha nella aumentata valorizzazione della nostra emigrazione, la quale ha migliorato assai qualitativamente, grazie all'accurata selezione a cui le disposizioni restrittive danno luogo alla partenza. Da parte americana si è esplicitamente riconosciuto il carattere di superiorità assunto nell'ultimo anno dalla nostra corrente emigratoria. In un banchetto offerto dall'on. Mussolini all'ambasciatore americano a Roma, venne chiaramente accennato all'importanza della questione, e l'on. Mussolini non mancò di far intendere all'ambasciatore che l'Italia si attende dall'America una maggior larghezza in questo campo.

È certo che in America si comincia a guardare alla nostra nazione con un maggiore interessamento effettivo. Comincia a farsi strada la convinzione che l'Italia abbia veramente ritrovato la propria strada, e i sacrifici e gli sforzi che il nostro paese compie ed ha compiuto per risollevarsi, cominciano a riconquistarci la fiducia. Si è, ad esempio, costituito recentissimamente un nuovo ente col nome di The Italian Power Company, col capitale di due milioni di dollari, composto da un notevole gruppo di uomini d'affari americani e che ha lo scopo di collaborare allo sviluppo dell'economia italiana. Altri movimenti ed iniziative del genere sono alle viste.

Circa i nostri rapporti internazionali deve essere ancora ricordata la Commissione italo-jugoslava la quale ha condotto i suoi lavori, senza suscitare troppo attenzione sul pubblico, ma in modo sollecito ed efficace onde si presuma che le ultime vertenze possano veramente venire concluse entro brevissimo tempo.

L'attività ministeriale si è poi rivolta energicamente a combattere gli alti prezzi dei viveri non interamente giustificati dalle condizioni del mercato. Dopo raccolti dati e notizie, dai Comuni, dalle Camere di Commercio e da altri Enti, si è costituita una Commissione ministeriale che ha già avanzato proposte di vario genere. Si è addivenuti alla riduzione o alla soppressione integrale dei dazi su molti generi commestibili. Si è stabilito di dare incremento al consumo delle carni congelate; si è provveduto ad assicurare all'estero il rifornimento dello zucchero evitando così di dover ricorrere, come in principio si era pensato, alla saccarina; si preannunciano provvedimenti intesi a stabilire un controllo sul passaggio delle merci e sulla variazione dei prezzi dal grande al piccolo commercio. Si è insomma affrontato decisamente il problema, per quanto era possibile farlo, e se non è lecito attendersi risultati molto notevoli, pure un benefico influsso ne dovrebbe risultare. A questo riguardo recano una buona

nota le notizie circa la nostra produzione agraria che si prevede assai soddisfacente ed in ogni modo notevolmente migliore di quella dello scorso anno.

Ad onta della crisi perdurante e della irrequietezza dei mercati continuano a constatarsi sintomi confortanti della nostra vitalità economica e della nuova vigoria della nostra attività; sono sintomi ancora slegati e sporadici ma che non potranno a meno di produrre a suo tempo effetti altamente benefici, ad onta delle perduranti difficoltà.

Il reddito delle imposte si mantiene confortante. L'azienda dei tabacchi, nel primo semestre dell'anno in corso ha prodotto 2700 milioni superando di oltre 100 milioni il gettito del corrispondente periodo dell'anno scorso. Gli accertamenti per l'imposta patrimoniale continuano con ocultezza ed energia. Nel primo trimestre di quest'anno risultavano accertati oltre 42.000 contribuenti trasgressori all'obbligo di denuncia patrimoniale; di questi oltre 37.000 sono già venuti a concordati colle Agenzie delle Imposte dando complessivamente un capitale imponibile di oltre 2800 milioni.

Anche le cifre riguardanti i nostri scambi coll'estero sono confortanti. Il Ministero delle Finanze ha pubblicato i dati statistici riguardanti il primo trimestre del 1923. Risulta da essi che le nostre esportazioni in tale periodo hanno raggiunto il valore 2500 milioni, superando così di 400 milioni la cifra del periodo corrispondente dello scorso anno. Anche l'andamento delle importazioni conferma la visione ottimistica; si nota infatti un aumento sensibile nelle voci che riguardano le materie prime necessarie per le nostre industrie manifatturiere, come cotone, lane, ecc.; ciò attesta della ripresa delle lavorazioni e della produzione italiana.

Una controprova si ha nell'andamento della disoccupazione, la quale mentre toccava i 354.228 disoccupati al 1° dicembre 1922, era discesa al 1° aprile scorso a 280.700 disoccupati.

Anche l'andamento del traffico nei nostri porti concorda colle considerazioni su esposte. Specialmente significativi sono i dati relativi al massimo nostro porto industriale: quello di Genova che concentra in sé circa la metà del nostro traffico marittimo. Il traffico è andato gradatamente aumentando, raggiungendo complessivamente dal primo gennaio al 30 maggio un ammontare complessivo di 2.662.500 tonnellate di merci, delle quali 2.397.376 in arrivo e 224.524 in partenza; si ha così, in confronto allo stesso periodo del 1922, un aumento di 475.577 tonnellate di merci in arrivo e di 2.212 tonnellate di merci in partenza.

Giustamente ha affermato il Ministro delle Finanze, on. De Stefani, che l'aumentato numero delle liquidazioni e dei fallimenti non è un indice allarmante, ma anzi un sintomo di risanamento e di assettamento. Scompaiono le imprese sbagliate, o esagerate, artificiali conseguenti al periodo della guerra; ma ciò non trattiene il risparmio nazionale dall'accorrere alle imprese sane: nei primi quattro mesi di quest'anno l'andamento dei capitali nelle società per azioni ha segnato un aumento netto di investimenti (detratti i disinvestimenti) di oltre 880 milioni.

Continua la riduzione nella circolazione cartacea. Dal 10 maggio al 20 maggio, sono stati eliminati quasi 400 milioni; si è così scesi sotto la cifra che già si era potuta raggiungere nel dicembre 1919. In relazione al massimo toccato nel dicembre 1920 si è operata una riduzione di oltre tre miliardi e mezzo di lire; al 20 maggio scorso, la circolazione totale dei tre Istituti di emissione ammontava 16.147 milioni di lire.

Prosegue così l'opera di risanamento del bilancio nazionale, alla quale si ricollegano anche le continue riforme negli Uffici statali e le riduzioni nel personale dipendente. Specialmente attivo in questo senso fu, nello scorso mese il Ministero delle Ferrovie, forse spronato dalle vivaci critiche a cui la sua opera era stata fatta segno. Parecchie migliaia di agenti vennero licenziati. Mediante semplificazioni nei servizi centrali, si ottenne una riduzione del 28% nel personale dei quattro primi gradi della Amministrazione centrale e del 20% nel rimanente personale della stessa Amministrazione. È prevista inoltre la soppressione delle ragionerie compartimentali, ciò che permetterà una nuova riduzione di 450 agenti. Riforme importanti sono pure annunciate nella amministrazione del Demanio, mediante un ben inteso decentramento, da parte del Ministro delle Finanze.

*

L'incerta situazione europea, e la perdurante inquietudine in cui il duello franco-germanico congiunto al dissidio anglo-francese mantiene le nazioni del continente, si è ripercosso sull'andamento dei mercati e dei cambi.

La pesantezza da cui la nostra lira fu affetta non è stato un fenomeno sporadico, ma generale a tutte le divise anche le meglio quotate.

È continuata la discesa del marco; mentre al principio di giugno si pagavano a Berlino 60.000 marchi circa per un dollaro e 270.000 per una sterlina, alla fine del mese il dollaro quotava 114.000 marchi e la sterlina 523.000! E non pare si sia ancora raggiunto il punto di arresto! La Germania sconta così ora la sua politica di falsa prosperità, e maturano i frutti del sistema di inflazione spinto all'inverosimile, il quale se è riuscito a procurare alla Germania delle monete buone pagate con carta inutile, non è stato sufficiente a procurarle la ricchezza vera.

Un'altra moneta che sta precipitando è il marco polacco il quale ha poco da invidiare al suo confratello tedesco. Il Governo po-

lacco annuncia misure severissime a protezione della valuta, ma la esperienza ha ormai dimostrato come sieno inefficaci tutte le misure per sostenere artificiosamente una moneta deprezzata.

Anche il franco perde parecchi punti sui mercati di Londra e di New York, e con esso la nostra lira. Per tutto il mese vi è stato un graduale e continuo inasprirsi dei cambi; specialmente in ascesa sono risultati la sterlina ed il dollaro. Il fenomeno, certamente penoso, non è però ancora preoccupante, e trova la sua ragione oltreché nelle incertezze della situazione internazionale, anche nel periodo che attraversiamo e nel quale, ogni anno, si manifesta un forte bisogno di valuta estera per approvvigionamenti all'estero specialmente di prodotti alimentari.

L'aggravamento dei cambi non infirma in ogni modo la bontà dell'opera risanatrice che si va compiendo nelle amministrazioni dello Stato e nell'industria privata, nè può scuotere la fiducia nel risollevarsi della nostra situazione. Anche se non ne appaiono subito i frutti tangibili, è innegabile che un importantissimo lavoro di risanamento si va compiendo nella nostra compagine finanziaria; lavoro che prepara il substrato favorevole destinato a rendere possibile, non appena le condizioni generali lo permettano, il più rapido risollevarmento.

Il mercato borsistico ha pure risentito dell'incertezza generale, ed è stato generalmente non troppo attivo, pur manifestando un fondo resistente. Alla fine del mese si sono avuti accenni ad una maggiore attività e a migliori disposizioni generali del mercato.

In relazione al mercato dei cambi, i titoli di Stato hanno avuto un andamento qualche volta pesante, pur mantenendosi nel complesso ben resistenti. Tanto la rendita come il Consolidato chiudono presso a poco alle medesime quotazioni segnate all'inizio del mese.

I bancari si sono portati abbastanza bene, pur senza essere stati oggetto di larghe trattazioni. Le Banche d'Italia completamente sorpassato il periodo di depressione conseguente alla eccessiva sopravvalutazione dei mesi precedenti, hanno ripreso la marcia ascendente per quanto più lenta e perciò stesso più sicura. Le Commerciali, che aprivano il mese a 920 chiudono a 935 dopo avere ampiamente oscillato fra 946 e 916. Più stabili le Credito. Il gruppo dei trasporti si è conservato in generale ben sostenuto e chiude all'incirca alle stesse quotazioni dei primi del mese.

Il comparto dei tessili che aveva aperto in deciso movimento di rialzo, di cui profittarono specialmente le Cantoni, le Turati e le Rossari e Varzi risentirono poi la pesantezza del mercato perdendo gran parte dei benefici realizzati. Tuttavia si devono registrare notevoli miglorie complessive su parecchi titoli. Le Cantoni da 1330 in apertura, chiudono a 1510; le Linificio da 538 in apertura, chiudono a 562; le Rossari e Varzi da 560 a 590, ecc.

Poco movimentato il comparto dei metallurgici, quasi trascurato dalla speculazione; non si registrano variazioni meritevoli di nota. Favorite dalle trattazioni sono state invece le Fiat; esse attraverso a qualche oscillazione, sono andate costantemente migliorando la loro situazione, tanto che dopo un esordio a 326 chiudono ricercate a 370. Gli altri titoli automobilistici sono rimasti trascurati.

Maggiormente inquieti gli alimentari i quali risentirono in larga misura la incertezza e la nervosità del mercato. In complesso però il comparto chiude registrando miglorie sensibili su parecchi titoli.

Quasi le medesime osservazioni si possono fare circa i titoli di esportazione che furono trattati con una certa larghezza e subirono numerose oscillazioni.

Nel comparto dei titoli elettrici, le Vizzola hanno risentito l'effetto del volo eseguito nel mese precedente e registrano una certa debolezza. Nel complesso tutto il comparto ebbe un andamento sostenuto come risulta dal solito prospetto che facciamo seguire.

Variazioni dei Titoli Elettrici nel giugno 1923.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	300	504,50	502,50	509,50
Conti	250	307	309	308
Vizzola	500	974	966	975
Bresciana	100	98	98	99
Adamello	200	232	225	230
Unione Esercizi Elettrici	50	85	85	86
Elettrica Alta Italia . .	250	279,50	280	286
Idroelett. Piemont. S.I.P.	125	136	139,50	148,75
Officine Elett. Genovesi	250	312	305	309
Adriatica	100	136 50	133 50	137
Negri	200	112	111	111
Ligure Toscana	200	232	236	235

Ing. RENATO SAN NICOLÒ.

Rinviamo al prossimo numero la pubblicazione di diagrammi riassuntivi sull'andamento dei titoli elettrici, e sulle materie prime.
(N. d. R.).

L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. L. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Reita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

MOISÈ ASCOLI



**Commemorazione tenuta alla Scuola per gli Ingegneri di Roma
il 10 dicembre 1922.**

Prende per primo la parola il Prof. A. CIAPPI, Direttore della R. Scuola Ingegneri di Roma.

Eccellenze, Signore e Signori,

A nome della Regia Scuola degli Ingegneri di Roma che ho l'onore di rappresentare, rendo grazie vivissime a tutti coloro che con la loro presenza hanno voluto render più solenne l'odierna cerimonia, e specialmente alle Loro Eccellenze, gli on. Lupi e Caradonna.

Così pubblicamente ringrazio tutti coloro, e sono moltissimi, che non potendo intervenire, hanno inviato la propria adesione.

Tra essi, piacemi ricordare le LL. EE. Carnazza, Ministro dei LL. PP. e Rossi, Ministro dell'Industria; il Prof. B. Stringher, Direttore Generale della Banca d'Italia; il Senatore G. Mengarini, i Professori G. Grassi (R. Politecnico di Torino), G. A. Maggi (Regia Università di Pisa), G. Colonnelli (R. Pol. di Torino), Arnò (R. Politecnico di Milano), R. Pirotta (R. Università di Roma), G. Cattaneo (R. Univ. di Genova), S. Lussana, G. Cassinis, l'Ing. G. Semenza. Presidente del Comitato Elettrotecnico Italiano, l'on. P. Baccelli, l'Ing. Tuccimei; nè posso tacere la chiusa commovente di una lettera scritta per la circostanza dall'illustre Prof. Grassi, del Politecnico di Torino, al collega Prof. Bordonì:

«Conobbi l'Ascoli ancora studente, e posso dire che egli fu un «po' mio scolaro, quando Egli frequentava il laboratorio di fisica della R. Università di Pavia, dove io era allora assistente, ed incaricato delle esercitazioni pratiche di fisica.

«Lo rividi più tardi a Roma, assistente del Prof. Pisati, al quale «poi successe nell'insegnamento della fisica tecnica. La rinnovata «conoscenza, la comunanza degli studi diedero luogo ben presto ad «una cordiale amicizia. La stima che io ne ebbi fin da principio si «accrebbe sempre più, quanto più mi si offriva l'occasione di conoscere ed apprezzare i suoi meriti, il forte ingegno, la vasta dottrina, «il sano giudizio, la bontà e la rettitudine del suo carattere.

«L'ho amato come l'ottimo degli amici; lo piango come si pian-ge un fratello».

La commemorazione del compianto Prof. Ascoli avrà luogo in questo modo:

io dirò poche parole sull'insegnante;
parlerà poi l'Ing. Del Buono sull'opera che l'Ascoli svolse quale Presidente generale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana; S. E. Caradonna ricorderà le benemerite dell'Ascoli verso l'Amministrazione delle Poste e Telegrafi;

da ultimo il Prof. Lori, attuale Direttore della R. Scuola degli Ingegneri di Padova, illustrerà i lavori compiuti dall'Ascoli nel campo scientifico.

Nell'ottobre del 1881, l'Ascoli venne qui chiamato dall'insigne Prof. Pisati come assistente alla cattedra di Fisica tecnica, e nel 1891 vi successe in qualità di supplente.

Nel 1897 fu nominato, in seguito a concorso, Professore straordinario, e nel 1902 venne promosso ordinario.

Nel 1911 infine passò dalla cattedra di Fisica tecnica a quella di elettrotecnica che era stata lasciata dall'illustre Prof. senatore Mengarini.

L'Ascoli dedicò all'insegnamento cure ed amore costanti; e mi sia consentito di ricordare a sua alta lode, che allorché nel 1913, il nuovo regolamento generale delle Scuole degli Ingegneri rese obbligatorio il corso di elettrotecnica generale, e il Ministero non consentì a considerare questo insegnamento come distinto da quello dell'Elettrotecnica speciale che l'Ascoli già impartiva in questa Scuola, egli, guidato dal solo interesse della Scuola e pel bene degli allievi, non esitò ad assumere il nuovo impegno a titolo gratuito, e a tale titolo lo tenne sino ai suoi ultimi giorni.

Per l'elevatezza del suo ingegno, pel suo valore scientifico, per la nobiltà della sua coscienza, egli venne chiamato da Ministri e da Enti pubblici a far parte di molte Commissioni tra cui basterà citare: la Commissione Reale per il servizio telefonico (1911); il Consiglio Superiore dei Servizi elettrici al Ministero delle Poste, del quale Consiglio fu anche Presidente; la Commissione per i primi impianti di telefonia automatica in Italia; l'Azienda elettrica municipale di Roma, e tante altre.

Egli si prodigò inoltre in molte opere di beneficenza, che andavano dalle Scuole professionali per i figli degli operai, alle cucine economiche per le famiglie dei richiamati sotto le armi, nel periodo della grande guerra.

Rinunciò al compenso che gli spettava quale membro della Commissione Amministrativa dell'Azienda Elettrica municipalizzata a favore delle famiglie del personale richiamato. Così rinunciò a favore degli orfani di guerra ad una cospicua somma che gli spettava per l'opera prestata nell'impianto in Roma della prima Centrale di telefonia automatica.

Forse cercava così di attenuare il dolore che provava per essere nell'impossibilità di partecipare direttamente, come avrebbe voluto, alla guerra!

In alcuni cenni biografici di lui, scritti dal collega Bordonì, leggo con commozione e compiacenza insieme, che sin dal principio della guerra acquistò una grande bandiera dai colori nazionali per poterla esporre, come difatti espose, quando i nostri gloriosi soldati entrarono a Gorizia, sua città natale!

Un male insidioso lo minò e gli impedì di continuare nelle sue occupazioni intellettuali che costituivano forse la prima ragion d'essere della sua esistenza.

Quando si accorse di non poter più dedicare proficuamente la sua vita al bene della gioventù, della società e della Patria; quando credette di esser fonte di preoccupazioni per i suoi cari che lo circondavano di affetto infinito, perdette la serenità dell'animo che non lo aveva mai abbandonato, e troncò la sua preziosa e nobile esistenza!

Ecco l'uomo che noi commemoriamo, e che allievi, colleghi ed amici non dimenticheranno mai nella loro vita!



Segue l'Ing. Comm. U. DEL BUONO, Presidente Generale dell'A. E. I.

Eccellenze, Signori, Colleghi,

La Presidenza Generale, e la Sezione di Roma dell'Associazione Elettrotecnica Italiana per onorare la memoria dell'Illustre Professore Ascoli, hanno voluto, unitamente alla R. Scuola per gli Ingegneri, che egli fosse degnamente celebrato qui in Roma, nella Scuola ove lungamente insegnò e dove raccolse così largo tributo di ammirazione e di affetto. Il Chiarissimo Direttore della Scuola vi ha parlato di lui mettendo in rilievo le sue benemerite di cittadino, il Prof. Lori vi celebrerà lo scienziato; a me spetta di rievocare dinanzi a voi l'opera che egli ha compiuto a pro della nostra Associazione; la sua perdita che tanto ci ha addolorati, la sentiamo ancor più penosa quest'anno, in cui abbiamo celebrato a Milano il XXV anniversario della fondazione del nostro Sodalizio e col più vivo rampianto non lo abbiamo avuto con noi a gioire dell'ascesa trionfale del nostro Sodalizio, alla cui vita egli aveva dato così gran parte di sé stesso.

Il nostro appello è stato raccolto da Voi e vada l'espressione del nostro grato animo alle eminenti personalità che con la loro adesione, hanno voluto tributare omaggio alla memoria del nostro collega scomparso.

Onore grande e doloroso compito è il mio, quello di ricordare qui la cara figura del nostro Presidente Generale, del Collega a noi tutti carissimo che così tragicamente soccombette nella lotta dolorosa dell'uomo di alto intelletto, contro il male inesorabile che voleva spegnere in lui la sua fulgida fiamma.

Il nostro Paese perdè in lui un distinto e benemerito cittadino; la scienza un suo alto cultore, la scuola l'amorevole e dotto insegnante, la nostra Associazione uno dei suoi fondatori, che colla forza del suo ingegno e colla potenza della volontà le dette costantemente le sue cure migliori, ne preparò e ne seguì i destini.

Sono certo di esprimere un sentimento profondamente impresso nell'animo di tutti noi affermando che la perdita dell'eminento scienziato è stata una sventura per il nostro Sodalizio e noi riconoscenti per la sua opera e profondamente dolenti di averlo perduto, inviamo un mesto pensiero di omaggio e d'affetto alla sua memoria.

Il Prof. Ascoli è stato uno dei fondatori più insigni e più entusiasti del nostro Sodalizio, e dal 1896 fino alla sua scomparsa non

ha cessato mai di dedicarsi all'Associazione, ricoprendo in essa mansioni eminenti, compiendo incarichi delicati ed importanti.

Appena fondata l'Associazione, egli fu eletto Presidente della Sezione di Roma, dando subito con mano ferma e con elevati intendimenti un'indirizzo pratico e fattivo alla nostra Sezione, di cui rimase presidente della Sezione fino al 1902, epoca in cui fu eletto Presidente Generale; terminato il suo triennio (1903-1905) divenne Vice Presidente per un altro triennio cioè fino al 1908; fu rieletto alla Presidenza della Sezione che tenne fino al 1910. Sono stati quattordici anni di lavoro continuo ed ininterrotto di Presidenza che egli ha compiuto; ma la sua attività non ebbe termine perchè anche dopo il 1911 rimase consigliere della Sezione e Delegato al Consiglio Generale, prendendo sempre parte attivissima ai lavori dell'Associazione.

Appena chiamato alla Presidenza Generale, Moisè Ascoli in una lettera ai Soci, rilevò come la prosperità dell'A. E. I. dovesse dipendere dall'attività delle Sezioni, ed a promuovere questa egli dette infatti le sue cure migliori e volle che s'intensificassero i lavori; promosse la distribuzione dei periodici costituenti la Biblioteca Centrale e la loro custodia presso le Sezioni, fondò la categoria dei Soci Studenti. L'appello del Presidente fu raccolto dalle Sezioni e molte, seguendo l'esempio di quella di Roma, iniziarono oltre alle comunicazioni tecniche e scientifiche, alcune interessanti serie di conferenze di vulgarizzazione che giovarono a far conoscere l'Associazione ad una più larga cerchia di persone. Questo maggior lavoro, e le cure assidue del Presidente dettero maggior impulso agli Atti che cominciarono ad assumere carattere periodico.

Cura precipua di Ascoli fu di affermare la conoscenza del Sodalizio in Italia e fuori e non tralasciò le occasioni che gli concedessero di farlo.

Ai primi del 1903, organizzava la memorabile conferenza di Marconi in Campidoglio e nell'ottobre dell'istesso anno ebbe luogo la riunione annuale a Napoli e Palermo.

Il 7 febbraio 1904 fu posta la targa sul monumento a Ferraris a Torino. In quell'anno doveva aver luogo l'esposizione ed il Congresso di Elettricità a St. Louis. Il Ministro di Agr., Ind. e Commercio invitò l'Associazione Elettrotecnica Italiana a partecipare alla mostra di Elettricità. Ascoli, che vedeva in quell'occasione un modo validissimo per valutare il nostro Paese, si adoperò così efficacemente che la mostra riuscì in modo degno, tanto che l'A. E. I. ottenne il Grand Prix. E volendo che la partecipazione del nostro Paese fosse ancor più sensibile, organizzò la riuscitissima gita in America ove i nostri cinquanta Colleghi furono oggetto della migliore accoglienza. In quella gita si gettarono le basi di cordiali amicizie e la nostra A. E. I. al Congresso di St. Louis figurò in modo assai degno. S'iniziò così la vita internazionale del nostro Sodalizio.

Ritornato dall'America organizzò la riunione a Bologna e nel Veneto, festeggiando la nuova Sezione di Padova, appena fondata e presieduta dal Prof. Lori.

L'Associazione Elettrotecnica Italiana intanto si andava occupando di tutte le questioni d'interesse vitale per il nostro Paese: si iniziava lo studio delle Norme di Sicurezza, della Normalizzazione del materiale elettrico, dei simboli e delle notazioni (promosse dall'Associazione Inglese) e di due progetti di legge presentati al Parlamento: quello sulle unità e sopra i misuratori (1905) e sull'esercizio della professione d'Ingegnere.

Ascoli chiuse il suo triennio operoso con la Riunione di Firenze, nell'ottobre del 1905.

A lato dell'A. E. I. notevolissima fu la sua opera nel Comitato Elettrotecnico, della cui fondazione egli è stato uno dei maggiori sostenitori avendo partecipato alla riunione di St. Louis. Egli fu fra quelli che lottò assai finché, nel 1909, si poté farne la costituzione.

Egli fu nominato subito Presidente del Comitato A che si doveva occupare dei Simboli e Nomenclatura; in questo campo fu molto attivo, specialmente nella compilazione del Vocabolario che fu il primo fra quelli presentati dai Comitati Nazionali alla Commissione Internazionale.

Egli rappresentò nel Comitato l'elemento di scienza pura e a lui si ricorreva per tutti gli schiarimenti di carattere teorico. Assai importante e di gran peso furono le sue opinioni intorno all'opportunità di introdurre nuovi nomi per le unità elettromagnetiche.

Compio ora il gradito incarico, affidatomi dal Presidente della Sezione di Roma, di annunziare all'Assemblea che il Consiglio Direttivo di questa Sezione dell'Associazione Elettrotecnica Italiana ha voluto onorare degnamente la memoria del compianto Prof. Moisè Ascoli e poichè la nobile ed operosa vita dell'Estinto fu dedicata alla ricerca scientifica ed all'insegnamento presso la R. Scuola per gli Ingegneri, la Sezione ha ritenuto che il modo migliore per ricordare la sua memoria fosse di intitolare al suo nome, un Premio annuale, da conferire a quello fra gli allievi della Scuola, di condizione non agiata, che più si fosse distinto nello studio e particolarmente in quello dell'Elettrotecnica: premio il cui conferimento è retto da uno Statuto elaborato dalla Sezione di Roma.

Ho quindi l'onore di partecipare che tale nobile iniziativa è stata portata a compimento, che la prima sottoscrizione ha dato un fondo di L. 38.000 e che già nel corrente anno scolastico potrà iniziarsi il conferimento del premio annuale.

La Presidenza, compiacendosi di così nobile e munifica iniziativa che torna ad onore della Sezione di Roma, rileva che il modo così scelto per onorare la memoria di Ascoli è in armonia con le tendenze e con le aspirazioni del suo nobile animo che tutto si estrinsecò nell'insegnamento e nel promuovere rapporti di affetto e di cor-

diale solidarietà alla Scuola e all'Associazione. Il nome del caro Maestro si tramanderà così fra i giovani come simbolo di operosità e di alto sentire e come esempio ed emulazione a sempre più elevato operare nelle vie del sapere.

◆ ◆

Segue S. E. l'On. CRADONNA, Sottosegretario di Stato alle Poste e Telegrafi.

Il Prof. Ascoli merita di essere ricordato in modo particolare dall'Amministrazione postale, telegrafica e telefonica alla quale egli diè una gran parte della sua attività.

Fu membro del Consiglio Superiore dei Servizi Elettrici, in cui restò vari anni accanto ai compianti Professori Righi e Battelli, portando sempre, come era sua abitudine, il maggiore scrupolo nell'esame delle questioni che gli venivano sottoposte.

Fu anche Membro prima del Consiglio Tecnico e poscia della Commissione tecnica dei Telefoni.

Merita una particolare menzione l'opera svolta nel seno della Commissione Reale dei Telefoni presieduta dal Senatore Casana: Commissione che concluse i suoi lavori con una Relazione da tutti riconosciuta pregevolissima. Orbene vari Capitoli di detta Relazione, e precisamente quelli relativi alla telefonia urbana furono redatti dal Prof. Ascoli, il quale esaminò con acume scientifico tutte le questioni tecniche, economiche, statistiche relative alla importante questione.

Negli anni 1913, 1914, 1915 fu Presidente autorevole ed attivo della Commissione di vigilanza per il funzionamento delle Centrali automatiche di Roma, impiantate per la prima volta in Italia. La relazione scritta in gran parte da lui sta a dimostrare con quale serietà egli assolvesse gli incarichi che gli venivano conferiti.

Fra gli altri numerosi lavori a lui affidati è da ricordare quello eseguito in collaborazione con altri, fra cui l'on. Prof. Ciampi, e l'on. Prof. Luiggi, per la compilazione del Regolamento concernente la istruzione professionale superiore del personale telegrafico-telefonico.

Egli sempre pensò che convenisse nella Scuola di Applicazione di Roma, completare l'insegnamento dell'Elettrotecnica con quelli delle telegrafia e della telefonia, che della prima sono parti essenziali; per modo che ogni provvedimento in questa direttiva sarà un omaggio reso alla sua memoria.

Nel contatto con gli uffici e con i funzionari dell'Amministrazione egli non mancò di rivelare le sue elette qualità di uomo retto, semplice e buono, che lo facevano amare da chiunque lo avvicinasse.

Per la sua opera spesa a vantaggio dei servizi telegrafici e telefonici, per l'esempio luminoso di serietà e di sapere che egli diede anche in questo campo, l'Amministrazione p. t. t. è in obbligo di manifestargli la maggiore gratitudine.

◆ ◆

Prende infine la parola il Prof. Comm. F. LORI, per il discorso commemorativo.

... ed oltre tutto lo spirito Tuo suscita nel mio animo un tumulto, per cagion del quale la parola non saprà bene esprimere il pensiero, nè questo corrispondere pienamente al sentimento, nè l'uno e l'altro potranno elevarsi fin al Tuo nome, alla Tua opera, alle Tue virtù umane, civili, familiari, chè di ogni fiore di questa massima trinità, onore e tormento dell'animo altamente morale, per tutto il tempo di Tuo pellegrinaggio quaggiù, indipendentemente da ogni interesse o ricompensa, volesti e sapesti essere riccamente adorno.

Così mi dettavano dentro, e non riesco a comprimerli nel cuore. I ricordi antichi e recenti, quando, entrando in quest'aula per parlarvi di Lui, ne ho riveduto l'effigie superamente espressa da un affettuoso Collega, e mentre altri ben autorevolmente ed efficacemente espongono alcune parti della sua attività.

Tuttavia la fiducia, con cui ho osato accettare l'incarico, non mi abbandonerà, e per mantenerla viva interpreterò il vago sentimento che ora mi pervade e mi infiamma come un consenso del Suo spirito a che non mi astenga dal pronunziare il discorso destinato ad illustrare la Sua opera scientifica.

Io penso che se Egli sopravvivesse al corpo, da cui stoicamente volle distaccarsi il pomeriggio del 5 luglio dell'anno scorso dopochè da assai lungo tempo un morbo inesorabile aveva cominciato a consumare lentamente, ma senza tregua, ogni più riposta e più nobile fibra; se Egli fosse qui dinanzi a Voi, pubbliche Autorità, che lo avete in grande estimazione, Cittadini illustri, che lo conoscete di persona o di nome, Amici affezionati, Discepoli amatissimi e amatissimi: se Egli riconoscesse noi, più intimi, che nella lunga consuetudine del lavoro scientifico più ne potemmo apprezzare il magistero, il sapere, l'amore, io penso non mi negherebbe la grazia, che gli potrei chiedere in nome di un decennio insieme trascorso nel periodo più fecondo della Sua attività scientifica e più fervido della mia scientifica preparazione, in nome di quella che Egli, commemorando il Maestro Giuseppe Pisati, chiamava «intimità di laboratorio, che, come sa chi l'ha provata, può solo paragonarsi all'intimità della famiglia».

Io parlerò appunto del Suo lavoro scientifico che insieme con l'esercizio dell'insegnamento assorbì quasi tutta la Sua esistenza, attività, cui si dedicò col più assoluto disinteresse, di esso lieto e di sol esso pago. Il passare in rassegna le sue memorie scientifiche, segna-

landone i risultati più importanti, deve essere il fine di quest'adunanza, perchè esso è anche la miglior forma di onore: noi, così facendo, saremo sicuri ad un tempo di non offendere la Sua modestia, e di porci in risonanza col Suo spirito.



Nacque a Gorizia il 30 novembre 1857, e trascorse infanzia e giovinezza a Milano, dove la Sua famiglia si installò. Alla Sua formazione intellettuale e morale contribuirono gli insegnamenti della Madre, la quale era ornata di tutte le virtù che fanno di questa divina creatura il più nobile modello, e l'esempio del Genitore «il sommo Graziadio», il meraviglioso autodidatta, vero dittatore della scienza del linguaggio, cui si inchinano i competenti di ogni parte del mondo, che accoppiò ad una fantasia potente la più severa disciplina del metodo scientifico, per cui un Maestro d'oggi in quella disciplina, Vincenzo Crescini, quando era suo allievo a Milano, poté esclamare: «È proprio vero che su le alte cime del pensiero lo scienziato e il poeta si abbracciano e si confondono!» ed allo stesso Crescini un neolatino tedesco, volendo significare l'eccellenza geniale negli studi del linguaggio di Hugo Schuchardt, ebbe a dire: «Egli è quasi un Ascoli!»

Moisè percorse gli studi della facoltà fisica di Pavia, dove ebbe due maestri sommi nella disciplina, cui intendeva dedicarsi, il Cantoni, e il Beltrami, il Sovrano delle geometrie non Euclidee. E la fisica pura e applicata divennero l'oggetto preferito del Suo studio per tutta la vita.

Dottore nel 1879, volontario del Genio il 79-80, fu assistente del Casorati per il calcolo infinitesimale a Pavia l'80-81, e poi venne a Roma assistente per la fisica tecnica presso la Scuola di applicazione per gli ingegneri fondata da Luigi Cremona.

Non vi trovò un grande laboratorio. Roma papale non aveva favorito gli studi delle discipline naturali: in questo centro della religione cattolica, in cui molta attenzione era rivolta alla parte esteriore del culto professatovi con fasto pagano, non fu desiderato mai il contatto della fede con la scienza. Roma italiana nei primi anni della sua vita ebbe altre cure, più urgenti e più gravi. Gli stessi direttori delle scuole di ingegneria in quei primi tempi furono condotti dalla natura dei loro studi a considerarle piuttosto come palestre di matematiche applicate che come officine di materie sperimentali.

Ma vi trovò un grande Maestro, Giuseppe Pisati, che ha lasciato poche pubblicazioni, ed ha perciò debole rinomanza, ma che esercitava in maniera mirabile per sapienza ed efficacia il ministero dell'insegnamento dalla cattedra e nel laboratorio. Per comprendere la parte che potessero avere nell'opera del Nostro gli insegnamenti del Pisati occorre accennare, se non ai suoi lavori, alla loro indole ed al suo metodo. Lo che ci è concesso con valore di testimonianza, perchè io ebbi la fortuna di essere suo allievo. Ascoltai l'ultimo corso delle sue lezioni, che Egli poté sviluppare per intero e gli stetti vicino in laboratorio il successivo anno scolastico, come assistente, quantunque ancora allievo ingegnere, quando aveva già iniziato la distruzione del suo corpo una dolorosissima malattia, resa certamente più grave, se non a dirittura generata, dal lungo e indefesso lavoro anche notturno, la quale lo spese nel 1891 essendo egli appena cinquantenne. Ah! quanto tempo innanzi sera!

Le sue lezioni sono ancora considerate da me, ogni volta che salgo la cattedra, come il miglior modello: l'entusiasmo, che sapeva accendere nei discepoli anche per le ricerche più severe e più aspre e più aride, quello stesso che lui aveva animato durante la misura del valore assoluto della gravità a Roma eseguita in collaborazione col Pucci (e i competenti sanno quale somma di lavoro paziente, esauriente esiga questa finissima ricerca di metrologia): quell'entusiasmo è veramente da considerare come il più fervido, che possa accendere l'anima dello studioso, anche nella più giovane età, quando conforta la fiducia che ogni difficoltà possa esser vinta, quando si spera che a nessun'altezza di volo abbia a venir meno la possanza dell'ala, quando è ignoto e lontano il momento delle delusioni, che poi accompagnano sin dall'inizio i tentativi dei passi senza guida, dopo che i Maestri ci hanno abbandonato, e si è rimasti soli a scrutare il grande oceano della verità, sulle cui sponde qualcuno più fortunato ogni decennio od ogni secolo riesce a raccogliere, come dice Isacco Newton, una pietruzza più levigata o una più graziosa conchiglia, mentre l'esercito dei ricercatori arde e si consuma di desiderio e di sconforto nella contemplazione di quell'oceano che rimane dinanzi, senza distinzione per alcuno, impenetrabile e pieno sol di mistero.

Di tale entusiasmo Moisè Ascoli si accese, ma lo custodì nell'animo gelosamente, e preferì vestirne ogni manifestazione di tale semplicità e di tale modestia, che lo riconobbero soltanto coloro che ebbero la fortuna di avvicinarlo, ed anche questi in tutta la sua piechezza dopo lunga consuetudine. Derivò da questa sua qualità, che soltanto gli intimi potessero giungere alla più esatta valutazione dei suoi meriti, che quella che ne fecero tutti gli altri, da lui più o meno lontani, dovendo essere fondata sulle più evidenti manifestazioni esteriori, non superò i meriti mai, li uguagliò raramente, ne fu di regola, e sovente, molto inferiore.



Come assistente del Pisati lo coadiuvò in molte misure di precisione, ed in modo speciale si occupò degli apparecchi e dei metodi

prescelti dal Maestro per conservare a temperatura costante la stanza dei pendoli e controllare i limiti di tale invariabilità. Un suo lavoro giovanile «Sopra un termoscopio elettrico», elegante applicazione del ponte di Wheatstone alla scoperta di minime variazioni della temperatura, anche dell'ordine di qualche decimillesimo di grado centesimale, ebbe origine da quel particolare incarico. In quel primo periodo di suo lavoro sperimentale si esercitò pure sull'apparecchio del Fizean per la misura dei coefficienti di dilatazione dei solidi, che il Laurent di Parigi aveva costruito per la nostra Commissione superiore dei pesi e misure in seguito all'adozione da parte della Commissione metrica internazionale del metodo del Fizean per la misura della dilatazione delle sbarre metalliche, con cui venivano preparati i prototipi lineari.

Lo stesso apparecchio del Fizean fu ripreso dal Nostro per la misura dei coefficienti di dilatazione dell'acciaio e dell'argento.

Questi lavori non sono originali; l'Autore non vi usa nuovi apparecchi né nuovi metodi, ma debbono essere ricordati perchè dimostrano come si andasse completando nel giovane fisico la preparazione a lavori di fisica quantitativa, che poi doveva permettergli di conseguire risultati importanti in questo campo, e di coordinarli sagacemente, ed anche di riporre quella fiducia nelle misure pubblicate, che accompagna soltanto colui, il quale nelle misure di precisione ha conquistato l'abilità attraverso un non breve tirocinio ad esse dedicato senza riposo e senza risparmi. Il laboratorio del Pisati era preparato in modo speciale a tal fine, e quantunque accogliesse una piccola famiglia poteva chiamarsi una vera scuola di alta metrologia, ed è stato un danno per la nostra fisica che la tradizione di quest'ordine di studi si sia piuttosto indebolita in Italia. L'esercizio della misura di precisione per il giovane fisico è come quello del vocabolario per il giovane scrittore: ambedue recano poco diletto ai mediocri: ambedue godono la grande estimazione dei migliori. Dal Maestro trasse anche l'ispirazione per i suoi lavori sull'elasticità e la resistenza elettrica dell'argento e del rame, sulla tenacità e plasticità del ferro ed in generale dei solidi a diverse temperature.

Lo studio sull'elasticità e plasticità dei metalli forse è il più importante fra quelli che del Pisati rimangono completi. Il merito principale di questo lavoro è di aver messo in evidenza in modo indubbio che il comportamento elastico dei corpi dipende in generale dalle sollecitazioni precedentemente subite dal campione che si studia. Vi è una stanchezza elastica, e vi è un'abitudine che con opportuna ginnastica il corpo può contrarre per rispondere in un certo modo a determinate sollecitazioni, e vi è uno stato *normale*, in cui le proprietà elastiche e quindi i coefficienti relativi acquistano un valore preciso. In tanto si può parlare di questi coefficienti in quanto appunto esiste questo stato normale, a cui soltanto debbono essere riferiti. Ciò che accade presso a poco per le deformazioni elastiche provocate con certe sollecitazioni accade in modo preciso nelle condizioni dello stato normale. Il Pisati ha eziandio insegnato a ridurre alcuni corpi allo stato normale. A proposito della tenacità egli scoprì che mentre in generale nei metalli, come il rame, l'ottone, l'alluminio all'aumentare della temperatura essa diminuisce continuamente, ed abbastanza regolarmente, nel ferro presenta minimi e massimi. Egli anzi credette di osservare due minimi e due massimi, il secondo dei quali notevolissimo. Il Nostro, come vedremo, mostrò la non esattezza di talune di queste conclusioni e le corresse.

A proposito di questi lavori, commemorando il Pisati, l'Ascoli si esprime così:

«Lo straordinario numero di esperienze che, in condizioni svariatissime, il Pisati voleva eseguire prima di accordare piena fiducia alle proprie conclusioni, l'insigne abilità, con cui sono eseguite e la cura continua nel tener conto di tutte le circostanze, anche secondarie, danno al lavoro un carattere di sicurezza quale non si riscontra in altri intorno a simili argomenti, e mostrano come la scoperta del vero fosse unico scopo delle ricerche».

Regola aurea per la disciplina del ricercatore, espressa con aurea semplicità, che Egli non cessò mai dall'adottare.

I suoi studi sull'elasticità e la resistenza elettrica dell'argento e del rame sono rivolti a scoprire se anche la resistenza ed il suo coefficiente di variazione con la temperatura possono essere ridotti ad uno stato normale nel senso suespresso mediante serie di sollecitazioni cicliche termoelastiche, come sono ad es., le oscillazioni per tensione di un filo in modo opportuno ripetute mentre la sua temperatura sale e discende lentamente fra due limiti determinati. L'autore crede di poter rispondere positivamente al quesito propostosi, ed intravede anche una relazione fra l'elasticità e la resistenza elettrica indipendente in certo qual modo dalla natura chimica del corpo.

Quanto alla plasticità del ferro, definita come il rapporto fra la deformazione permanente e lo sforzo che la produce, Egli trova che essa a temperatura costante cresce al crescere dello sforzo di trazione, che a temperatura crescente decresce regolarmente fino ad un minimo prossimo a 150°: che il limite di elasticità decresce al crescere della temperatura. E quanto alla tenacità del ferro a differenza del Pisati scopre, e in modo non dubbio verifica, che il passaggio della tenacità dal minimo al massimo avviene rapidamente, ma non bruscamente; che la temperatura di minima tenacità (circa 70°) non dipende dallo spessore del pezzo adoperato; che non si presenta altro massimo oltre il principale, il quale corrisponde ad una temperatura di circa 320°.

Dal laboratorio del Pisati l'Ascoli rimase fuori per breve tempo, e cioè dall'autunno 1887 alla primavera 1891, per coprire la cattedra di fisica del Liceo Terenzio Mamiani di Roma, conquistata per concorso. In quel periodo si dedicò all'organizzazione del corso. Quando il Pisati ammalò e fu necessario che qualcuno lo supplisse nell'insegnamento, il Direttore della Scuola non esitò a chiamare l'Ascoli, il quale, morto il Pisati, tenne l'incarico dell'insegnamento della fisica tecnica fino al 1895: coprì quindi la cattedra come straordinario fino al 1902, e poi come ordinario, e finalmente il 1911 passò alla cattedra di elettrotecnica.

Il modesto laboratorio del Pisati Egli accrebbe come poté con i mezzi in verità assai modesti, che gli furono messi a disposizione. Tale circostanza dell'esiguità dei mezzi disponibili non può esser taciuta se si vuole, quanto merita l'Uomo, che stiamo onorando, confrontare il valore dei risultati sperimentali anche alle difficoltà in mezzo a cui furono conseguiti. Il solo generatore di corrente elettrica, di cui disponeva il laboratorio, in quei tempi, era una batteria di poche diecine di elementi Meidinger, per cui l'intensità di qualche ampère era un ospite raro e che faceva brevi apparizioni: per misurare tale intensità si aveva a disposizione un solo amperometro Siemens a tensione: per custodire, modificare, costruire apparecchi si aveva a disposizione un solo meccanico, cui per analoghi scopi gli insegnanti della Scuola avevano diritto di ricorrere, e taccio altre miserie.

Ormai la rassegna ci ha condotti all'ottima collana dei suoi lavori, quelli sul magnetismo del ferro e della sue leghe, con cui il Nostro ha arricchito notevolmente questo capitolo dell'elettrotecnica. Il Pisati negli ultimi anni aveva trattato anche un argomento attinente a questa materia, ma la via percorsa dall'Ascoli, se pur non si distacca da quella sulla quale si era incamminato il Maestro, se ne allontana completamente nello sviluppo. Non vi può essere del resto discontinuità nella rete delle vie scientifiche, dai sentieri più angusti alle strade più ampie, da quelle che muovono dalla pianura a quelle che conducono alle più alte vette. Questi lavori sul magnetismo si possono dividere in due serie. La prima si riferisce alla distribuzione dell'intensità della magnetizzazione indotta nel ferro, la seconda all'influenza degli urti meccanici sulla magnetizzazione.

È noto ora con tutta precisione, ma non lo era nell'epoca intorno al 1890, che nello studio della magnetizzazione indotta per immersione di un corpo in un campo magnetico sostenuto da sistemi a lui esterni è mestieri considerare oltre a questa causa magnetizzante l'azione, che per le sostanze paramagnetiche è di senso contrario, delle masse magnetiche libere, cui dà origine la stessa magnetizzazione indotta. In un solo caso rigorosamente, ed in pochi in prima approssimazione, si può prescindere da queste. Il primo è il caso del condensatore magnetico, che si può realizzare ricoprendo un toro con una elica magnetizzante uniformemente avvolta sopra la sua superficie a spire molto serrate. Esso, preparato così non dà origine a magnetismo libero. Il secondo è quello dei cilindri molto lunghi rispetto al diametro, in cui le masse magnetiche libere, che sono distribuite verso le estremità, non esercitano azione sensibile sulla parte centrale. Queste masse magnetiche libere, se la loro azione non è interpretata rettamente, danno origine ad effetti, che possono parere strani; ed infatti alcune manifestazioni della magnetizzazione indotta nei primi tempi in cui vennero considerate, benché derivassero appunto dalle masse magnetiche libere, furono attribuite a presunte proprietà speciali della materia, della cui ipotesi fu poi dimostrato si può benissimo fare a meno. Fra queste proprietà è la Schirm-wirkung, azione di impedimento, alla magnetizzazione degli strati profondi di un pezzo di ferro di notevole spessore, che sarebbe esercitata dalla magnetizzazione degli strati superficiali, una specie di impotenza della magnetizzazione a penetrare oltre un certo spessore. L'avevano studiata in Germania e vi era particolarmente affezionato il Grottrian, quando vi si dedicò il Nostro. Il quale non tardò a mettere nei veri termini il problema, a prevedere ciò che effettivamente in alcuni corpi, come per es., i cilindri immersi in un campo parallelo al loro asse, e più precisamente in alcune loro parti, come nei cilindri è la parte centrale, la magnetizzazione negli elementi prossimi alla superficie risulta tanto più intensa di quella degli elementi più interni che anzi può essere considerata trascurabile; ma ciò accade non per una specie di divieto esercitato dalla magnetizzazione superficiale, ma per la diversa grandezza della forza magnetizzante effettiva nelle diverse zone della sezione normale, la quale verso il centro è assai minore che verso la periferia, intendendosi per forza magnetizzante effettiva la somma algebrica di quella elettromagnetica impressa e di quella generata dalla porzione libera del magnetismo indotto.

Che così dovesse essere fu, come ho detto, preveduto dall'Ascoli al lume delle ipotesi già note: tuttavia Egli si propose di dimostrarlo in via sperimentale. La copia e la delicatezza delle misure che dovette eseguire, e delle quali dovette calcolare e coordinare i risultati per conferire alla sua spiegazione una base incrollabile anche sotto il punto di vista quantitativo, fu assai grande, e deve essere ammirata la somma degli artifici e degli accorgimenti sperimentali, che furono necessari per ottenere non malcerti risultati. Trattavasi in sostanza di esaminare l'andamento della magnetizzazione indotta in cilindri di varia lunghezza rispetto al diametro, quando essi veni-

vano immersi in un campo elettromagnetico uniforme parallelo alle loro generatrici, estendendo lo studio a tutti i punti della sezione centrale del cilindro di ferro, ed anche della zona anulare compresa fra il ferro e l'elica magnetizzante, ed almeno per valori medi estendere la ricerca anche alle varie sezioni normali comprese fra quella centrale e quelle di estremità: dedurre la distribuzione delle masse magnetiche libere; calcolare per ogni elemento del ferro il campo, in cui esso trovasi effettivamente immerso; risultante, come si disse, del primitivo elettromagnetico, e di quello di origine puramente magnetica dovuto al magnetismo libero indotto, e per tal via infine pervenire alla dimostrazione che in ciascun elemento la magnetizzazione indotta è semplicemente e soltanto quella dovuta al vero campo in cui l'elemento stesso si trova, nessun particolare impedimento, od aiuto proveniente dagli elementi da lui più o meno vicini o lontani, nè dalla particolare posizione dell'elemento nel sistema.

Per superare alcune difficoltà di ordine sperimentale Egli dovette far uso di fasci di fili di ferro sottili anziché di cilindri pieni. Dovette perciò rendersi conto della differenza che può esistere fra la magnetizzazione di un cilindro massiccio e quella di un fascio di fili di ferro, sia perchè essi oltrechè per l'imperfezione inevitabile del mutuo contatto sono separati dallo strato di ossido che li ricopre, sia perchè possono i vari fili avere proprietà magnetiche non perfettamente identiche. Egli studiò separatamente la prima questione ottenendo il risultato, che nei fasci si verifica in apparenza una piccola diminuzione di permeabilità rispetto ai cilindri. Tenne conto della differenza fra le proprietà magnetiche dei vari fili componenti i fasci, introducendo nei calcoli valori medi, a seconda dei casi opportunamente dedotti.

Le pubblicazioni dell'Ascoli su questo argomento della penetrazione del magnetismo accesero una polemica col Grottrian, ma la vittoria definitiva fu del Nostro, nè poteva mettersi dubbio. Io anzi vi accenno soltanto per osservare che la lettura delle repliche e controrepliche mette in luce la saldezza del convincimento, che l'Ascoli aveva quando credeva di poter dedurre un risultato scientifico da esperienze e misure eseguite da Lui. Questa saldezza, di cui aveva già dato prova fin dal 1892 in una polemica col Gerosa, Egli ha sempre dimostrato in grado eminente, ed aveva in comune con gli sperimentatori più provetti.

La seconda serie dei lavori sul magnetismo costituisce la sua opera classica. Per collocarla al suo giusto posto nella storia della scienza occorre considerare la complessità del fenomeno della magnetizzazione indotta, e l'impossibilità con le cognizioni di quei tempi di spiegarlo, se alla parola *spiegare* si attribuisce il significato definito da Lui medesimo nel modo seguente:

«Spiegare un fenomeno vuol dire trovare la catena completa che lo lega ad altri fenomeni: se manca un solo anello della catena il fenomeno non si spiega». La luce venne dal lavoro fondamentale dell'Ewing «Magnetic induction in iron and other metals». La meccanica classica e tutta la fisica ispirata ai suoi concetti si erano limitati all'associazione di elementi contemporanei dei fenomeni. Ogni volta che l'interdipendenza di due elementi di un fenomeno appariva potersi considerare come quella fra causa ed effetto il problema fondamentale che si proponeva il fisico consisteva nello esprimere la relazione esistente fra quei due elementi per modo che conosciuto il valore assunto da uno di essi in un dato istante si potesse determinare quello assunto contemporaneamente dall'altro. Nel caso dei fenomeni magnetici questo concetto non è sufficiente nemmeno per una interpretazione grossolana. Se i due elementi associati sono campo magnetico e intensità di magnetizzazione, o induzione magnetica, può accadere, specialmente per i corpi di elevata suscettibilità, che al medesimo valore del campo corrispondono infiniti valori della magnetizzazione. In altre parole il valore attuale di questa dipende oltrechè dall'attuale valore del campo dalla precedente storia magnetica della sostanza, la quale si comporta come se avesse memoria di questa sua precedente storia. Assai probabilmente, e più logicamente, questa memoria è un'apparenza: da un esperimento all'altro muta il corpo che si studia; il suo mutamento non si rivela a noi, che in presenza di un quasi infinito numero di elementi, da cui è costituito un sistema pur di volume minimo, dobbiamo accontentarci di risultati statistici: ma non par prevedibile che i nostri mezzi possano affinarsi talmente da seguire assai da vicino le vicende elementari, e perciò la memoria magnetica, come altre sue sorelle nella famiglia delle proprietà fisiche dei corpi, resterà ancora per molto tempo una di quelle apparenze, che è giocoforza considerare come se fossero realtà uno di quegli inganni tesi a noi dalla Natura, dei quali dobbiamo tuttavia esser paghi che ella ci abbia però concesso di conoscerli quanto è sufficiente per i bisogni nostri.

L'Ewing aveva così sviluppato questo concetto nello studio del comportamento magnetico del ferro e delle sue leghe, che ogni parola di autori posteriori non ha potuto aggiungere che illustrazioni di dettaglio. Il nostro Autore ha esteso il concetto di isteresi allo studio dell'influenza sulla magnetizzazione del ferro degli urti elastici. Che anche in tal caso dovessero verificarsi fenomeni di memoria non era davvero difficile supposizione: l'isteresi è proprietà magnetica ed anche elastica della materia: doveva dunque prevedersi che essa appartenesse anche ai fenomeni magneto-elastici. Ma lo stesso studio qualitativo del fenomeno si presentava assai complesso per la grande varietà, ed in alcuni casi l'apparente contraddizione dei fenomeni verificati. Un pezzo di ferro immerso in un campo magnetico per effetto di un urto può presentare così un aumento come una diminuzione della magnetizzazione, assai diversi anche quantitativamente, ed anche

apparire insensibile agli urti, e talvolta ad urti deboli meno sensibile che ad urti forti, e finalmente insensibile anche a tutti gli urti inferiori ad un certo limite.

Lo studio appariva anche di pratico interesse per la costruzione di magneti permanenti stabili. Il progresso nella costruzione di questi è una delle più eleganti ed utili conquiste della scienza e della tecnica moderna. Chi ripensi alle calamite, che eravamo abituati ad osservare come oggetto raro e prezioso nei vecchi gabinetti di fisica della nostra prima gioventù, e ricordi con quali gelose precauzioni i nostri vecchi maestri le estraevano dalle custodie coperte internamente di velluto, e con quale garbo ne distaccavano l'ancora, e come trattavano quei nobili pezzi di acciaio quasi avessero la fragilità del oristallo, nè l'intensità della loro magnetizzazione superava normalmente qualche migliaio di unità, e poi passi a considerare la stabilità e la potenza dei moderni magneti permanenti, che formano uno degli organi essenziali degli accenditori per i motori a scoppio delle automobili, si convince senz'altro del grande progresso e della sua importanza pratica.

Gli studi dell'Ascoli insegnano appunto a costruire magneti insensibili agli urti. Un pezzo di ferro conserva un magnetismo residuo in modo stabile, anche se esso subisce un urto di determinata intensità, quando esso è pervenuto a quel grado di magnetizzazione attraverso un determinato ciclo (non chiuso) di vicende magnetiche. Alcuni cicli conducono ad uno stato in cui non hanno alcun effetto urti inferiori ad un certo limite. E finalmente vi sono cicli dopo i quali si ha insensibilità anche per urti violenti e per tutti quelli inferiori: sono questi i cicli cui deve essere sottoposto il campione di acciaio per ottenere un magnete stabile. Il fenomeno muta di intensità più che di qualità passando dal ferro puro ai vari tipi di acciaio: l'Ascoli ne ha studiato vari, ed ha tratto regole generali, che possono essere applicate anche a leghe non esaminate da Lui. Il metodo adoperato dall'Ascoli per le ricerche magnetiche, è quello del galvanometro balistico, che Egli aveva veduto usare dal Pisati, il quale, come già si è avuto occasione di dire, verso la fine della vita aveva iniziato studi di magnetismo indotto senza ottenere a vero dire risultati importanti. Quando le idee sui circuiti magnetici erano ancora poco chiare, le eliche magnetizzanti venivano considerate come centri di irradiazione della forza magnetica, da cui questa si propagasse come fa il calore da una sorgente calda. Il Pisati, studiando la distribuzione del magnetismo indotto lungo un cilindro di ferro da un'elica magnetizzante breve, la quale ricopriva solamente un breve tratto centrale, pensava appunto di poter estendere al fenomeno gli stessi concetti applicati dal Fourier alla propagazione del calore lungo una sbarra, cui fosse applicata in un punto una sorgente calda. Poco tempo dopo, tale concetto, da cui altri in quel tempo trassero ispirazione, fu abbandonato completamente, e la teoria dei circuiti magnetici istituita su più solide basi.

Il metodo balistico l'Ascoli perfezionò in molti particolari, specialmente quelli, che permettono di abbreviare e semplificare la somma dei calcoli numerici necessari per esprimere i risultati diretti delle misure in termini comparabili, per modo che anche sotto questo punto di vista la lettura dei suoi lavori interessa, e diventa istruttiva.

Un giudizio complessivo sull'opera che l'Ascoli ci ha tramandato attraverso le sue diciannove memorie dedicate al magnetismo può enunciarsi dicendo che Egli ha avuto occasione di illustrare e coordinare tutti i più interessanti fenomeni, che erano stati osservati tanto nei magneti temporanei e permanenti, come negli elettromagneti, e nelle macchine, di cui gli elettromagneti formano una parte essenziale: per alcuni di questi fenomeni erano state fornite spiegazioni particolari più o meno soddisfacenti; Egli dettò per ogni caso l'interpretazione più direttamente discendente dalla teoria generale.

Oggi, nel cuore di un'epoca meravigliosa per abbondanza di progressi scientifici e tecnici rapidi e grandiosi, può apparire scemata l'importanza di quel genere di lavori; ma ciò non pertanto essi non cessano dall'appartenere con buona figura a quel periodo classico, che assicurò alla scienza il pieno dominio sull'argomento, e che pertanto è intermedio fra quello precedente delle nebbie più o meno dense, appena squarciate da un raggio di luce, raramente, e qui e là, ed il successivo, cui appartiene il tempo che ora volge, ed in cui assistiamo alle sicure applicazioni delle conquistate teorie anche a problemi di pratica importanza.

Dei lavori, che non contengono risultati originali, e tuttavia meritano speciale menzione, citerò quelli, che si riferiscono alle oscillazioni Hertziane ed alla radiotelegrafia.

Riviviamo insieme, o Signori, l'ora lieta per la nostra scienza e per il nostro Paese, in cui il mondo attonito ricevette la prima notizia degli esperimenti di Guglielmo Marconi. I maggiori fisici del tempo, insistentemente interrogati dai profani sull'attendibilità delle notizie, e sulle possibili applicazioni pratiche della scoperta, non concordarono in una risposta pienamente positiva: nè mancò chi muovesse gravi dubbi in proposito, che a vero dire la realtà pratica rapidamente distrusse. Oggi, dopo un solo quarto di secolo da quei primi tentativi, esiste un servizio radiotelegrafico pubblico fra l'Europa e l'America del Nord, e vi è la maggior fiducia, se non ancora la constatazione materiale, che esso potrà essere esteso anche all'America del Sud; tuttavia un sentimento di commozione profonda non cessa ancora di suscitarsi nell'animo del profano, ed

anche del fisico, non reso indifferente per cagione di studio o di ufficio, quando si assiste ad una comunicazione che, veramente con la rapidità del fulmine, giunge a noi anche dal punto più lontano della terra o del mare. Il Nostro al primo accenno che fece un giornale politico quotidiano dei primi tentativi del Marconi, nel quale in sostanza si diceva soltanto che il giovanotto sulla soglia della gloria adoperava le onde elettromagnetiche per telegrafare a distanza, prese a ripetere nel proprio gabinetto le esperienze di Enrico Hertz, e si pose rapidamente in grado di presentare in una pubblica conferenza un complesso di apparecchi costituenti ciò che oggi chiameremmo una stazione trasmettente a scintilla smorzata, ed una ricevente a coherer a polveri, cui di essenziale mancavano solamente le antenne e le comunicazioni con la terra, per assomigliare perfettamente, anche nel dettaglio dell'inserzione del relais e della Morse alle prime Marconiane. Mancavano le antenne perchè questo elemento delle stazioni Marconiane non era noto, e perciò le distanze che potevano essere superate cogli apparecchi dell'Ascoli non raggiungevano l'ettometro. Egli aveva tentato di corrispondere fra una terrazza prossima al suo laboratorio e la torre del Campidoglio dirigendo le onde in partenza per mezzo di un grande specchio parabolico, e concentrandole in arrivo mediante uno specchio gemello sopra il coherer, e si affaticava appunto e vanamente in simili tentativi quando divenne noto il sistema Marconiano delle antenne. Delle quali Egli, che aveva già pronte tutte le altre parti delle stazioni trasmettente e ricevente, poté immediatamente sperimentare l'efficacia. Io, che lo avevo assistito in tutte quelle prove, ebbi la fortuna di aiutarlo anche in quel tentativo. Rammento che era domenica, e nessun altro era in laboratorio oltre noi due. In mancanza di lunghe aste conduttrici io scelsi nel gabinetto di topografia due canne metriche, e vi legai longitudinalmente due fili conduttori di rame: ottenni così due antenne alte ciascuna circa tre metri. Il miracolo non tardò. A distanza a cui era difficile svelare per mezzo del più sensibile coherer e galvanometro, di cui disponevamo, pur usando specchi direttori, le onde emesse da una assai nutrita scintilla in olio di paraffina, connesse con i circuiti le antenne, dalla più breve ed esile e non udibile scintillina nell'aria irradiava in tutte le direzioni energia sufficiente a modificare la resistenza del coherer di tanto da rendersi il fenomeno manifesto anche con un relais telefonico ordinario.

«Le antenne formano la scoperta della radiotelegrafia» esclamò l'Ascoli di fronte a quel miracolo, ed era così. L'antenna, come è noto, rappresenta il più aperto circuito oscillante a parità di dimensioni, ed il più adatto alle onde lunghe: come il toro è il condensatore, l'antenna è il dispersore magnetico: essa possiede cioè in sommo grado le qualità essenziali per comunicare senza fili a distanza. Soltanto aumentando l'energia irradiata si può allontanarsi dall'antenna verticale. Le altissime antenne sono infatti ancora oggi la caratteristica delle stazioni radiotelegrafiche ultrapotenzi.

Sullo stesso argomento della radiotelegrafia il Nostro tornò poco dopo il 1902 a proposito della sintonia, dell'oscillatore del Righi e del modo di funzionare degli apparecchi radiotelegrafici, e nel 1905 a proposito del detector magnetico, per il cui esame gli tornarono nuovamente di grande aiuto le sue profonde cognizioni dei fenomeni di magnetismo e delle loro leggi.

Lo stile delle sue conferenze (oltre quelle di radiotelegrafia ne sono rimaste pubblicate una sulla trazione elettrica ed una sulla radioattività) richiama quella delle sue lezioni. Esso è semplice, severo, schematico; non vi abbondano parole; ogni pensiero viene espresso nella veste più succinta; taluno può ritenerlo freddo: esso certamente non è brillante, ma per argomenti di scienza fisica o matematica tale qualità, quando come nel Nostro è associata alla maggior precisione, lo fa annoverare fra le forme classiche. Le qualità esteriori dei suoi discorsi e dei suoi scritti corrispondevano perfettamente all'uomo. Se mi fosse concesso un paragone in uno stile diverso dal Suo, direi che Egli fu come un gioiello di grande volume: la sua massa spezzata in tanti minori avrebbe potuto fornire una ben più estesa superficie di splendore e di iridescenza.

Dell'ufficio di insegnante Egli si è occupato con passione pari a quella che metteva nelle ricerche. La preoccupazione ne era sempre minuta e finissima, perfezionata continuamente attraverso un continuo riesame degli argomenti più delicati, e le lunghe discussioni quotidiane con i suoi assistenti. Quelle che soleva fare con me, da cui è derivato un volume sui fondamenti dell'elettrologia e dell'elettrotecnica, hanno formato il maggior diletto intellettuale della mia giovinezza scientifica.

Sul modo di concepire e di esercitare la funzione dell'insegnante ha anche lasciato un'ottima memoria scritta in occasione della polemica, che si svolse nel giornale «L'Elettrotecnica» l'anno 1914 per iniziativa del Barbagelata, a proposito della proposta di abolizione delle lezioni orali. Ciò che è contenuto in questa memoria ha valore di grande attualità ora che si agita nuovamente l'argomento di una riforma delle scuole d'ingegneria. Dei molti perspicaci e interessanti concetti, che esauriscono la parte generale dell'argomento, citerò quello relativo ai vincoli, cui deve essere sottoposto la libertà dell'allievo per il suo stesso interesse, perchè mi sembra originale fra i molti ormai ripetuti più volte e perciò notissimi:

«Non mancano giovani capaci di far tutto da sé, ed è vero anche che intellettualmente l'età dello studente è quella della piena maturità, ma che in massima sia l'età della piena coscienza della responsabilità pare eccessivo asserire.

«Del resto si accetta ormai da tutti che debba limitarsi la libertà di azione della gente obbligandola nei limiti del possibile a ciò

che è utile, e impedendole di fare volontariamente ciò che è dannoso: insegnino le istituzioni di previdenza, le assicurazioni obbligatorie, le ritenute sulle pensioni, ecc.

«Chi non sa che è bene sul guadagno annuale mettere in serbo una parte per la vecchiaia: eppure anche nell'età più matura, quanti sarebbero che, vincendo le tentazioni e le difficoltà, sarebbero puntuali, se per gli impiegati non vi fosse la ritenuta obbligatoria e per gli altri non vi fossero le facilitazioni e le seduzioni degli assicuratori?».

E concluderò accennando ad una collana di pensieri da lui lasciati in manoscritto intorno alla scienza e al metodo scientifico, che purtroppo non è completa, e che evidentemente doveva servirgli per una trattazione sistematica dell'argomento «Scienza e metodo». La lettura ci rivela quanto fosse nobile e profonda la sua mente anche nel campo più generico della naturale filosofia. Non mi trattengo dal leggerne innanzi a voi qualche passo:

«Anche le applicazioni della scienza alla vita pratica spesso generano incredulità. Il malato, che vuole la guarigione dal medico, non ammette tentativi od esperienze, che sono lo strumento scientifico più potente: un caso sfavorevole fa dimenticare cento casi favorevoli: vuole che tutti i problemi siano già risolti, e non pensa che ogni caso è nuovo problema, e se la scienza ne risolve anche uno solo, fra cento, non può dirsi impotente. E' per questo che il pratico per soddisfare il cliente deve fingere sicurezza dove sicurezza non è, e deve dare il responso anche dove la scienza non l'ha dato, e spesso questa necessità conduce a trasformare lo scienziato in ciarlatano apparente o reale. Il pubblico, che lo riconosce, riversa sulla scienza la colpa di chi ne ha disertato il campo».

«Le grandiose applicazioni industriali sono perle che la scienza lascia cadere dal suo ramo trionfale alla folla dei profani a testimonianza della sua potenza e della sicurezza del suo corso ed a prova del nesso che esiste fra il benessere dell'Umanità e le verità strapate alla Natura dall'assidua fatica di pochi solitari.

«La folla ristretta che applaude ai successi mondani è ben poca cosa di fronte alla folla non meno numerosa che accoglie e scruta su tutti i punti della terra i risultati del lavoro degli operai della scienza, folla che si rinnova di generazione in generazione ed il cui plauso non muta col mutar dei venti».

«I fenomeni psichici sono di natura diversi dai fisici, oppure non si è ancora trovato modo di colmare la lacuna che la separi?».

Salutiamo il Suo spirito con il nostro pensiero rivolto a questo pensiero di Lui, perchè la loro associazione è forse la miglior forma di omaggio. L'affermare la possibilità che la Scienza colmi un giorno la lacuna fra i fenomeni fisici e quelli psichici è la più alta attestazione di fede nella Dea, del cui culto hanno vissuto gli uomini come Moisé Ascoli, e per il cui culto sopravvivono i nomi come il Suo.

Signori, l'ora volge, ed io debbo prendere commiato da Voi, benchè non mi allontanerò dallo spirito del Maestro, il quale è così presente alla mia memoria, che non ha d'uopo, per contemplarne anche l'aspetto fisico, di quella condizione d'abbandono dei sensi, in cui il nostro involucro, invertendo la sua funzione normale, diventa schermo del mondo esterno, e ci permette di sostituire a poco a poco, alla sua percezione quella dell'essere nostro e di tutto ciò, che, lontano nel tempo o nello spazio, per la mirabile facoltà della memoria, aderisce con lui.

In nome di questa comunione di spirito Vi ho parlato, se non effacemente, amorevolmente, e Vi ringrazio della vostra benevola ascoltazione.



Elenco delle principali pubblicazioni del Prof. M. Ascoli.

- 1 - 1879 - Sull'Elettrometro Mascart. (In collaborazione con G. A. MAGGI). *Rendiconti R. Istit. Lombardo*. Serie II, Vol. XII, fasc. XIV.
- 2 - 1883 - Studio dell'apparecchio di Fizeau per la misura delle dilatazioni dei solidi. *Reale Accademia dei Lincei*. Anno CCLXXX1882-83.
- 3 - 1883 - Esame delle viti micrometriche dei microscopi adoperate nella determinazione della gravità (allegato alla memoria del prof. Pisati sulla lunghezza del Pendolo a secondi).
- 4 - 1885 - Sopra un metodo per la calibrazione elettrica di un filo metallico. *Rend. Acc. Lincei*, 1° marzo 1885.
- 5 - 1887 - Ricerche sperimentali sopra alcune relazioni tra la Elasticità e la Resistenza elettrica dei metalli. *Rend. Acc. Lincei*.
- 6 - 1887 - Principi di Eletticità e Magnetismo. *Lezioni litografate*.
- 7 - 1890 - Sopra la Resistenza elettrica e l'Elasticità dell'argento. *Ren. Accademia Lincei*, Vol. III 1° Sem. fasc. 11.
- 8 - 1890 - Sopra un termoscopio elettrico. *Reale Accademia dei Lincei*, Vol. VI, 1° sem. Serie 4, Rendiconti.
- 9 - 1891 - Sulla relazione fra la f. e. m. ed il calore chimico nella Pila. *R. Acc. Lincei*, Rendiconto, Serie IV, Vol. VIII.
- 10 - 1891-92 - Corso di Fisica Tecnica. Parte I e II (*Lezioni litografate*).
- 11 - 1892 - Sulla elasticità e sulla resistenza elettrica del rame. *Reale Acc. dei Lincei*. Vol. I, 1° Sem. fasc. I.
- 12 - 1892 - Sopra la tenacità del ferro a diverse temperature. *R. Acc. dei Lincei*, Vol. I, 1° sem. fasc. II.

- 13 - 1892 - Sopra la misura della plasticità dei solidi e sopra la plasticità del ferro a diverse temperature. *R. Acc. dei Lincei*, Vol. I, 1° Sem., fasc. 12.
- 14 - 1892 - Sulla propagazione del flusso magnetico nel ferro. *Elettricista*. Anno I fasc. 6 e 9.
- 15 - 1892 - Sopra gli spostamenti di fase nei trasformatori. *Elettricista*. Anno I, n. 10.
- 16 - 1893 - Di alcuni effetti dell'incrudimento sopra le proprietà magnetiche del ferro. *Elettricista*, Anno II, pag. 222.
- 17 - 1893 - Sopra alcune proprietà magnetiche dei fasci cilindrici di filo di ferro. *Elettricista*. Anno II, pag. 201.
- 18 - 1893 - Studi sopra l'induzione magnetica. *Elettricista*, Anno II, n. 6 7, 8.
- 19 - 1893 - Sopra la tenacità e la plasticità del ferro a diverse temperature. *Nuovo Cimento*. Serie 3ª, Vol. XXXII.
- 20 - 1894 - Un'esperienza da lezione sulla induzione magnetica. *Elettricista*. Anno III, n. 1.
- 21 - 1894 - Sulla distribuzione del magnetismo indotto nel ferro. Note I e II *Acc. dei Lincei*. Vol. III, 1° sem. fasc. 4.
- 22 - 1894 - Sulla distribuzione del magnetismo indotto nel ferro. Note di M. ASCOLI e F. LORI. *Accad. dei Lincei*. Vol. III, 2° sem. fasc. 5-6.
- 23 - 1894 - Sulla distribuzione del magnetismo indotto nel ferro. Note III e IV. *Accad. dei Lincei*, Vol. III, 1° sem. fasc. 7 e 8.
- 24 - 1894 - Sul circuito magnetico delle dinamo. *Elettricista*. Anno III, numero 5.
- 25 - 1894 - Misura della dilatazione dell'acciaio e dell'argento, mediante l'apparecchio di Fizeau. *R. Accad. dei Lincei*. Anno CCXCI, 1894.
- 26 - 1895 - Sul magnetismo dei cilindri di ferro. *R. Accad. dei Lincei*. Vol. 14. 1° sem. fasc. 8.
- 27 - 1895 - Ueber die magnetische Schirmwirkung. *Annalen der Physik und Chemie*. Band 54.
- 28 - 1895 - Sulla distribuzione del magnetismo indotto. *Nuovo Cimento*. fasc. di gennaio, febbraio, maggio.
- 29 - 1895 - Considerazioni sui circuiti magnetici. *Elettricista*. Anno IV, n. 3.
- 30 - 1896 - Studi sperimentali sul magnetismo. *Nuovo cimento*. Vol. III, fasc. di gennaio 1896.
- 31 - 1896 - Sulla penetrazione del magnetismo nel ferro. *Nuovo Cimento*. Vol. VIII, luglio 1897.
- 32 - 1897 - Sui magneti Jamin. *R. Acc. dei Lincei*. Vol. VI, 2° sem. fascicolo 3.
- 33 - 1897 - Sul fattore smagnetizzante nei fasci e nei cilindri di ferro. *Acc. dei Lincei*. Vol. VI, 2° sem., fasc. 5.
- 34 - 1897 - Le oscillazioni elettriche senza fili. *Annali degli Ingegneri e degli Architetti Italiani*, fasc. IV, 1897.
- 35 - 1897 - Le trasmissioni elettriche senza fili. *Elettricista*. Anno VI, numero 5.
- 36 - 1897 - A proposito dell'Apparecchio Marconi. *Elettricista*. Anno VI, numero 8.
- 37 - 1897 - Alcune formule relative ai condensatori inseriti nei circuiti con correnti alternate. (M. ASCOLI, F. LORI). *Elettr.* Anno VI n. 12.
- 38 - 1897 - Introduzione allo studio delle applicazioni elettriche. (Editore L'Elettricista, Roma).
- 39 - 1898 - Sulla determinazione della temperatura e dei coefficienti di conduttività termica. *Nuovo cimento*. S. 4. Vol. VII, fasc. aprile.
- 40 - 1900 - La trazione elettrica. *Elettricista*. Anno IX, 1900.
- 41 - 1901 - Metodo per la rapida determinazione delle armoniche di una oscillazione complessa. *Elettricista*, Anno X.
- 42 - 1901 - Sulla costruzione dei magneti permanenti. *Atti dell'Ass. Elettr. Ital.* Vol. V, fasc. 5.
- 43 - 1902 - Alcune esperienze sull'arco cantante di Duddel. (M. ASCOLI e R. MANZETTI). — *Accad. dei Lincei*. Vol. IX, 2° sem. fasc. I.
- 44 - 1902 - Sopra alcune proprietà delle correnti alternate non sinusoidali. *Elettricista*, Anno XI, 1902.
- 45 - 1902 - Un'esperienza sulla trasmissione dei segnali nella telegrafia senza fili sintonica. *Elettricista*. Anno XI.
- 46 - 1902 - Sopra una forma dell'oscillatore del Righi. *Elettricista*. Anno XI.
- 47 - 1902 - Sul modo di funzionare degli apparecchi di Telegrafia senza fili. *Atti dell'Assoc. Elettr. Italiana*. Vol. VI, fasc. 3.
- 48 - 1902 - Sulla stabilità del magnetismo temporaneo e permanente. *Nuovo Cimento*. Vol. III, fasc. di gennaio 1902.
- 49 - 1902 - Relazione sulle unità elettriche. Vedi Assemblea Generale A. E. I. Unità razionali di Elettromagnetismo (Ing. G. GIORGI). *Atti A. E. I.* Vol. VI, fasc. 5-6.
- 50 - 1903 - La radioattività. *Atti dell'Assoc. Elettr. Italiana*.
- 51 - 1903 - Discorso nella seduta solenne in onore di G. Marconi. *Atti A. E. I.* Vol. VII, pag. 255.
- 52 - 1903 - Relazione del Presidente all'Assemblea Generale dell'A.E.I. VII Riunione, Napoli-Palermo. *Atti A.E.I.* Vol. VII, pag. 255.
- 53 - 1904 - Misure di sicurezza da osservarsi nell'impianto e esercizio dell'Illuminazione e riscaldamento dei monumenti nazionali, ecc. (In collaborazione con BLASERNA, GRASSI, LOMBARDI, MENGARINI, MAIORANA). (*Bollett. Uff. Ministero Pubblica Istruzione*).
- 54 - 1904 - Relazione all'Assemblea Generale dell'A.E.I. Vol. VIII, pagina 436.
- 55 - 1904 - Parole dette a Torino, scoprendo la targa a G. Ferraris. *Atti A.E.I.* Vol. VIII pag. 62.

- 56 - 1904 - Discorso nella seduta inaugurale del Congresso Internazionale di S. Louis. *Atti dell' A.E.I.*
- 57 - 1905 - Osservazioni sul fenomeno del detector magnetico. *Atti dell' Assoc. Elett. Italiana.*
- 58 - 1905 - L'Escursione in America compiuta dall'A.E.I. nell'agosto settembre 1904. Introduzione. (*Atti A.E.I.*).
- 59 - 1905 - *Il trasporto dei passeggeri nelle grandi città americane, (come sopra).*
- 60 - 1905 - Relazione all'assemblea generale dell'A.E.I. Vol. IX, pag. 409
- 61 - 1907 - Elettromagneti di dato diametro esterno e di massimo flusso. *Elettrecista*, fasc. n. 3.
- 62 - 1907 - Lo stato attuale delle Industrie elettriche e le sue relazioni con gli altri rami della tecnica. (Discorso di apertura della 3^a Sezione del Congresso della Società Ital. per il Progresso delle Scienze, tenuto a Parma il 24 settembre 1907). *Atti dell'A.E.I.*
- 63 - 1907 - Concetto di massa. *Nuovo Cimento*, pag. 23.
- 64 - 1911 - Relazione della Commissione Reale sul servizio telefonico. IV parte, Roma.
- 65 - 1911 - Studio sulle reti telefoniche (allegato alla precedente).
- 66 - 1912 - Relazione sui lavori del Sotto Comitato A del Comitato Elettrotecnico Italiano.
- 67 - 1915 - Sulle grandezze elettromagnetiche. (*L'Elettrotecnica*, II, 20 novembre, 1915).
- 68 - 1915 - Relazione della Commissione di Sorveglianza sugli impianti telefonici a sistema automatico.
- 69 - 1916 - La partecipazione dei fisici al lavoro industriale. *L'Elettrotecnica*, III, n. 11.
- 70 - 1916 - I problemi dell'Elettrotecnica in Italia nel presente e nell'avvenire. (*L'Elettrotecnica* III n. 9). La Riforma Sociale. R. Società per azioni. Atti Congresso S.I.P.S.
- 71 - 1916 - La teoria della commutazione. *L'Elettrotecnica*, III, n. 13.
- 72 - 1917 - Sui sistemi di unità elettriche. *L'Elettrotecnica*, IV, n. 13.
- 73 - 1918 - Sulle leggi de gas perfetti in relazione alla teoria del calore. *Nuovo Cimento*, Vol. XVI, fasc. di maggio e giugno.
- 74 - Postume 1922 - Le idee del Prof. M. ASCOLI, sull'insegnamento tecnico superiore. *L'Elettrotecnica*, Vol. IX N. 16.
- 75 - Postume 1922 - Ingegneri statali e Scuole per gli Ingegneri. *L'Ingegnere Italiano*, IV, n. 8, 31 agosto 1922.
- 76 - Trattato di Elettrotecnica, in collaborazione con F. LORI. (Trattato generale teorico e pratico dell'Arte dell'Ingegnere civile-industriale-architetto). Editore F. Vallardi, Milano.

* *

Notizie delle Sezioni

Costituzione della Sezione Sarda.

Il 1° corr. alle ore 10, conforme l'avviso circolare precedentemente inviato, abbiamo tenuto in Cagliari presso gli Uffici della Società Elettrica Sarda, la prima riunione, nella quale si doveva procedere alle elezioni delle cariche.

All'appello dei 54 Soci, fra individuali e collettivi, risposero 23 presenti, e furono aperte le lettere giustificative degli assenti, che per ragioni personali non poterono intervenire.

Successivamente l'Ing. Silvio Silva, che presiedeva la riunione, spiegò lo scopo di essa ed illustrò i nomi dei candidati alle cariche.

Procedutosi alla votazione, in cui fecero da scrutatori i Soci Renato Combet e Renato Besson, riuscì il seguente esito:

Presidente: Ing. Comm. Giulio Dolcetta, con voti 23.

Vice-Presidente: Ing. Riccardo Simonetti, con voti 23 (libero professionista).

Consiglieri: Ing. Giovanni Brozzu, Am. Deleg. della Soc. Sarda Distribuzione Energia, con voti 23; Ing. Francesco Sisini (libero professionista), con voti 23; Ing. Comm. Corsi (libero professionista), con voti 23; Ing. Angelo Binaghi (libero professionista), con voti 23.

Delegati alla Sede Centrale: Cav. Silvio Silva (Direttore S.E.S.), con voti 23; Ing. Pietro Rudar, della Soc. Pirelli, con voti 23.

Cassiere: Ing. Giuseppe Lombardini della S.E.S., con voti 22; Ing. Silvio Pavesi, delle Bonifiche Contivecchi, con voti 1.

In seguito fu trattato l'argomento della quota sociale, che destò stabilità nella misura di L. 50 per soci individuali e L. 100 per soci collettivi.

Di questa somma rispettivamente L. 35 e L. 70 dovranno versarsi alla sede centrale, che provvederà all'invio del giornale e degli Atti ai Soci.

Per l'anno in corso agli effetti del versamento della quota dovrà ritenersi come inizio il 1° Gennaio 1923.

Constatato il felice risultato della formazione della Sezione furono fatte calde esortazioni ai soci di attirare al primo nucleo altri aderenti, specie del ramo delle Miniere, non sufficientemente rappresentato.

Verrà dato in seguito individualmente l'avviso per la seconda riunione in cui si dovrà discutere lo Statuto interno; intanto si rivolge ai Soci la preghiera d'inviare la quota stabilita onde procedere nell'organizzazione amministrativa.

*

Elenco dei Soci della Sezione Sarda.

- 1 - Antoniutti Ing. Antonio, Iglesias, via Cattaneo, 51 (proveniente Sezione di Milano).
- 2 - Aromando Rag. Ciro, Cagliari, viale Trieste, 1.
- 3 - Avanzini Ing. Carlo, Cagliari, via Roma, 73.
- 4 - Besson Renato, Cagliari, via P. Amedeo, 12.
- 5 - Bianchi Oreste, Cagliari, via Spano, 1.
- 6 - Binaghi Ing. Angelo, Cagliari, via Sassari 39.
- 7 - Brotzu Ing. Giovanni, Cagliari, Largo C. Felice, 13 (proveniente dalla Sezione di Torino).
- 8 - Caddeo Salvatore, Cagliari, via Garibaldi, 20.
- 9 - Congiu Antonio, Cagliari, via Lepanto, 38.
- 10 - Contini Raimondo, Oristano Soc. Elettrica Sarda (proveniente Sezione di Milano).
- 11 - Contivecchi Ing. Guido, Cagliari viale Trieste, 17.
- 12 - Corsi Ing. comm. Carlo, Cagliari, Ingegnere Capo Genio Civile.
- 13 - Corsini Tancredi, Cagliari, via Collegio, 16.
- 14 - Combet Renato, Cagliari, via dei Pisani, 2.
- 15 - Combet Umberto, Cagliari, via S. Lucifero, 33.
- 16 - Cuzzocrea Giuseppe, Cagliari, via Sonnino, 36.
- 17 - De Gaetano Aristide Cagliari, Piazza XXVII Marzo, 22.
- 18 - Doglio Pierino, Cagliari, viale Trieste, 37.
- 19 - Dolcetta Ing. comm. Giulio, Cagliari, via Roma, Pal. Boscaro (proveniente sezione Milano).
- 20 - Dominici Dante, Cagliari, via Roma, Pal. Zambelletti (proveniente sezione Livorno).
- 21 - Dondi Dall'Orologio Giovanni, Cagliari, via Tristani, 9 (proveniente Sezione Milano).
- 22 - Elia Ing. Emilio, Abbasanta, Società Tirso.
- 23 - Fiorelli Ing. Emilio, Abbasanta, Società Tirso.
- 24 - Franceschi Ing. Mario, Cagliari, viale Trieste, 1, (proveniente sezione Milano).
- 25 - Lombardini Ing. Giuseppe, Cagliari, Società Elettrica Sarda.
- 26 - Marchetti Guglielmo, Cagliari, via Manno, 29.
- 27 - Montanari Giuseppe, Portovesme (Iglesias) (proveniente Sezione Milano).
- 28 - Muroli Eliseo, Cagliari, via S. Giovanni, 1.
- 29 - Nigiotti Mario, Cagliari, Società Elettrica Sarda.
- 30 - Paderi Angelo, Cagliari, via S. Restituta, 36.
- 31 - Pami Giovanni, Terralba, Società Bonifiche Sarde.
- 32 - Passerini Ing. Luigi, Cagliari, Società Elettrica Sarda (proveniente Sezione Milano).
- 33 - Pavesi Ing. Silvio, Cagliari, Strada La Plaia (proveniente Sezione Roma).
- 34 - Pellegrini Ing. Emilio, Cagliari, Via Canelles, 25.
- 35 - Perotto Ing. Augusto, Cagliari, viale S. Margherita, 17 (proveniente Sezione Milano).
- 36 - Petessi Ing. Alberto, Montevecchio, Miniera.
- 37 - Rudas Ing. Piero, Cagliari, via Roma, 17 (proveniente Sezione Milano).
- 38 - Saba Silvio, Guspini, via Umberto, 75.
- 39 - Satta Giuseppe, Cagliari, via S. Giovanni, 234.
- 40 - Silva Ing. Cav. Silvio, Cagliari, Società Elettrica Sarda (proveniente Sezione Venezia).
- 41 - Simonetti Ing. Riccardo, Cagliari, via Spano, 2 (proveniente Sezione di Roma).
- 42 - Sisini Ing. cav. Francesco, Cagliari, Largo C. Felice.
- 43 - Spano Pietro, Abbasanta, Società Tirso.
- 44 - Zucca Antonio, Cagliari, via Ozieri, 3.
- 45 - Associazione licenziati R. Scuola Industriale, Cagliari, presso Società Elettrica Sarda.
- 46 - Azienda elettrica di Carloforte.
- 47 - Ditta Ingg. Biso Rossi e C., Cagliari, Piazza XXVII Marzo.
- 48 - Costruzioni Meccaniche Gioda Martinazzo e C., Cagliari, Via Nuoro.
- 49 - Imprese Elettriche Sarde, Cagliari, via Spano, 2.
- 50 - Imprese Idrauliche ed Elettriche del Tirso, Cagliari, via Roma Pal. Boscaro (prov. Sezione Milano).
- 51 - Società Bonifiche Sarde, Cagliari, via Roma, 37.
- 52 - Società Elettrica Sarda, Cagliari, Piazza XX Settembre (proveniente Sezione Milano).
- 53 - Soc. An. Ercole Marelli, Cagliari, viale Trieste, 1.
- 54 - Società Sarda Distribuzione Energia Elettrica, Cagliari, Piazza Martiri 13.

* *

SEZIONE DI BOLOGNA

Il primo luglio ha avuto una riuiscitissima gita agli impianti in esercizio, in costruzione e in occasione della Società Bolognese di Eletticità sui torrenti Setta, Gambellato e Brasimone. Partiti da Bologna alle 6,30 su quindici automobili, i gitanti (65 soci e 15 signore e signorine) hanno visitato nella mattinata le località del Setta e del Gambellato dove verranno creati due serbatoi di regolazione, rispettivamente di 1,5 e di 7 mil. di mc; e il lago dell'Alto Brasimone, di 6,5 mil. di mc, il quale, com'è noto, è alimentato da 15 km² di bacino imbrifero, e fa parte del primo impianto, già in esercizio da una dozzina d'anni. I progetti sul Setta e sul Gambellato comprendono una centrale servita dal serbatoio di 1,5 di mc, alimentato dalle

acque di 26 km² di b. i.; una presa sul Setta Medio (8 km² di b. i.) e il serbatoio del Gambellato che raccoglie le acque di 39 km² di b. i. Le acque di questi 73 km² di b. i. verranno convogliate da un canale in galleria sino al già costruito canale del secondo salto del Brasimone, nel quale confluiscono le acque di scarico della Centrale dell'Alto Brasimone e le acque del Medio Brasimone, regolate dal piccolo lago (0,4 mil di cm) creato subito a valle della Centrale dell'Alto Brasimone mediante una diga costruita cinque anni fa.

A tutti i partecipanti alla gita era stata distribuita un elegante libretto, contenente la planimetria generale degli impianti e il profilo schematico, oltre ai principali dati di progetto.

Alla colazione, come di regola in simili gite, fu fatto grande onore, malgrado che il menù (anzi l'A. E. I. O. secondo l'intitolazione enigmistica) tecnico-umoristico preannunciava portate di difficile digestione, come sarebbero le condotte forzate al sugo, l'arrosto di indotti bipolari, l'insalata di tralicci, un dolce a stramazzone (non rigurgitato, fortunatamente), e malgrado che per i convitati fossero messi a disposizione addirittura dei serbatoi di sregolazione con derivazione di « Brasimone Supérieur », di Carbone bianco e di Rosso Settario.

Alle frutta, anzi ai frutti (Setta %), prese la parola il Presidente Ing. Righi per portare il saluto del Sen. Pini, Presidente della Bolognese, e per esprimere il compiacimento di tutti per la presenza del socio Ing. Puppini, Sindaco di Bologna. L'Ing. Graziani si disse interprete del sentimento di tutti i presenti nel manifestare il plauso e il ringraziamento più cordiale all'organizzatore della gita, e alla Bolognese per la sua larga ospitalità. Altri presero successivamente la parola: il Sindaco di Bologna, Prof. Puppini, dichiarò che apprezzava quanto la Società Bolognese aveva fatto e quanto prometteva di fare, augurando che l'attuazione dei progetti fosse il più possibile rapida. Convinto che, soprattutto a Bologna e regione circostante, sia necessario e urgente portare gran copia di energia elettrica, disse che pure il Comune si propone la costruzione di impianti idroelettrici, e inoltre avrebbe visto col massimo piacere concretarsi qualunque nuova iniziativa privata diretta allo stesso scopo. Il Sindaco di Castiglione dei Pepoli, e altri presero poi la parola per esprimere il voto che gli impianti in progetto siano al più presto attuati.

Nel pomeriggio i gitanti visitarono la Centrale dell'Alto Brasimone, attraversarono il lago inferiore in barche pavesate da gagliardetti di circostanza, e percorsero qualche chilometro del canale da 10 mc al l' già ultimato per la centrale principale che utilizzerà le acque scolanti da oltre 100 km² di b. i. Grande successo ottenne l'illuminazione con palloncini alla veneziana di una galleria di due chilometri che venne percorsa da tutti i gitanti; e molto gradito fu, all'uscita di essa, riposare all'ombra di un pergolato, eretto per la circostanza, e bene accetto fu il raffreddamento a circolazione di birra (con scarico di fondo, come aggiungeva l'impertinente menù).

L'ora tarda non consentì alla comitiva di fare altre soste, per visitare la camera di scarico della Centrale principale e le località prescelte per la Centrale stessa e per l'ulteriore utilizzazione delle acque nel progettato terzo salto del Brasimone, che sfrutterà 125 km² di b. i.

Alle ore 20 i gitanti facevano ritorno in città.

* *

SEZIONE DI ROMA

Verbale della Riunione ordinaria annuale (14 giugno 1923).

Ordine del giorno:

1. — Comunicazioni della Presidenza;
2. — Prof. L. Lombardi: *Sulla validità delle leggi dell'elettrodinamica*;
3. — Discussione e votazione dell'ordine del giorno 26 aprile, a firma dei Colleghi Civita, Fano, Lombardi, Puccioni e Revessi, riguardante la « *Situazione attuale della industria elettrica in Italia* », già comunicato ai Soci;
4. — Resoconto morale dell'anno 1922;
5. — Discussione del Bilancio consuntivo 1922 e del preventivo 1923;
6. — Rinnovazione parziale delle cariche sociali.

La seduta viene aperta alle ore 21,15 dal Presidente Prof. U. Bordoni il quale, premesse alcune parole di saluto per il Prof. E. Soleri, Presidente della Sezione di Torino, che assiste alla riunione, dà la parola al Prof. Lombardi, il quale svolge la sua comunicazione (*) fra la viva attenzione dei presenti, e termina vivamente applaudito. Cessati gli applausi, il Presidente rileva l'importanza dell'argomento trattato e fa notare come, a suo parere, molti dei dubbi che periodicamente vengono elevati sulla validità delle leggi della elettrodinamica dipendano direttamente od indirettamente, dalla circostanza fondamentale che nel mentre è possibile sperimentare solo sopra circuiti chiusi, molte di tali leggi riguardano le azioni che si manifestano fra elementi di circuiti.

A rigore, perciò, non è possibile una verifica sperimentale, nei modi consueti, di queste leggi; essendo ben noto che la condizione di dare certi risultati se applicata a circuiti chiusi, non è sufficiente per determinare univocamente la legge elementare d'un fenomeno.

Poiché nessuno domanda la parola sul medesimo argomento, si passa alla terza parte dell'ordine del giorno. Il Presidente riassume in poche parole l'andamento delle discussioni che ebbero luogo nella seduta del 28 marzo e 7 aprile, sulla questione della « *Situazione attuale dell'industria elettrica in Italia* », come seguito alle conferenze

dei Colleghi Civita (3 marzo) e Revessi (17 marzo). Ricorda la deliberazione (7 aprile) di affidare ad una Commissione, nella quale fossero rappresentate tutte le tendenze, l'incarico di formulare un ordine del giorno riassuntivo contenente quelle affermazioni e quelle proposte nelle quali era da presumere potesse convenire la grande maggioranza dei Colleghi; e fa dare lettura dal Segretario di questo ordine del giorno, già da qualche tempo comunicato ai Colleghi:

La Sezione di Roma dell'A. E. I.:

udite le conferenze dei Soci Ing. Civita e Prof. Revessi intorno alla situazione attuale delle industrie elettriche in Italia, e le discussioni che ad esse seguirono nelle sedute del 28 marzo e del 7 aprile; tenuto conto del costo elevato dei nuovi impianti, e delle gravi difficoltà che si incontrano dalle Società di produzione e di distribuzione nel loro finanziamento, onde è in gran parte paralizzato lo sviluppo di questa industria, indispensabile al progresso tecnico del Paese e il prezzo della nuova energia risulta eccessivamente aggravato;

considerato che nella risoluzione del problema, che assume carattere ed interesse generale, si giustifica l'intervento dello Stato, supremo tutore della economia nazionale;

fa voto che:

1) Il Governo voglia mantenere i sussidi e le facilitazioni previste dalle vigenti disposizioni anche a favore dei nuovi impianti idro e termoelettrici e delle linee di trasmissione, adeguandoli nei limiti delle disponibilità finanziarie alle nuove esigenze;

2) Il Governo stesso con nuove provvidenze voglia facilitare il finanziamento dei nuovi impianti, estendendo a tutta l'Italia le disposizioni emanate a favore del Mezzogiorno e delle Isole; concedendo opportune agevolazioni fiscali, a somiglianza di quanto ha fatto per l'industria edilizia; favorendo con opportune norme legislative la creazione e il collocamento delle obbligazioni, e promovendo la costituzione di Enti appositi per l'esercizio del credito elettrico.

Roma, 26 aprile 1923.

La Commissione:

D. Civita; G. Fano; L. Lombardi;
C. Puccioni; G. Revessi.

Prima di porlo ai voti, il Presidente domanda se nessuno dei Colleghi ha da fare proposte o, comunque, osservazioni di qualsiasi natura. Poiché nessuno domanda la parola, l'ordine del giorno viene messo ai voti per alzata di mani, e risulta approvato alla unanimità.

Il Presidente comunica che trasmetterà questo o. d. g., secondo le precedenti intese (7 aprile) alla Presidenza generale, affinché questa, se lo crede opportuno, richiami su di esso l'attenzione delle altre Sezioni.

Si passa allora alla quarta parte dell'ordine del giorno della seduta.

Il Presidente, rilevato che l'indice principale della vitalità della Sezione è il numero e la importanza delle riunioni, ricorda come dall'ottobre ad oggi si siano tenute undici riunioni, talune delle quali hanno suscitato il più vivo interessamento dei Colleghi, nei giorni 30 ottobre (G. Del Valle), 30 novembre (G. L. Fano), 10 dicembre (commemorazione di M. Ascoli; oratori A. Ciampi, U. Del Buono, F. Leri, S. E. l'on. Caradonna); 4 gennaio (Morgan Brooks); 3 marzo (D. Civita); 17 marzo (G. Revessi); 28 marzo e 7 aprile (discussioni sulla « *Situazione attuale dell'industria elettrica in Italia* »); 11 maggio (P. Forcella); 6 giugno (L. Ricci); 14 giugno (L. Lombardi). Altre tre riunioni avranno luogo prossimamente, nelle quali parleranno i Colleghi E. Vismara (sul problema delle bonifiche in relazione all'impiego dell'energia elettrica), G. Revessi (sul calcolo delle linee di trasmissione) e G. Di Pirro (sulle valvole termoioniche). Il 24 corrente avrà luogo, insieme ai Colleghi della Sezione di Napoli, la visita agli impianti del Matese; poco dopo potrà aver luogo, probabilmente, una visita ai nuovi impianti del grande Aerostato di Ciampino.

Nei riguardi del numero dei soci, la Sezione ha dovuto superare una piccola crisi, in quanto le ben note difficili condizioni nelle quali molte industrie si trovano, hanno provocato le dimissioni, che non si sono potuto evitare, di un notevole numero di Enti collettivi in seguito alla loro liquidazione od alla loro trasformazione radicale, e di parte del personale tecnico ad esse in qualche modo legato. Per questa ragione, e per l'altra della definitiva radiazione, che il Consiglio ha ritenuto necessaria, di un certo numero di soci, morosi da tempo, la Sezione ha perduto parecchie decine di soci; ha potuto tuttavia più che compensarle con le nuove ammissioni, si da registrare un sensibile aumento nel numero complessivo dei soci che ascende oggi a 567. Il presidente esprime la fiducia che, superate le difficoltà accennate, questo numero possa in avvenire, crescere ancora più rapidamente. Rileva, comunque, dato che molte Sezioni contano parecchie centinaia di soci, e l'Associazione, in totale, ha superato i 4000 soci, che l'autorità ed il prestigio dell'Associazione non dipendono più, ormai, da considerazioni numeriche, ma essenzialmente dal fatto di comprendere tutti coloro che in Italia si occupano, con qualche autorità, di questioni scientifiche e tecniche riguardanti l'elettrotecnica. A questo proposito, comunica ai Colleghi che da una recente indagine della Presidenza Generale, diretta a conoscere le percentuali, nelle varie Sezioni, di Soci aventi titoli di

(*) Il testo della comunicazione verrà prossimamente pubblicato.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA - SEZIONE DI ROMA

Bilancio Consumitivo 1922

ATTIVO		Con-	Pre-	Differenza	PASSIVO		Con-	Pre-	Differenza
		suntivo	ventivo				suntivo	ventivo	
Quote sociali:					Contributi alla Sede Centrale:				
Soci individuali N. 391 a L. 50	I.	19 550,—			Soci individuali 470 a L. 35	I.	16 450,—		
" collettivi N. 38 a L. 120	"	4 560,—	28 500,—	- 4232,—	" collettivi 47 a L. 70	"	3 290,—		
Quote parziali	"	158,—			per N. 32 soci individuali morosi a L. 17,50	"	735,—	20 790,—	- 70,—
Ricupero quote arretrate:					" N. 7 soci collettivi morosi L. 35	"	245,—		
dai soci	"	1 075,—	1 500,—	+ 100,—	Sede della Sezione e servizi vari	"	4 182,15	4 000,—	+ 182,15
dalla Sede Centrale	"	525,—			Personale	"	1 835,—	2 000,—	- 1.5,—
Proventi diversi	"	6,90	200,—	- 193,10	Amministrazione	"	2 322,60	2 500,—	+ 22,10
Interessi attivi	"	724,33	600,—	+ 124,33	Biblioteca	"	395,45	600,—	- 204,55
					Spese varie ed impreviste	"	477,65		
Entrata effettiva	I.	26 599,23	30 800,—	- 4200,77	Contributo alla Sede Centrale per N. 500	"		500,—	- 402,15
					Norme Impianti elettrici	"	424,50		
Partite di giro:							30 407,35	30 390,—	+ 216,85
a) Rimborso spese sostenute per conto della Sede Centrale (Amministrazione Biblioteca Centrale)	I.	2 620,35			Spesa effettiva	I.			
b) Rimborso spese circolari	"	208,10	2 734,25		Partita di giro:				
Avanzo esercizi precedenti	"				a) Amministrazione della Biblioteca centrale	"	2 620,35		
Differenza passiva esercizio 1922	"	3 808,12			b) Spese per circolari	"	208,10	410,—	
					Differenza attiva 1-22	"		2 734,25	
					Fondo cassa al 31 Dicembre 1922	"			
	I.	33 235,80	33 534,25			I.	33 235,80	33 534,25	

Bilancio Preventivo 1923

ATTIVO		Preven- tivo 1923	Consun- tivo 1922	Differenza	PASSIVO		Preven- tivo 1923	Consun- tivo 1922	Differenza
Quote sociali:					Contributo alla Sede Centrale:				
Soci individuali N. 450 a L. 60	L.	27 000,—			per N. 500 soci individuali L. 35	L.	17 500,—		
" collettivi N. 45 a L. 150	"	6 750,—	24262,—	+9482,—	per N. 55 soci collettivi L. 70	"	3 850,—	20 720,—	+ 630,—
Ricupero quote arretrate	"	5 080,—	1 600,—	+3480,—	Sede della Sezione e servizi vari	"	6 000,—	4 182,15	+1817,85
Interessi attivi	"	600,—	724,33	— 124,33	Personale	"	2 000,—	1 885,—	+ 115,—
Proventi diversi	"	100,—	6,90	+ 93,10	Amministrazione	"	2 500,—	2 322,60	+ 177,40
Differenza passiva dell'esercizio	"		3 808,12	—3808,22	Biblioteca	"	600,—	395,45	+ 204,55
					Diverse ed impreviste	"	900,—	902,15	— 2,15
					Fondo di riserva	"	6 180,—		+6180,—
Preventivo Entrata	L.	39 530,—	30 407,35	+9122 65	Preventivo spesa	L.	39 530,—	30 407,35	+9122 65

PATRIMONIO SOCIALE		31 dicembre		CASSA E FONDO SPECIALE	
		1922	1921		
Libri e periodici (per memoria)	I.	1,—	1,—	Avanzo esercizi precedenti	I. 2 734,25
Mobili e materiali vari (per memoria)	"	1,—	1,—	Differenza passiva 1922	" 3 808,12
Consolidato 5 % - L. 8000 Val. nominat.	"	6 776,—	5 960,—		
Contanti	"		2 734,25		
		6 778,—		Cassa differenza passiva 1923	I. 1 073,87
		3 808,12		Fondo rappresentanza a disposizione del Consiglio	" 6 648,05
Passivo	"				
		2 969,88	8 056,25		
<i>Totale</i>	I.			<i>Totale Cassa</i>	I. 5 574,18

Il cassiere: Ing. M. Oberziner.

studio superiori o medi, è risultato che la Sezione di Roma è quella che ha la più alta percentuale (circa l'80 per cento) di laureati o possedenti titoli equivalenti.

L'anno scorso, in occasione della riunione annuale, ebbe ad elogiare l'opera attivissima e conclusiva del bibliotecario generale dell'Associazione, Comm. A. Candeli. È ben lieto di segnalare ancora una volta alla gratitudine di tutti questo benemerito Collega, il quale ha continuato con successo nella tenace e faticosa opera di recupero dei fascicoli mancanti, (relativi generalmente agli anni di guerra), di completamento delle collezioni e di riordinamento dei libri e dei periodici. Propone che l'Assemblea gli esprima i propri ringraziamenti.

La proposta è accolta da applausi.

Finalmente, il Presidente ricorda che è sempre sospesa la questione della sed. esociale. Pare ormai purtroppo sicuro che in un avvenire prossimo le varie Associazioni che hanno sede negli attuali locali dovranno portarsi altrove, affrontando le grosse spese di trasloco ed un probabile aumento di fitto. Le varie Presidenze, d'accordo stanno cercando da tempo dei locali adatti; anche attualmente pendono trattative che forse condurranno a buon esito.

L'Ing. S. Passeri domanda se non converrebbe alla Sezione di cercare una sede per sè sola, in luogo abbastanza centrale. Il Presidente chiarisce che l'entità attuale del fitto (come risulta dai bilanci) è bensì notevole rispetto la modestia degli introiti annuali; ma sarebbe necessaria una spesa senza confronto maggiore ove la Sezione volesse separarsi dalle altre Associazioni, provvedere da sè ai locali e, quindi, anche al personale di Segreteria e di servizio.

Il Presidente dà infine la parola al Cassiere, Ing. M. Obersiner, il quale illustra brevemente il bilancio consuntivo 1922 ed il preventivo 1923. Nessuno domanda la parola su questi bilanci, i quali sono approvati senza osservazioni.

Si passa all'ultima parte dell'ordine del giorno. Il Presidente ricorda che sono da eleggere tre Consiglieri di Sezione, in sostituzione dei Colleghi Di Cave e L'Abbate, che scadono, e del Sen. Mengarini, dimissionario; e sei Consiglieri delegati alla Sede centrale in sostituzione dei Colleghi Biagini, Civita, Netti, Salvadori, Motti

e Grismayer, che scadono. È sicuro di interpretare il pensiero di tutti inviando un cordiale ringraziamento a questi Colleghi, per quanto hanno fatto a favore della Sezione; ed i presenti applaudono.

La seduta viene momentaneamente sospesa per facilitare accordi intorno alle elezioni.

Riaperta la seduta, il Prof. Revessi propone che venga votata per acclamazione la lista seguente :

Consiglieri di Sezione : *Ing. Civita ; On. Ing. Netti, Ing. Biagini.*
Consiglieri delegati : *Sen. Mengarini, Prof. Lombardi, Prof. Di*
Pirro, Ing. Di Cave, Ing. Peretti, Ing. Passeri.

La lista viene approvata all'unanimità. La seduta è tolta alle ore 11 3/4.

Il Segretario :
M. TOMASSETTI

Il Presidente :
U. BORDONI

* *

Personalia

L'Ing. G. L. Fano, che fu in addietro Direttore dell'Azienda Elettrica Municipale di Roma, e che attualmente era Capo del Servizio « Studi e Lavori » della Soc. Meridionale di Elettricità, è passato col 1° luglio alla Società Anglo-Romana di Roma con l'ufficio di Direttore di tutti i Servizi Elettrici della Società stessa.

Il nostro Giornale gli porge i più vivi salteggiamenti associandosi cordialmente alle parole che al Fano furono rivolte, il 24 giugno, da tanti Colleghi, in occasione della visita compiuta dalle Sezioni di Roma Napoli e Bari alle più recenti fra le Centrali delle quali l'Ing. Fano è stato l'ideatore principale, e cioè alle Centrali del Matese.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

L'elettrificazione dell'agricoltura ed il Congresso di Venezia.

Se si ricordano i fiumi d'inchiostro ed i profluvii di parole che furono versati e detti durante la guerra e subito dopo, per deplorare la nostra dipendenza dall'agricoltura straniera e per propugnare un rapido ritorno del nostro Paese alle condizioni del tempo antico in cui l'Italia era l'*alma parvus frugum*; e se si considera il poco che effettivamente si è fatto finora in tale direzione, potrebbe apparire a tutta prima giustificato un certo senso di scoraggiamento e di sfiducia. In realtà un simile sentimento pessimista può spiegarsi — non giustificarsi — con la innata, grande difficoltà che l'uomo incontra nel valutare i fenomeni il cui sviluppo non è commisurabile alla durata media della vita umana. Una trasformazione così estesa e così profonda come quella necessaria per portare la produzione unitaria dei nostri terreni coltivati e coltivabili al livello raggiunto dai paesi oggi più progrediti, deve richiedere senza dubbio l'opera di parecchie generazioni, e deve per conseguenza apparire sempre troppo lenta alle giustificate impazienze del nostro desiderio. Nè si deve, in più, dimenticare che la guerra e le sue immediate conseguenze, se hanno richiamato sul problema l'attenzione della parte più colta della nazione, hanno probabilmente agito in senso contrario sulla grande moltitudine dei lavoratori e dei piccoli proprietari della terra, i quali hanno visto crescere enormemente i loro guadagni individuali e possono quindi supporre che tutto vada pel meglio, nel migliore dei modi, e che sia perfettamente inutile spendere dei danari per perfezionare i loro ordinari mezzi di lavoro.

Comunque, quello che importa è di vedere se qualche cosa si è intrapreso in questi ultimi tempi per il progresso e per l'industrializzazione della nostra agricoltura; e non ci pare dubbio che la risposta debba essere affermativa. Anche la decisione della Presidenza Generale di porre in prima linea nel programma tecnico del prossimo Congresso le applicazioni dell'energia elettrica all'agricoltura, appare assai significativa. In questi fenomeni economico-sociali, a lento sviluppo, è sempre difficile distinguere cause da effetti, ed uno stesso fatto può essere conseguenza dell'evoluzione in corso e causa a sua volta di nuovi e maggiori sviluppi. Noi ci auguriamo che la trattazione di un tema tanto importante — del quale l'ing. CIVITA traccerà le linee fondamentali, ch'egli già espose con la nota sua competenza a Bologna ed a Torino, nella comunicazione di cui pubblichiamo oggi il testo — possa svolgersi ampia ed organica. Feconda essa sarà senza dubbio, e tutti i numerosi intervenuti al congresso, ritornati ai loro paesi ed ai loro lavori abituali, diventeranno alla loro volta, più o meno consciamente, nuovi centri di propaganda, e contribuiranno più o meno apertamente a quella auspicata trasformazione della nostra agricoltura, che consentirà un giorno all'Italia di poter da sola nutrire tutti i suoi figli.

Il contatore ad induzione.

Il contatore ad induzione, l'apparecchio elettrico di gran lunga più diffuso, ha senza dubbio raggiunto oggi uno stadio di perfezione, almeno nel campo delle sue più comuni applicazioni.

Scomparse tante forme e tanti artifici diversi, dovuti più che altro alla necessità di « girare » i brevetti della concorrenza, oggi i contatori ad induzione delle più disparate provenienze, si presentano fondamentalmente tutti colle stesse disposizioni costruttive. Alla somma senza dubbio enorme di lavori e di studi che hanno condotto a tale risultato, non corrisponde certo, come proporzione, la letteratura tecnica sull'argomento, che è piuttosto limitata e che si riduce, il più delle volte, a trattazioni generali od a più o meno aride esposizioni descrittive. Nè possiamo stupirci di questa situazione, se pensiamo che i costruttori dovevano essere in questo caso più che mai riservati nell'esporre i risultati delle loro ricerche, dato il piccolo

marginale di utile che, per la forte concorrenza, era ad essi consentito sul prezzo di costo del loro prodotto. Dato un simile stato di cose, dobbiamo essere assai grati all'ing. RUBERTI che, nell'odierna pubblicazione, ha voluto esporre molti dei risultati raccolti in un paio d'anni di lavoro dedicato alla realizzazione di un buon contatore nazionale, superando ostacoli e difficoltà che molti altri hanno probabilmente dovuto superare prima di lui, senza avere l'altruismo di spianare la strada ai loro successori.

LA REDAZIONE.

□ □ L'ENERGIA ELETTRICA NELLA RISOLUZIONE DEI PROBLEMI COLTURALI AGRICOLI □ □ □ □ □ □ □

D. CIVITA



:: Conferenza tenuta alle Sezioni di Bologna e Torino ::
:: :: e destinata alla discussione a Venezia :: ::

La guerra ha messo in evidenza anche presso di noi problemi sia politici che economici ai quali prima non si dava la dovuta importanza.

Uno fra questi, e dei principali, è quello agricolo o per meglio dire, dell'alimentazione.

Prima, noi ritiravamo dall'estero quanto ci occorreva, senza preoccuparci del denaro che si esportava, poichè la nostra bilancia era in pareggio per le rimesse degli emigranti, e tutta la nostra economia agraria era impostata su basi che allora sembravano convenienti, perchè si tendeva ad esportare prodotti più ricchi su mercati ricchi, si ritiravano cereali, animali, e semi, cioè prodotti relativamente più poveri, e si faceva largo uso di mano d'opera perchè essa era ad eccezionale buon mercato e di impiego più conveniente delle macchine.

Oggi le cose sono diverse. I nostri naturali mercati ricchi sono scomparsi, la nostra moneta è svalutata rispetto a quella dei paesi fornitori di grano mentre altri nostri abituali fornitori, come la Russia, non sono più in condizioni di servirci. La mano d'opera è notevolmente rincarata, e dà un minor rendimento di lavoro. Il triste periodo bellico ci ha fatto sentire amaramente la nostra imprevidenza passata. Non si vede all'orizzonte la possibilità di un rapido mutamento, ma tutto anzi induce a credere che piuttosto lungo sarà il periodo del disagio economico.

Perciò non deve sorprendere come da qualche tempo si noti in Italia un potente risveglio di quella che potrebbe chiamare la coscienza agricola. È finalmente entrata nella convinzione generale la persuasione che dalla nostra terra non ricaviamo tutto quello che potremmo e che devesi fare uno sforzo per meglio valorizzare le nostre risorse. L'alto prezzo raggiunto dai diversi prodotti del suolo, con un parametro notevolmente superiore a quello della svalutazione della moneta e la necessità di dovere acquistare all'estero quantità ingenti di grano per sopperire alla nostra alimentazione con esodo d'oro che influisce sensibilmente sulla bilancia commerciale e sulla altezza del cambio, sono stati l'incentivo principale per la ricerca di mezzi intesi ad attenuare la nostra inferiorità economica rispetto ad altre nazioni da cui dipendiamo per l'alimentazione.

Esaminando le statistiche prebelliche e quelle al 31 dicembre 1922, possiamo ricavare alcuni dati interessanti che abbiamo riprodotti nelle tabelle riportate a pag. 478.

Salta all'occhio prima di tutto l'aumento notevole della importazione dei bovini, e quella del frumento e del granoturco rispetto al

Movimento dei prodotti principali dell'economia agricola e per l'agricoltura

(dal 1° gennaio al 31 dicembre 1922 in lire italiane) (1).

	Quantità	Importazioni Lire	Esportazioni Lire
Animali vivi:			
Cavalli, asini, muli . . . N.	26 256	55 479 855	
	10 772	conto riparazioni	
Bovini	96 328	154 275 955	
	22 290	conto riparazioni	
Ovini, porcini	12 439	1 101 603	
	13 182	conto riparazioni	
Pollame Qli	17 992	13 052 524	
	Totale	223 909 937	48 000 000
Animali morti e carni congelate e refrigerate . . .	248 953	138 607 469	75 998 644
Carni cotte e salate . . .	12 957	10 382 391	44 089 822
Uova	17 242	11 225 367	98 010 849
Latte e prodotti del caseificio e burrificio . . .	—	102 881 028	218 718 364
Pesca e prodotti della pesca	—	422 675 485	19 193 649
Zucchero	350 204	84 611 629	—
Riso	—	—	176 000 000
Frumento	26813 013	3 057 059 358	
Segala, orzo	345 730	70 467 318	
Avena	1155 680	108 758 875	
Granoturco	5044 480	452 232 371	
Granaglie diverse	56 360	7 970 832	
Legumi secchi	275 180	36 527 904	38 820 089
Ortaggi e frutta	—	40 445 538	962 223 451
Patate	—	—	92 514 587
Tabacchi in foglia	233 773	265 458 535	—
Vini e liquori	—	12 000 000	200 000 000
Semi e frutti oleosi e loro residui	—	322 783 578	68 394 888
Oli vegetali (ulivo e altri)	275 462	142 465 320	91 000 000
Sego animale	161 565	53 082 298	—
Grassi animali	143 314	47 527 199	11 000 000
Lana e cascami	457 412	539 387 824	42 614 092
Cr no, pelo e setole	15 264	74 102 061	8 000 000
Bozzoli, seta e cascami	—	428 475 411	1 924 807 277
Legno comune	7705 490	301 707 128	13 000 000
Legna da fuoco	937 050	14 258 775	2 019 877
Carbone di legna	448 420	16 456 050	2 942 887
Pelli greggie e conciate (esclusi i lavori in pelle)	—	480 000 000	230 000

Riassunto

	Importazioni Milioni	Esportazioni Milioni
Animali e articoli di natura animale.	1 681	549
Prodotti agricoli p. detti e prodotti di natura vegetale.	3 933	2 246
Prodotti del mare (alimentari).	423	19
Bozzoli e seta	428	1 925
TOTALE	6 465	2 739

Deficit agricoltura 3726 milioni.

	IMPORTAZIONE, IN QUINTALI			
	1881	1901	1913	1922
Zucchero	761 247	371 895	26 637	350 204
Lana e cascami	95 357	144 485	286 391	457 412
Legnami	—	6 330 550	13 678 750	7 705 490
Pelli crude o secche	134 746	200 498	245 264	320 000
Conciate ecc.	18 364	18 343	34 809	24 000
Frumento	1 540 044	10 462 910	18 107 330	26 813 020
Granoturco	1 098 470	2 536 390	3 517 400	5 044 480
Bovini N.	39 887	13 931	11 861	119 000

1913. Le cifre dell'anno scorso sono impressionanti perchè ci dicono che noi importiamo per 1.681 milioni di animali e loro prodotti, mentre esportiamo per soli 549 milioni, ed il nostro deficit ascende a L. 1.132 milioni. Nei prodotti vegetali oramai importiamo per oltre 3.500 milioni di cereali mentre le nostre esportazioni principali si riducono al riso (176 milioni), agli ortaggi (962 milioni) ed al vino e liquori (200 milioni).

Con tutto ciò, la bilancia agricolo-vegetale rivela un deficit di 1.687 milioni. L'unica esportazione di grande importanza è quella relativa alla seta, che salda con un avanzo di 1.497 milioni.

(1) Non si riportano le cifre di poco conto.

In complesso, noi oggi esportiamo per 3.726 milioni di lire per acquistare i principali prodotti che dovrebbero essere forniti dalle nostre terre e che servono alla nostra alimentazione.

Nel 1913 la importazione dei viveri si aggirava sui 478 milioni. Oggi oscilla sui 5.500 milioni.

Se consideriamo che lo sbilancio commerciale italiano attuale, tenuto conto delle rimesse degli emigranti e del denaro lasciatoci in casa dai forestieri si aggira su 4 miliardi, vediamo che esso potrebbe essere ridotto a zero e si potrebbe convertire in civanzo sol che potessimo mettere la nostra agricoltura in condizioni di darci gli equivalenti prodotti.

Nel 1872, dopo la riunione di Roma al resto d'Italia, la popolazione presente di fatto nel Regno era di 26.801.000 abitanti, con 93,5 abitanti per kmq. Essa è cresciuta in media del 0,6 a 0,7 % all'anno. Nel 1911 era di 34.670.000 abitanti con una media di 121 abitanti per Kmq. Nel 1921, dalle cifre provvisorie del censimento, risulterebbe di 37.276.000 sempre entro i vecchi confini, (escluse cioè le nuove provincie entrate a far parte del Regno alla fine del 1918), ciò che porterebbe la popolazione specifica a 131 abitanti per Kmq. In 50 anni quindi, si ha un maggior numero di persone da alimentare, da vestire ed a cui provvedere in genere di 11 milioni cioè di circa 38 in più per Kmq. con un aumento superiore al 40 per cento.

Viceversa, la superficie coltivata e destinata alla produzione alimentare non si è di molto accresciuta, pur calcolando qualche centinaio di migliaia di Ettari di terreni risanati dalle bonifiche.

Le statistiche degli ultimi 12 anni anzi avvertono che si è avuto piuttosto una diminuzione nelle superficie coltivate a frumento, a segala, ad orzo, a granoturco, a legumi, mentre si ha un aumento in quelle coltivate a barbabietole da zucchero, a canapa ed a colture più redditizie.

Oltre all'aumento delle persone, vi è poi anche da considerare l'aumento che si è verificato nel consumo individuale specialmente di frumento e di carne in dipendenza del progresso civile realizzato in questo secolo. Nel 1900 si consumavano 136 quintali di frumento per abitante; nel 1906 si è giunti a 173; nel 1912 si era a 165; oggi si calcola su 190 circa. Mentre la produzione oscilla fra i 58 ed i 38 milioni di quintali a seconda delle vicende atmosferiche, il consumo raggiunge i 70 milioni di quintali, d'onde la necessità di una importazione di 12 a 32 milioni di quintali annui con una media superiore ai 23. Nel 1922 la importazione è stata superiore alla media.

Il problema oggi assillante e di cui tutti si preoccupano è di sapere se si può tecnicamente riuscire a produrre in casa tutto il frumento che ci abbisogna, e se economicamente conviene spingere le terre a tale produzione e se si può allevare maggior quantità di bestiame.

Considerato con i vecchi punti di vista tale problema è forse insolubile, poichè le terre attualmente coltivabili con i sistemi in uso e per le tradizionali abitudini dei nostri agricoltori, difficilmente potranno fornire in media dal 40 al 70 % di grano in più da un anno all'altro, sia pure adoperando tutte le concimazioni ed i sistemi colturali più moderni e sia pure aumentando l'istruzione agraria, rimedi questi che vengono incessantemente proposti come gli unici adottabili.

Nè l'applicazione di un forte dazio di protezione sul grano quale spinta ad aumentarne la produzione potrebbe essere conveniente per l'economia generale, poichè a compensare l'abbandono di colture più redditizie per quelle granarie, dovrebbe di tanto elevarsi il prezzo del frumento che ne deriverebbero profondi turbamenti sociali. D'altra parte se anche si adibissero a frumento quei terreni che oggi producono legumi, tuberi, ortaggi, si aumenterebbe di appena il 20 % la superficie in media dedicata alla cerealicoltura, che oscilla fra 6,5 e 7,5 milioni di Ettari, e non si risolverebbe neanche il problema tecnico.

In Italia si può affermare come tutta la terra, che nelle condizioni in cui trovasi attualmente è suscettibile di coltivazioni, è coltivata, ed i nostri contadini non badano a sacrifici personali pur di cavarne il più possibile. Ma vi è molta terra che oggi non è suscettibile di essere abitata o meglio sfruttata, e nella quale conviene effettuare tutte un'opera di preparazione e di trasformazione per spianare agli agricoltori il modo di metterla in valore. Basta considerare che vi sono 1.839.411 Ettari di zone paludose e malariche, di cui solo una parte non grande è stata bonificata idraulicamente (372111 Ea) e quasi tutta nel Nord, sono in corso di bonificazioni 454.000 Ettari e da iniziare ancora il resto; e che vi è da effettuare la bonifica agraria ancora su oltre 1,3 milioni di Ettari. Basta ricordare come su 13 milioni di Ettari dedicati a colture erbacee, solo l'11 % è irrigato!

Non vi è quindi contraddizione fra coloro che asseriscono che è inutile pensare a cavar di più dalla terra, e quelli che sostengono il contrario.

Gli uni e gli altri possono mettersi d'accordo sol che si pensi al modo come far rientrare nei quadri ciò che finora è considerato fuori quadro.

A fronteggiare quindi il fabbisogno sempre crescente derivante dal nostro meraviglioso sviluppo demografico e ad assicurarci in casa la nostra alimentazione quotidiana senza dover cavare il cappello all'estero per averla, occorre guardare il problema con visuali nuove.

In un suo pregevolissimo studio pubblicato a fine del 1920 l'Ingegnere Giuseppe Zattini, dell'Ufficio di Statistica agraria del Ministero di Agricoltura, ha dimostrato come di fronte ad una produzione media di 46.896.000 quintali di frumento, ottenutasi nel dodicennio 1909-1920, si potrebbero ottenere 69.811.000 quintali se contemporaneamente si seminasse in ciascuna provincia il massimo di superficie coltivata nel dodicennio, e si ottenessero per tutti i terreni i massimi rendimenti per ettaro che per ogni regione, ciascuna separatamente considerata, si sono ottenuti nel periodo del dodicennio.

Le forti discrepanze fra questa cifra raggiungibile, che sarebbe per ora a noi sufficiente, e quella che si raggiunge, sono dovute a molteplici cause meteorologiche, e per buona parte dell'Italia meridionale, alla deficienza di acqua nel periodo in cui questa necessita.

Gli studi geniali e profondi del Prof. Azzi, dell'Istituto Internazionale di Agricoltura di cui hanno fatto tesoro tutte le nazioni del mondo, dimostrano lampantemente come le vicissitudini delle produzioni granarie non dipendano dalla quantità maggiore o minore di acque piovute nell'anno in ciascuna regione, ma dalla coincidenza delle piogge in quel determinato periodo nel quale la pianta più ne ha bisogno.

Non è possibile qui riassumere il profondo studio dell'Azzi, ma è bene esaminare qualche conclusione.

Egli compulsando decine di migliaia di osservazioni, avverte che per quanto riguarda l'influsso delle precipitazioni atmosferiche, debbono distinguere nella vita della pianta alcuni periodi critici relativamente brevi e cioè il periodo della semina, quello dell'accrescimento, quello della ripresa dell'accrescimento in primavera e quello intercorrente dalla spigatura alla maturazione, nei quali periodi le precipitazioni atmosferiche hanno sul prodotto un'influenza ben più grave che non durante il tempo rimanente. Così il periodo più importante per lo sviluppo del grano cade nelle due decadi avanti alla spigatura. Se in questo periodo la somma totale delle precipitazioni risulta inferiore al minimo richiesto dallo sviluppo della pianta (che è di 800 mc per ettaro appena) il raccolto sarà scarso anche se per tutto il resto del periodo vegetativo si ebbero piogge abbondanti, e viceversa sarà buono se in queste due decadi cadrà una pioggia sufficiente anche se per il resto del periodo vegetativo si avrà a lamentare siccità. Con analisi geniale il dott. Azzi è riuscito a discriminare l'influenza dei vari fenomeni meteorologici in rapporto al prodotto ossia la temperatura, l'abbondanza di piogge, le nebbie, ecc., e per quanto si riferisce al fenomeno della pioggia ha fissato sul territorio italiano tre zone differenti nelle quali le perdite del prodotto dovute alla siccità, si differenziano fra loro. In una prima zona limitata alla Valle Padana del Piemonte e della

Lombardia e ad una striscia che comprende il crinale dell'aito Appennino fino al Gran Sasso d'Italia, le perdite in un decennio dovute alla siccità non raggiungono i cinque quintali per ettaro in rapporto al prodotto massimo. In una seconda zona che comprende la Liguria, il Veneto, la Romagna, le due zone costiere Adriatica fino al Gargano e Tirrena fino al Golfo di Paola ed inoltre la piana di Palermo, le dette perdite si aggirano fra cinque e venti quintali per ettaro, ed infine nella zona rimanente che abbraccia la Sicilia meno la piana di Palermo, la Sardegna, il Tavoliere di Puglia e le due Penisole Calabra e Salentina la detta perdita supera i venti quintali ed anzi si mantiene sui 43 quintali nelle Puglie dove cinque annate su dieci sono cattive per siccità primaverile.

In altri termini, nelle terre meridionali il danno prodotto dalla siccità è nettamente superiore a quello dovuto ad eccesso di pioggia — in quelle Settentrionali e Litoranee centrali avviene il viceversa — mentre in quelle delle alte montagne alpine ed appenniniche le deficienze sono dovute esclusivamente alle impetuosità di venti ed alle avversità invernali.

La produzione della zona siccitosa potrebbe ascendere a 26 milioni di quintali massimi, cioè a circa un terzo della massima totale ottenibile, ma la media non raggiunge i 13 milioni di quintali. Vi è quindi una perdita media di circa 13 milioni di quintali che giunge in qualche anno a 20 milioni di quintali in gran parte attribuite alla mancanza di acqua nel periodo opportuno.

Altre cause di deficienti raccolti sono da ascrivere ad eccessiva umidità del terreno nei periodi invernali, per cattiva regimazione delle acque cioè a cause che è anche in nostro potere modificare.

A prescindere dagli altri generi di avversità, quali i freddi e caldi intempestivi, le gelate, i venti, ecc., contro i quali nulla si può fare altro che seminando specie di piante più particolarmente resistenti, la sola influenza del regime idrico sulla quale si può agire, porterebbe già a ridurre notevolmente il deficit granario nelle terre oggi coltivate a cereali.

Ma vi è poi tutta una serie di miglioramenti da introdurre in queste per aumentare la produzione specifica, fra i quali principalissima la pratica dell'aratura meccanica che da sola aumenta del 30% il prodotto, a prescindere dall'economia perchè consente di rivoltare zolle più alte di quelle rompibili con gli aratri a trazione animale e quella della correzione di terreni e delle concimazioni, e la miglior scelta delle semine, campo questo nel quale l'Azzi dimostra che vi è ancor molto da fare.

Ma più di tutto vi è da considerare la redenzione di circa due milioni di ettari di terre oggi o troppo aride o troppo umide, malariche, paludose, poco o nulla coltivate che convenientemente redente e bonificate idraulicamente e agrariamente, adibite principalmente a colture foraggiere con avvicendamento, potrebbero completare il nostro fabbisogno.

La tabella II riassume la posizione. Notiamo differenze notevoli fra le medie produzioni granarie delle varie regioni italiane (9 a 15 q.li per ettaro nel Nord, 6 a 8 nel Sud) nel rapporto fra le minime e le massime produzioni (0,66 circa nel Nord, 0,5 a 0,3 nel Sud) e notiamo che nel Sud vi sono 1.708.000 ettari normalmente in riposo mentre al Nord non esiste la pratica di tale riposo che si

Superficie in migliaia di ettari nel dodicennio.

	Frumento	Altri cereali legumi - orti piante Industr.	Prati artificiali	Riposi nel seminativi	Pascoli e prati permanenti		Produzione grano (quintali per Ettaro)		
					Collina	Pianura	Massima	Minima	Media
Piemonte	321	371	198	—	140	102	14.6	10.0	12.2
Liguria	25	49	4	—	5	—	11.5	7.5	8.8
Lombardia	283	418	355	—	34	88	18.4	11.8	15.0
Veneto	299	502	248	—	110	143	18.3	12.0	14.5
Emilia	485	355	432	—	40	77	20.0	11.0	14.7
Toscana	378	250	261	48	113	62	11.3	7.5	9.4
Marche	280	141	199	—	28	—	12.4	5.8	9.6
Umbria	207	93	85	—	75	—	10.4	5.6	8.4
Lazio	185	180	25	165	150	60	11.1	7.0	8.4
Abruzzo	348	346	157	—	11	—	11.5	6.2	8.1
Campania	315	395	71	65	76	72	10.5	5.9	7.7
Puglie	361	317	5	348	238	102	13.3	4.5	8.2
Basilicata	146	131	3	150	45	25	13.1	6.3	8.1
Calabria	175	163	26	145	246	—	9.6	5.2	6.4
Sicilia	646	500	35	372	150	47	11.1	6.0	8.3
Sardegna	199	124	2	415	920	160	11.6	4.0	8.3
	4653			(1708)	(1836)	(465)			

NOTA. — La produzione della zona siccitosa potrebbe ascendere al massimo di 26.000.000 di Qli. La media è di poco più di 13. Quindi essa raddoppierebbe qualora le avversità non vi fossero e principale per esse è l'acqua deficiente al momento opportuno.

I 1.708.000 Ea di riposo qualora fossero coltivati con opportuna concimazione potrebbero dare almeno altri 12 milioni di quintali in collina e pianura.

I pascoli e prati permanenti qualora fossero irrigati ed arati potrebbero dare nell'Italia Meridionale altri 2.300.000 Ea alle colture avvicendate con una produzione di 15 a 16 milioni di quintali di frumento.

(Le cifre fra parentesi si riferiscono all'Italia Meridionale ed Insulare.)

rende necessario per il sistema di coltivazione e lavorazione ancora preadamiticamente seguito in quelle regioni; e vi sono 2.300.000 ettari destinati a pascolo e prato permanente in colline e pianura, contro 1.017.000 ettari nel Nord (fino a tutta l'Umbria). Ora, è su questa superficie che bisogna fare assegnamento, e bisogna anche riuscire ad ottenere produzioni specifiche maggiori dalle terre del Sud, le quali sono principalmente contrastate dalla mancanza di acqua che rende anche impossibile la vita nelle campagne agli uomini ed alle bestie e che rende conseguentemente difficilissima la lavorazione razionale dei terreni e lo svolgimento delle pratiche di una agricoltura progredita.

*

Dicono i competenti di cose agricole che non sempre il miglioramento della tecnica colturale si rende possibile, perchè non sempre l'agricoltore si trova nelle condizioni adatte alle innovazioni, e pur conoscendole ed apprezzandole esattamente, le può attuare.

E giudicando sempre alla stregua delle tradizionali concezioni, gli stessi competenti additano fra le principali difficoltà quella della impossibilità di impiego di maggior quantità di forza animale e di uno speciale assieme di attrezzi rurali, che difficilmente si conciliano con la lontananza abituale dell'agricoltore dai terreni che coltiva che è propria della massima parte delle regioni a coltura estensiva che sono poi quelle che in genere danno le più scarse produzioni specifiche.

Avvertono inoltre che uguali difficoltà oppongono le deficienti e scarse viabilità che vi sogliono prevalere e più di tutto la malaria dominante nella campagna che ne allontana l'uomo. Anche poi non esistesse tale ostacolo, è pur frequente quello della imperfetta, per non dire assente, sistemazione dei terreni in colle ed in piano, della insufficienza molto comune dei fabbricati colonici, ed in talune regioni del Sud, anche la poca sicurezza delle campagne e l'abigeato abituale e gli attentati contro le persone.

Ora, tutte queste difficoltà sono di natura umana e possono essere sormontate solo, come dicevamo, che si guardi il problema sotto altri punti di vista. I competenti, i proprietari locali e gli agricoltori delle regioni dove più difetta la produzione si aggirano, senza accorgersene, in un circolo vizioso, del quale non sanno uscire giacchè non pensano che per uscirne occorre spezzarlo.

Il problema dell'intensificazione della produzione agraria non deve considerarsi insolubile nel nostro Paese ma deve essere coraggiosamente affrontato con l'introduzione di un altro elemento essenziale finora trascurato, che possa variare il ciclo classico che si apre e si chiude col bestiame e che vi introduca, quando possibile, a volontà anche il fattore *acqua* e questo altro elemento è l'*energia meccanica*.

Ma fra tutte le forme di energia meccanica, quella di più facile, comodo ed economico impiego e che soltanto può essere adoperata nei casi di profonde trasformazioni culturali, è senza dubbio la elettrica.

I motori che potrebbero talvolta utilizzarsi, invece di quelli elettrici, sarebbero quelli a scoppio, cioè ad olii minerali leggeri o ad essenza o quelli a vapore. Ma a parte le maggiori complicazioni, la necessità di una assistenza continua di personale tecnico capace, le frequenti verifiche e riparazioni, la difficoltà di tenerli lungamente in marcia, vi è la questione del costo che ne rende l'uso proibitivo. Fra combustibili, lubrificanti, accessori, ecc., il cavallo-ora per sole spese di esercizio non può costare, ai prezzi di oggi, meno di 60 a 70 centesimi e tutto compreso, non meno di una lira.

Il fatto è che perfino in America, paese ricco di petroli e benzina, si dà la preferenza all'energia elettrica, anche perchè essa serve ad illuminare ed a svariare altre applicazioni utili all'economia agraria e perchè consente di adoperare motori di dimensioni diversissime, da frazioni di cavallo a molte decine di cavalli, di poco peso, di poco ingombro, facilmente trasportabili ed installabili ed affidabili a chiunque.

All'agricoltura virgiliana finora praticata in gran parte del nostro Paese, deve quindi sostituirsi l'agricoltura industrializzata, o per meglio dire, l'agricoltura deve essere la prima delle nostre industrie, e deve essere svolta con criteri strettamente industriali e col massimo possibile ausilio delle macchine, mosse da energia elettrica la cui diffusione nelle campagne deve d'ora in poi costituire un problema oltre che di natura economica e tecnica, di carattere squisitamente sociale, potendosi mercè esse e soltanto con esse creare in moltissime terre quelle condizioni ambientali di vita che oggi mancano e che perciò rendono impossibili le trasformazioni culturali, con che si risolverebbe il secolare problema del latifondo ed anche quello dell'emigrazione.

Noi abbiamo delle provincie nelle quali la densità della popolazione è bassissima rispetto alla media, e che non possono accogliere gente di altre regioni perchè in esse si muore, mentre oggi la gente deve andare in America a fecondare le terre degli altri ed arricchirli!

Noi ci preoccupiamo di colonizzare il Benadir, la Somalia, l'Eri-

trea, la Cirenaica, la Libia, mentre abbiamo ancora da colonizzare sul serio le terre del nostro bel Paese.

Noi abbiamo creduto possibile risolvere il problema dei latifondi con leggi, senza pensare che solo le trasformazioni culturali e la macchina e la regimazione delle acque potranno consentire l'appoderamento. I tecnici riusciranno dove il legislatore ha sempre mancato. Ed è questo il compito che ci attende.

Il problema dell'elettrificazione agricola non è per altro un problema soltanto italiano. Anzi, esso è mondiale e noi Italiani, che pur potevamo annoverarci fra i pionieri, siamo rimasti assai più indietro degli altri.

Chiunque segua la stampa tecnica estera del dopo guerra in qua, potrà rilevare come esso costituisca il più importante argomento di attualità, e gli articoli di vari giornali nord-americani, tedeschi, inglesi, francesi, danesi, svizzeri, ecc., sembrano scritti su la stessa falsariga tanto sono concordi tutti nel giudicare l'importanza dell'elettrificazione agricola, nell'avvisare ai mezzi economici, finanziari e tecnici per la diffusione delle linee elettriche rurali e per rendere tollerabile il costo dell'energia agli agricoltori.

Vi è a tutto nostro disdoro una sola differenza: che all'estero sono gli agricoltori che guardano all'industria elettrica per aver quegli aiuti che l'elettricità ha dato già all'industria generale, mentre da noi gli agricoltori si mantengono assenti. Nessuno al giorno d'oggi conosce con precisione la forma acconcia con cui questo aiuto può essere dato, ma ognuno che segue con attenzione il movimento e l'orientazione di cui si parla, sa che se l'ausilio invocato sarà per essere accordato appieno, esso significherà rivoluzione vera e propria nei metodi di produzione agricola.

Gli ingegneri agricoli americani sono convinti che uno sviluppo adeguato dell'uso dell'energia elettrica nelle aziende di campagna costituirà il passo più grande che l'agricoltura abbia mai fatto, in quantochè esso farà risolvere il grave problema dell'energia occorrente per i lavori agricoli, fattore essenziale per una produzione più economica. Questi tecnici affermano che con l'aumento costante del prezzo della mano d'opera e con il sempre crescente costo della vita, il problema dell'agricoltore come quello dell'industriale consiste nell'accrescere la potenzialità produttiva del lavoratore, togliendo ad esso quei compiti gravosi che possono essere assolti meccanicamente, e destinando il lavoro umano soltanto alla guida ed utilizzazione delle macchine.

È dunque la vecchia questione industriale del risparmio del lavoro mediante la macchina che si ripresenta sotto una forma nuova, e l'industria elettrica è sollecitata a risolvere il problema in quanto che fu essa che a suo tempo risolse lo stesso problema per le altre industrie.

In Francia, una vivissima campagna viene condotta per la più intensa diffusione dell'elettricità nei campi, che ha provocato l'intervento legislativo, come vedremo in seguito, perchè con l'elettricità si spera di attenuare la grave deficienza della mano d'opera rurale.

Da noi in Italia, come dicevamo, non solo gli agricoltori non fanno alcuna premura (salvo eccezioni) presso le Società Elettriche, ma sembrano se non ostili, per lo meno assai scettici. Il preconetto ed il misoneismo imperano sovrani. Basta leggere la prolissa prosa di coloro che vanno per la maggiore per sentirsi demoralizzati. Si rivela la difesa la più strenua di un conservatorismo illogico; si diserta sulle impossibilità, si esalta quanto si è fatto dai nostri nonni dichiarando essere un sogno pretendere di fare di più e di meglio e si nega la convenienza di aumentare la cerealicoltura.

Contro l'aratura meccanica vi sono forti prevenzioni, contro l'abolizione del pascolo brado si è addirittura feroci.

Se si toglie un piccolo e coraggioso nucleo di elettrotecnici che propugna l'elettrificazione agricola perchè si intravede la risurrezione del Paese, e non certo perchè ritiene di proporre buoni affari alle Società distributrici, e si eccettua anche qualche Società elettrica che per puro spirito innovatore ha compiuto degli esperimenti rimettendo piuttosto che guadagnando denaro, tutto il resto è negativo.

Ed è perciò che conviene intensificare la propaganda e far conoscere al Paese i vantaggi dell'elettrificazione agricola; è perciò che l'A. E. I. deve chiamare a raccolta tutte le Associazioni tecniche per formulare i programmi da svolgere.

Se per l'estero il problema è di pura convenienza economica privata, per l'Italia assume un aspetto più generale e più importante.

*

A giustificazione dello scarso interesse finora dimostrato dagli agricoltori per il problema, possono farsi alcune considerazioni.

L'introduzione dei mezzi meccanici nelle Aziende agricole non costituiva, almeno prima della guerra, una vera necessità, ma era anzi da molti considerata come un lusso.

L'Italia ha avuto sempre abbondanza di mano d'opera a buon

mercato, e ciò ha costituito per l'industria e l'agricoltura la ragione principale di un ritardo nel progresso e nella ricerca dei perfezionamenti nella lavorazione, ai quali altri paesi, assillati dalla deficienza di gente e dal caro costo dei lavoratori, hanno rivolto tutta la loro attenzione.

A più forte ragione, all'applicazione dell'elettricità per l'azionamento dei motori non si pensava, poichè non corrispondeva al soddisfacimento di impellenti bisogni. Infine, considerazioni economiche sconsigliavano le imprese elettriche dall'intensificare la loro propaganda per la diffusione delle linee elettriche nelle campagne, il cui alto costo rispetto alle basse utilizzazioni, avrebbe obbligato ad alti prezzi per l'energia quando le linee stesse avessero dovuto servire pochi utenti in una stessa regione e per limitate applicazioni. Nè sul concorso di molti utenti poteva farsi assegnamento per le ragioni dette prima.

A ciò si deve aggiungere che fino ad ora si sono considerate (salvo casi rarissimi) le applicazioni agricole dell'elettricità, isolatamente; mentre che le diverse operazioni agricole dipendono strettamente le une dalle altre e costituiscono un ciclo chiuso. Quando esse sono fatte da uomini o da animali, gli stessi agenti compiono successivamente le diverse fasi del ciclo e sono utilizzati al massimo poichè esiste l'omogeneità. Invece quando si è cercato di impiegare il motore elettrico in luogo di altri motori, non si sono considerate che costituzioni isolate, onde per le altre operazioni non elettrificate, si sono dovute conservare gli stessi agenti nello stesso numero o con qualche lieve diminuzione.

In qualche caso la sostituzione ai motori attuali per una determinata operazione (aratura e trebbiatura) è risultata vantaggiosa; ma in generale una duplicazione di mezzi incompletamente sfruttati con conseguente duplicazione di spese, non ha certo incoraggiata una maggior diffusione dell'elettricità nelle campagne.

Il problema che per certi aspetti riveste carattere sociale, in via normale deve considerarsi come prevalentemente economico, e potrà convenientemente risolversi soltanto quando si consideri la completa elettrificazione delle zone o delle aziende, perchè solo in tal modo, adottandosi criteri strettamente industriali alla organizzazione agricola, risentiranno vantaggi i proprietari, mentre le imprese elettriche, sapendo di poter convenientemente sfruttare i propri impianti e le proprie linee avranno una spinta a diffonderle, ad interessarsi di questo nuovo campo di applicazione, e potranno (specialmente nei primi tempi) studiare combinazioni finanziarie ed in esse intervenire in modo da agevolare gli utenti agricoli senza loro richiedere od imporre esborsi immediati di capitali per gli impianti.

In altri termini, mentre il motore termico può sostituire quello animale per alcune lavorazioni lasciando inalterata quasi completamente l'organizzazione preesistente per tutto il resto delle operazioni agricole intese a chiudere il ciclo, il motore elettrico, richiedendo una alimentazione fatta a distanza, e quindi un insieme di linee e cabine di trasformazione implicanti una spesa di impianto proporzionale non solo alla energia richiesta quanto alla distanza dai centri di alimentazione, non può riuscire conveniente che quando una stessa linea alimenti il massimo numero possibile di motori lungo il suo percorso, e complessivamente si raggiunga un tal coefficiente di utilizzazione che renda minimo il costo di trasporto dell'energia. E la stessa più intensa utilizzazione deve estendersi a tutte le macchine operatrici per rendere meno sensibile l'influenza delle spese generali conseguenti ad ogni industrializzazione.

Tale è il problema fondamentale economico delle distribuzioni di energia elettrica, specialmente se volto alle campagne, che apparentemente sembra essere antagonistico con l'attuale modo di intendere l'economia agraria, ma che invece, sotto la pressione degli eventi, condurrà alla trasformazione di detta economia, e consentirà di risolvere il problema dell'agricoltura in Italia, come è da tutti desiderato.

Per bene intenderci, noi dovremo distinguere l'elettrificazione agricola italiana in due grandi categorie. La prima, da appropriarsi ai miglioramenti tecnici ed economici delle Aziende già bene sviluppate, come sono in generale quelle del Nord, e con le migliori lavorazioni di terreno e di prodotti, e specialmente con la pompatura delle acque e con la regimazione delle stesse potrà consentire una maggiore e più economica produzione; la seconda dovrà proporsi la vera e propria creazione della terra coltivabile e dell'azienda agricola industrializzata, funzione che si dovrà esercitare prevalentemente nel mezzogiorno e nelle Isole dove abbondano le terre di scarso reddito. Come dicevamo prima, occorre spianare in tali zone la via all'agricoltore.

*

Cominciamo dal considerare il caso di quelle regioni dove più delle altre l'elettrificazione potrà compiere dei miracoli, e cioè nelle Puglie, in molta parte della Sicilia, della Sardegna e in parte anche

nella Calabria e nella Basilicata, senza contare alcune contrade del centro d'Italia.

In esse è notevole la quantità di terreno non coltivato ma adibito a pascolo brado per la deficienza o assenza di piogge nel periodo primaverile e estivo, pure essendo la quantità di acqua che cade annualmente tutt'altro che indifferente e non di molto inferiore a quella di regioni del Nord considerate umide.

Ma la natura geologica dei terreni è tale che gran parte delle acque anzichè scorrere alla superficie si disperde nel sottosuolo per formare dei corsi subacquei e per alimentare un falda freatica tabulare tutt'altro che indifferente e che trovasi in media a pochi metri sotto il livello del terreno.

In un bacino impermeabile, l'acqua di pioggia non penetra oltre lo strato di disgregazione superficiale. Reso saturo questo, e la saturazione è tanto più rapida quanto più piccolo è lo spessore, essa scorre alla superficie e raccogliendosi in rivi o torrenti, forma piene rapide, spesso copiose, cui fanno invece riscontro magre prolungate ed intense nei periodi di siccità.

I bacini permeabili presentano caratteri opposti. L'acqua non imbeve solo la superficie, offrendo poi ai raggi solari una rapida evaporazione, ma penetra lentamente attraverso le frequenti fessure, si raccoglie nei meandri e riappare per copiose sorgenti.

Le rocce permeabili funzionano quindi da accumulatori di acque.

Nelle regioni calde, fortemente soleggiate, la cattiva regimazione delle acque è altrettanto fortemente nociva perchè nelle pianure da luglio ad ottobre manca ogni vegetazione e la vita si sospende. La utilizzazione agraria è ridotta al pascolo invernale e primaverile con un reddito totale di 8 a 10 quintali di erba per ettaro. Al sopraggiungere dell'estate, l'erba brucia e il pascolo si distrugge.

La siccità poi è causa forse precipua della malaria che non dipende tanto dall'abbondanza di acque stagnanti quanto dalla cattiva loro regimazione, e che non si vince che con le colture intensive, le quali a loro volta non possono sussistere senza l'ausilio dell'acqua irrigua.

Dove questa non può prendersi superficialmente deve trarsi dalle falde accumulatori sotterranee.

Le differenze fra la portata apparente e la quantità di acque piovute nelle regioni del Sud sono forti e danno la misura della capacità di quel grandioso serbatoio sotterraneo che finora è stato assai poco e mal sfruttato, e che esondando generalmente presso il litorale marino, contribuisce a rendere paludosi i terreni di bassa quota.

Il problema delle acque freatiche è uno di quelli meno studiati e che più invece occorrerebbe studiare perchè su di esse si dovrà fare assegnamento per risolvere, mercè le elettro-pompe, il problema dell'adacquamento, al momento opportuno, delle terre aride.

Dove più difetta l'acqua superficiale, rendendo aleatorie le coltivazioni, più è facile trovare acque freatiche che la natura immagazzina, e di cui dobbiamo cominciare ad apprendere il modo di servirsene.

Le considerazioni economiche circa il costo di tale acqua debbono tener conto della maggior resa del terreno e se non da per tutto in moltissimi casi, la decupolazione del reddito delle colture foragiere con avvicendamenti, potrà compensare anche la spesa dei pozzi e delle elettro-pompe.

Una visita nelle regioni siccitose basta a convincere della opportunità che potrebbe avere l'utilizzazione completa delle acque freatiche, non per fare una totale irrigazione, ma per rendere più altamente produttive le terre più fertili intorno ai pozzi che si possono scavare per trasformare i sistemi di uso di coltura, che nella quasi totalità rispondono più a tradizioni ed a preconcetti che a ragioni tecniche ed a condizioni climatiche.

E difatti, dove proprietari dalle moderne vedute e pieni di iniziativa hanno vinto tali preconcetti, si trovano zone meravigliose per ricchezza di prodotti, da non stare troppo indietro alle più belle coltivazioni del Nord d'Italia.

La mancanza di acque apparenti ha impedito il diffondersi delle abitazioni nelle campagne, ed ha anche impedito l'uso del bestiame bovino per la lavorazione del terreno, allontanando il lavoro e la produzione dello stallatico dalle campagne che dell'uno e dell'altro risentono un estremo bisogno.

Ed è perciò che l'aratura profonda è quasi sconosciuta nel Sud ed è anzi avversata, mentre il terreno viene appena intaccato per pochi centimetri da aratri semplici trascinati (come in Puglia) generalmente da due cavalli e ciò in relazione alla poca profondità del terreno agrario il quale invece dovrebbe crescere di spessore con i lavori profondi e con le intercalate colture adatte di leguminose.

Durante la guerra sono state impiegate le motaratri, ma oggi sono quasi scomparse per le difficoltà che si incontrano nel loro uso e nella loro manutenzione, per il loro costo di esercizio e per il pregiudizio che l'aratura profonda faccia perdere il raccolto. Naturalmente non viene in mente che in agricoltura occorre essere pazienti,

perseveranti e sapere condurre e correggere i terreni e concimarli adeguatamente. Coloro che hanno perseverato sono stati ricompensati dai voluti risultati, avendo con il lavoro delle motoaratri, con le foraggiere e con lo stallatico accresciuto di molto lo spessore del terreno agrario, il quale è divenuto capace di assorbire e conservare una maggiore quantità delle pluviali e di porgere un maggiore nutrimento alle coltivazioni.

Coloro che disponendo di un po' d'acqua sollevata dal sottosuolo hanno trasformato i pascoli aridi intercalando la coltura foraggiera dell'erba medica e della sulla, hanno realizzato cospicui redditi.

Il problema meridionale non può essere affrontato con un'unica soluzione: tutto deve essere trasformato armonicamente.

È certo che si debbono restringere le colture a quelle atte ai terreni semiaridi, che si debbono preferire le colture asciutte, ma queste possono dare risultati insperati solo che si possa avere l'acqua quale soccorso che le allontani da certa morte nei casi di annate molto secche, nel periodo nel quale più necessità l'adacquamento, cioè aprile e maggio e per alcuni anche in giugno.

È appunto alle colture foraggiere che si deve far volgere l'attenzione dei coltivatori locali — e ciò è possibile perchè attraverso il ciclo-foraggio, bestiame, stallatico, cereali — si può ottenere l'aumento di rendita della terra ed elevare la produzione unitaria del grano.

Oggi ad esempio in provincia di Foggia su circa 200.000 ettari di pascolo, solo 14.600 sono adibiti a colture foraggiere, con una produzione di 440.000 quintali di fieno, cioè con poco più di 30 quintali circa per ettaro, e le statistiche prebelliche davano la presenza di meno che 700.000 capi fra ovini e caprini. Le informazioni assunte confermano infatti che nelle migliori condizioni non più di 6 a 7 animali possono trovare alimento in un ettaro di buon pascolo naturale mentre la media è di 4 a 5.

Paragonando queste cifre a quelle dell'Italia centrale e settentrionale si vede subito la enorme inferiorità delle Puglie rispetto alle altre Province.

Il problema dell'adacquatura dei prati artificiali non deve neanche spaventare giacchè si tratta al più di 3500 a 4000 mc di acqua per ettaro, in 7 od 8 adacquature di 500 mc per ettaro ciascuna, ciò che significa che occorre estrarre dal sottosuolo non più di 35 a 40 cent. di acqua per mq in totale o 5 cent. per volta. Per il grano occorrono 800 mc di acqua da darsi in venti giorni per assicurare il raccolto.

La falda freatica, dove si trova, è generalmente in condizioni di fornire tale quantità.

Il vantaggio di diffondere nel più ampio modo l'energia elettrica nel Mezzogiorno e nelle Isole, non fosse altro che per questo scopo, è quindi evidente. Ma vi è anche da considerare che le centinaia di migliaia di ettari di pianura senza ostacoli di alberi o di altro genere, si prestano nel modo migliore all'aratura elettrica con argani, e con essa si potrebbe iniziare la trasformazione culturale e predisporre tutta la nuova zootecnica in quelle regioni, disimpegnando il ciclo agricolo, che quando non si faccia ricorso a forza motrice estranea non si apre e non si chiude che col bestiame da lavoro, il quale per coesistere sul terreno deve trovare certe condizioni ambientali che tuttora mancano in quelle regioni che solo col tempo e col lavoro potranno verificarsi.

L'Ing. Omodeo, in un suo interessante recente articolo sulle condizioni della Sardegna, esalta i benefici effetti della irrigazione che si potrà avere con la creazione di grandi serbatoi del Tirso, del Coghinias, del Flumendosa. Egli mostra come nei terreni permeabili di pianura, stante la mancanza di acque superficiali, nulla sia possibile coltivare oggi. Ora, dopo aver provveduto ad irrigare le terre prossime ai serbatoi, sarà possibile valorizzare altre superfici ingenti sfruttando le falde freatiche a mezzo di elettropompe azionate da quell'energia elettrica che si creerà dai salti dell'acqua dei serbatoi. Quindi l'acqua a monte oltre che irrigare direttamente parecchie decine di migliaia di ettari, indirettamente servirà a sfruttare i serbatoi naturali sotterranei e valorizzare, a distanza e per mezzo della trasmissione elettrica dell'energia, l'altra acqua, oggi nascosta e perduta.

E così avverrà delle acque di grandiosi laghi montani della Sila che consentiranno l'elettificazione di tutta l'Italia del Sud dopo avere con gli scarichi delle centrali, irrigato le pianure sottostanti.

Nelle vaste estensioni dell'Agro Laziale, decine di migliaia di ettari sono ancora adibiti a pascolo brado, mentre la vicinanza del Tevere, una abbondante falda freatica e in qualche punto corsi sotterranei, potrebbero consentire tutta la desiderata irrigazione e potrebbero fornire foraggi in modo da dare alimento ad un numero decuplo di ovini.

Questi casi sintetizzano il modo di risolvere il problema della regimazione delle acque che è di capitale importanza per la valorizzazione agricola e che è strettamente connesso col problema elettrico.

sia della produzione che della distribuzione. Una sistemazione montana idraulico-forestale serve quasi sempre a correggere il corso d'acqua a valle impedendo l'impaludamento dei terreni di bassa quota.

Produzione di energia elettrica e bonifica quindi formano un tutto unico in un gran numero di casi. Ma le bonifiche si accelerano ed agevolano con l'impiego delle idrovore, che si rendono utili, anche dove si facciano le colmate. L'uso delle pompe consente di assicurare il deflusso a voluta velocità nei canali, specie in quelli lunghi ed a pendenze molto lievi, e quindi rappresenta il vero completamento di ogni benintesa bonifica idraulica.

Ma la bonifica idraulica non basta da sola ad assicurare la valorizzazione delle terre, se non è accompagnata dalla irrigazione e dalla bonifica agraria.

L'irrigazione può essere fatta, o con lo scarico delle acque dagli stessi laghi o serbatoi, o con il sollevamento dell'acqua da corsi superficiali vicini o dalle falde freatiche o dai corsi subalvei.

Infine, la bonifica agraria susseguente a quella idraulica non può essere fatta utilmente se non con aratri elettrici ad argano, mal prestandosi le trattrici a lavorare terreni molto umidi.

L'industria elettrica, quindi, può divenire fattore essenziale della trasformazione culturale di terre oggi neglette.

L'acqua estratta dal sottosuolo può consentire la vita animale e quella vegetale laddove oggi vi è malaria e deserto. Fino a tanto che non si siano create le condizioni ambientali, essa può agevolare la bonifica idraulica prima e quella agraria dopo, senza richiedere la previa permanenza dell'uomo nella campagna e del bestiame. Una volta scacciata la malaria col dissodamento delle terre, con una ben regimata rete di canali e di fossi colatori, l'appoderamento del latifondo verrà di conseguenza e l'elettricità potrà consentire un migliore allevamento del bestiame, aiutandolo o sostituendosi ad esso nelle lavorazioni del terreno ed in tutte le altre applicazioni, permettendo la lavorazione sul posto dei prodotti del suolo.

L'elettro-pompa e l'aratro saranno i fattori principali della rendizione delle terre malariche e le uniche armi con le quali si potrà debellare l'anofele.

E la scomparsa della malaria sarà l'avvenimento più grandioso per la nuova Italia perchè risolverà il problema della migliore ripartizione della popolazione, quello della elevazione morale e materiale delle popolazioni delle terre paludose, e quindi, quello della emigrazione.

Raggiunta la regimazione delle acque a monte, dissodati e lavorati tutti i terreni, assicurata lo scolo delle acque a valle e la loro irrigazione, la scelta della coltura più appropriata verrà fatta secondo le convenienze economiche. Se anche si vorranno adibire le terre, nelle quali si saranno profusi denari per renderle agricole, per colture ricche, non ci dovremo allarmare. Noi, con queste potremo comprare oro, e con l'oro il grano.

Quando avremo combattuto il nemico che oggi ci insidia, cioè il cattivo regime delle acque, noi avremo da sfruttare due elementi che il mondo ci invidia, cioè il sole ed il clima, che per molte colture ci possono assicurare un primato sugli altri, che trascuriamo. Anzi, oggi il sole, con le acque in disordine, ci fa più male che bene, e fa dire tante sciocchezze sulle nostre presunte infelicità e manchevolezze climatiche.

Le primizie estive, le frutta, i fiori, che noi non sappiamo coltivare razionalmente che in pochissime parte di Italia, e di cui non sappiamo cavar profitto verso l'estero che in minima parte, ci potrebbero dare il modo di comprare tutto il grano che ci occorre. I foraggi potrebbero renderci non più importatori, ma esportatori di bestiame. Questo potrebbe essere meglio allevato quando venisse in gran parte scaricato dal duro lavoro dei campi.

Non deve quindi dirsi che le colture granarie essendo poco convenienti, non val pena di modificare i sistemi culturali attuali con l'elettificazione.

L'essenziale è di valorizzare le terre con una opera collettiva che deve imporsi ai gretti misoneismi ed egoismi individuali. Il resto verrà da sé.

*

Guardando il problema della elettrificazione agricola come viene considerato all'estero, possiamo dire che esso serve a risolvere sia l'una che l'altra questione che abbiamo prospettato; cioè la messa in valore di terre incoltivate, e il miglioramento tecnico ed economico delle aziende a coltura sviluppata.

In America predomina l'elettro-irrigazione con sollevamento di acqua dalle falde freatiche. Nello stato di Idaho del Sud si irrigavano a tutto il 1921 ben 121.000 Ea. a cultura di cereali con elettropompe. Nel distretto di Lodi, 2000 utenti con 1.882 kW pompano acqua da falde profonde 5 a 7 metri.

Nei soli stati dell'Ovest, 8 milioni di Ea sono irrigati di cui

la maggior parte con acque freatiche. Nella sola California si contano 26.400 impianti di sollevamento.

Però le linee elettriche una volta installate vengono utilizzate anche per altri scopi, e oggi le principali Società elettriche americane considerano la distribuzione rurale con la massima attenzione.

In Francia si considera l'elettificazione agricola come l'unico mezzo atto a fronteggiare il depopolamento delle campagne. Il Parlamento ha in Marzo approvato una legge con la quale si mettono a disposizione 1200 milioni al 2.8% circa per finanziare le linee elettro-agricole.

In tutti gli altri Paesi, gli agricoltori anelano ad elettrificarsi per migliorare le loro condizioni come in Svizzera, Germania, Inghilterra, Svezia, Norvegia, ecc.

Da per tutto lo Stato favorisce le applicazioni ed interviene con sovvenzioni.

Nella Nuova Zelanda ad esempio è largamente diffusa la mungitura elettrica delle vacche — 8806 fattorie impegnano 24.000 kW —.

In Italia le applicazioni si manifestano di natura differente a seconda delle regioni. Nell'Alta Italia predomina il sollevamento di acqua per irrigazioni, la trebbiatura ed altre applicazioni quali l'aratura, l'essiccazione del riso, la pressatura dei foraggi, le applicazioni al caseificio e burrificio, la pilatura del riso, la trinciatura dei foraggi, le operazioni afferenti agli oleifici, feconderie, enologia, alla molitura e segheria legnami, ecc. Nel Veneto predominano le idrovore per bonifica. La sola Società Adriatica di Elettricità possiede oltre 250 utenze agricole per 10.464 kW installati con un consumo di circa 10 milioni di kWh annui, delle quali, 132 per bonifiche con 7708 kW, 15 per irrigazioni con 252 kW, 81 per essiccazione bozzoli con 422 kW, 36 per trebbiatura con 372 kW, altre per aratura con 1003 kW.

In Liguria è predominante il sollevamento d'acqua per adacquamento. Si contano nella Riviera di ponente quasi 500 impianti.

Nella provincia di Messina e in Calabria si fa largo impiego di energia per sollevare l'acqua fino a 180 o 200 m per gli agrumi, e l'elettro-irrigazione ha compiuto dei veri miracoli di trasformazione di zone deserte ed aride in magnifici giardini. Nel Bolognese e nel Ferrarese comincia a diffondersi l'aratura elettrica con ottimi risultati. Nella Bonifica della Bassa Renana già 2000 Ett. sono arati elettricamente, ed è notevole il fatto che mercè l'organo elettrico si può arare la risaia durante il periodo primaverile, sott'acqua, cosa che non si può fare con le trattrici.

Nel Lazio l'elettricità sta compiendo la trasformazione dell'Agro. Applicazioni prevalenti sono l'irrigazione, le idrovore, l'aratura profonda.

Vi sono poi in Italia esempi di tenute completamente elettrificate, dove tutte le operazioni si fanno oramai con motori elettrici.

Per quanto l'estero sia assai più avanti di noi, pure non possiamo dire che nulla si sia fatto da noi. Ciò che si è fatto ci deve essere di incoraggiamento, di sprone e di esempio.

*

Una volta distese le linee nelle campagne, la loro utilizzazione è questione di tempo e di persuasione presso gli agricoltori e di una bene intesa propaganda. Il difficile è elettrificare le campagne giacchè il problema si presenta per le Società Elettriche assai poco conveniente, sia per il costo di impianto delle linee, sia per la bassissima loro utilizzabilità.

Dalle linee di trasporto ad a. t. che convogliano forti quantità di energia si debbono raggiungere le plaghe agricole con linee ancora ad a. t., e da queste, che possiamo ancora considerare come linee industriali di trasmissione, debbono poi diramarsi le vere linee agricole ad alta e bassa tensione.

L'elettificazione delle zone rurali richiede l'impianto di un vero e proprio reticolato. In generale si calcola che per ogni Kmq occorra 1 Km di linea agricola, del costo di circa 10.000 lire che con le cabine sale a 14.000 lire. Quindi l'elettificazione importa una spesa di impianto di 140 lire per Ettaro.

Se tutte le tenute percorse dalle linee prelevassero energia, tale spesa potrebbe anche considerarsi bassa, ma il male è che spesso occorre percorrere a vuote estensioni non indifferenti, ed attendere anni prima di allacciare le possibili utenze.

Come forniture di energia ed impegno è difficile dare cifre perchè tutto dipende dalle applicazioni possibili.

L'aratura effettuata con apparecchi normali da 30 a 35 cent. di solco può richiedere 20 kW di impegno, e un apparecchio può arare da 100 a 120 ettari all'anno. Aggiungendo la trebbiatura, la pressatura e le altre operazioni affini, ordinariamente fatte anche oggi meccanicamente, si può giungere al massimo a 150 e 200 watt per ettaro di impegno. Considerando che 1 km di linea debba portare 20 kW risulta la spesa di impianto delle linee e cabine di 700 lire per kW

e di L. 140 per ettaro. Riportati ad anno, come spese di interesse ammortamento ed esercizio, si avrebbe per ogni ettaro un gravame di 20 lire o di 100 lire per kW.

Se il coefficiente di utilizzazione fosse del 35% (3000 ore annue) il kWh verrebbe gravato di cent 3,3 per spesa di trasporto, ma se si limitasse a 1000 ore, salirebbe a 10 cent.

Il problema della diffusione delle linee rurali è paragonabile a quello della viabilità nelle campagne, e non può essere risolto dalle sole Società Elettriche. Se si crede che l'elettificazione possa moltiplicare il reddito delle terre, occorre che concorrano nelle spese gli agricoltori o che il governo intervenga facilitando il credito elettro-agricolo, per la somministrazione del capitale necessario all'impianto di linee, a basso interesse.

Questa forma è stata senz'altro adottata dal Governo francese e noi la preferiamo a quella delle sovvenzioni statali previste dalle vigenti leggi.

Nel Nord d'Italia, la grande diffusione delle linee industriali faciliterà la rapida estensione delle linee elettro-agricole.

Nel Sud, dove tutto vi è da fare, e si deve cominciare dal creare l'energia elettrica, il problema dell'elettificazione rurale deve essere conglobato con quello delle bonifiche integrali e delle strade, ed apposita legislazione dovrà predisporre in sostituzione dell'attuale che ha chiaramente fallito allo scopo.

Il problema generale è essenzialmente economico, è difficile, ma non irrisolvibile quando si considerino gli scopi da raggiungere.

È difficile invece risolverlo a priori e dare delle norme generali. Caso per caso si deve esaminare. Occorre solo non scoraggiarsi e non farsi vincere dalle prevenzioni. La più grave difficoltà è quella del tempo occorrente a ricavare un conveniente reddito dalle linee elettro-agricole, poichè in agricoltura occorre essere pazienti; la terra ripaga di ciò che si fa per lei, ma non subito.

All'Estero le Società elettriche studiano profondamente questi problemi economici.

Anche noi dobbiamo metterci allo studio ed alle concretazioni per poter vendere l'energia elettrica agli agricoltori a condizioni che essi possano sopportare.

Gli agricoltori dal canto loro debbano comprendere come una parte del maggior provento che potranno ottenere dalla elettrificazione debba andare a compensare la Società Elettrica. Solo con questo abbinamento di interessi si potrà fare della strada in comune.

*

Per realizzare l'elettificazione della agricoltura occorre pensare seriamente a tecnicizzare gli agricoltori, ed a creare anche in Italia una specie di Genio Rurale come vi è ufficialmente in Francia ed in altri paesi.

In Italia, possiamo dirlo senza tema di smentite, manca sostanzialmente il tecnico della campagna.

Salvo rare e lodevoli eccezioni, l'agricoltore si fonda ancora da noi sull'empirismo e sulla tradizione.

Mentre nelle industrie manifatturiere di ogni genere vanno sempre i tecnici più capaci alla direzione della impresa, e le maestranze sono (o si cerca di formarle tali) le più abili, esperte e specializzate, nell'agricoltura ben di rado i capi azienda sono tecnici illuminati, e gli operai, i contadini, sono ancora, purtroppo, solamente esperti in ciò che, di bene e di male, videro fare ai loro vecchi. E cioè, sono esperti in empirismo. Ora questa duplice deficienza (capi e subalterni) spiega molto, moltissimo della ancor scarsa nostra produzione agraria, e del conseguente danno all'economia generale del Paese.

Queste parole sono di Tito Poggi, uno che ha l'autorità per pronunciarle, ed esse confermano quanto tutti coloro che si interessano dei problemi agricoli vanno ripetendo.

In Italia, paese che dovrebbe trarre le sue principali risorse dalla terra, si sono moltiplicate le Università e le scuole classiche — escono ogni anno a migliaia avvocati, medici, ingegneri, che risultano più che esuberanti ai bisogni normali tanto da arricchire di più in più la numerosa classe degli spostati avviliti la loro laurea in impieghi assai modesti, e non escono in quantità sufficiente i tecnici della campagna, quelli che potrebbero arricchire se stessi arricchendo il paese.

E come rileva il Poggi, le cinque scuole superiori, le trenta scuole pratiche governative oltre quelle private, alcune scuole speciali e le duecento Cattedre ambulanti potrebbero dare un miglior rendimento quando fossero meglio organizzate e dotate di campi sperimentali. Si hanno troppi teorici e nessuno veramente pratico, mentre in campagna la pratica è quella che conta.

Ma a parte l'insegnamento scolastico agrario, una cosa devesi ancor più deplorare, ed è l'assenza dei veri ingegneri rurali, che oltre ad avere le necessarie cognizioni geologiche, mineralogiche, chimiche, agronomiche siano specializzati in idrologia, in bonifiche

agrarie, in irrigazioni, drenaggi, costruzioni rurali, strade, opifici rurali, ecc., ecc.

Ora, volendosi industrializzare l'agricoltura, volendosi elettrificare, trasformare le colture, occorre una somma di tecnicismo agricolo che difficilmente potrà affrontarsi senza gli uomini adatti, che si costituiscano consulenti degli agricoltori, dal gran proprietario al misero contadino, che studino le condizioni delle loro terre e sappiano indicare il modo migliore per valorizzarle o cavarne un maggior profitto, che sappiano organizzare le svariate industrie rurali.

Dal lato ufficiale, il Governo non dispone che del Genio civile, i cui ingegneri, assorbiti in molteplici occupazioni più consentanee ai loro studi ed alle loro attitudini, se non dispreziano, per lo meno non danno la dovuta importanza agli incarichi loro provenienti dal Ministero di Agricoltura.

Dal lato professionale, pochi ingegneri civili hanno la volontà di occuparsi delle opere di miglioramento agricolo, donde la conseguenza che veri e razionali progetti per le campagne non vi sono, e soltanto i periti agrimensori o i geometri se ne occupano, preferendo pur sempre le operazioni topografiche agli studi razionali agronomici, per i quali hanno scarsa familiarità e competenza pratica.

Da questo punto di vista la Francia sta assai meglio di noi, e per una sua ottima organizzazione, quella del Genio rurale, ha potuto conseguire quei perfezionamenti agricoli che noi non ci sogniamo neanche di concepire.

Questo Genio rurale francese converrebbe che fosse maggiormente conosciuto in Italia, ma sarebbe andar fuori dei limiti di questo studio parlarne qui. Basti solo accennare, come esso, costituito all'incirca come il nostro Genio civile, venne creato nel 1903 per rimediare appunto alle stesse deficienze che più sopra abbiamo deploreate. Comprende ingegneri provvisti di una solida cultura agronomica e di conoscenze complete dell'arte dell'ingegnere ed è incaricato di guidare i Consorzi ed i proprietari nella predisposizione razionale della superficie irrigata, nella scelta delle migliori colture e nell'organizzazione della irrigazione. Oltre a ciò studia di accordo con gli ingegneri dei ponti e strade, le conseguenze economiche che possono avere dal punto di vista agricolo i grandi lavori idraulici. Presta infine il suo concorso agli interessati per la realizzazione di lavori di migliorie fondiari (irrigazione, prosciugamenti e bonifiche, arrotondamenti di proprietà, strade rurali, ecc.) e di diverse altre imprese di ingegneria rurale (fabbricati per latterie, distillerie, altre applicazioni, ecc.).

Non sostituisce ma integra il lavoro delle Cattedre Ambulanti che pur esistono in Francia.

Il concorso del Genio rurale, come corpo di consulenza, è accordato soltanto in massima alle collettività, cioè ai consorzi, società cooperative e Comuni, ovvero ad associazioni di proprietari disposti ad assumere veste legale. Allorché un privato desidera effettuare i lavori di miglioramento agricolo, il concorso del servizio può essergli accordato in via del tutto eccezionale allorché il lavoro da eseguire costituisca un utile esempio in una regione, ma in via generale il servizio si limita ad indicargli un esperto noto per la sua competenza e suscettibile di ben redigere un progetto. La remunerazione di questo esperto resta a carico dell'interessato ed il Genio rurale si limita ad effettuare gratuitamente l'esame e la revisione del progetto.

Oggi che la Francia si occupa attivamente della elettrificazione della campagna, al Genio rurale è demandato un vasto compito e su di esso fa vivo assegnamento il Governo.

Del pari in Italia, il problema si presenta contingente, e deve essere risolto fondandoci su quel che possediamo, cioè *mobilizzando* le competenze che già abbiamo che per i primi tempi saranno sufficienti, organizzandole sapientemente in modo da trarne tutto il possibile rendimento, e facendole centro di diffusione di coltura per moltiplicarne domani il numero. Tutto ciò può farsi senza spesa e senza soverchio intervento governativo, lasciando operare le associazioni tecniche già esistenti. Basterebbe anzi, per cominciare, affiancare ogni Cattedra ambulante di uno o più ingegneri o tecnici di riconosciuta competenza per la necessaria collaborazione.

Come prima si è visto, noi abbiamo due problemi davanti a noi. Miglioramenti agricoli nelle aziende già bene avviate e creazione del terreno produttivo, dove la terra è incolta, paludosa, malarica, o arida, cioè nel latifondo ed in moltissime zone del Mezzogiorno e delle Isole.

L'indirizzo da dare al tecnicismo agrario va un po' inteso come quello dato all'industria e deve distinguersi la piccola agricoltura dalla grande agricoltura, come si è a suo tempo divisa la grande industria dalla piccola industria. Dovendosi affrontare la trasformazione di zone vaste, è inutile fare assegnamento sul singolo coltivatore. Occorre creare l'organizzazione finanziaria, amministrativa, tecnica, analoga a quella della grande industria, mettendo alla sua testa uomini competenti e di valore, i quali daranno le direttive, faranno i progetti, ne sorvegliano l'esecuzione.

La massa operaia incaricata di eseguirli potrà anche non avere coltura tecnica — la apprenderà a poco a poco, e allorché sarà effettuata la trasformazione, avrà anche assunta la capacità sufficiente a continuare lo sviluppo della coltura con criteri razionali e moderni. L'operaio in gran parte si forma nelle officine, e così l'operaio della terra potrà divenire agricoltore, non seguendo gli insegnamenti del nonno ma quelli appresi dai suoi dirigenti.

Nel caso invece dei miglioramenti agricoli da apportarsi a poderi o fattorie di dimensioni piccole, coltivate direttamente dal proprietario, e dall'affittuario o dal mezzadro, ci si trova come nel caso della piccola industria. E qui che in un primo tempo deve intervenire l'opera del consulente tecnico, che scacci i sistemi preadattati per introdurre nella mente dei vecchi e dei giovani i moderni e razionali sistemi di adacquamento, di concimazione, di cura delle malattie delle piante, di industrializzazione nella lavorazione dei prodotti del suolo. Ed è qui che è stato efficace in Francia il Genio rurale e dovrà esserlo da noi l'organizzazione dei tecnici della campagna. Ma perché questa opera conduca a risultati tangibili occorre agire con l'esempio e questi esempi dovranno venire da quegli enti elettro-agricoli di cui parleremo fra poco, che dovranno essere i pionieri della penetrazione del progresso nelle campagne, agendo e facendo in un primo tempo per conto dei coltivatori ciò che questi da soli non faranno mai per prevenzione, per scetticismo, per misoneismo.

*

Visto che il problema è tecnicamente ed economicamente possibile dal lato elettrico, assodato che uno dei mezzi migliori per l'elettrificazione delle campagne è di avere dei buoni tecnici nelle campagne, resta a studiarsi in qual modo si potrà raggiungere lo scopo di avvicinare le Aziende elettriche fornitrici di energia agli agricoltori utili.

Il Governo aveva emanato una serie di provvedimenti per favorire l'elettrificazione dell'agricoltura, ma essi non potranno riuscire di giovamento se non vi sarà qualche ente che sappia sfruttare convenientemente le sovvenzioni statali, che sappia prendere le iniziative, giacché il problema va risolto essenzialmente con i mezzi propri e con le iniziative individuali, come si è finora risolto ogni vero problema di carattere industriale.

Dopo le difficoltà di indole psicologica da parte dell'agricoltore per persuaderlo ad elettrificarsi, occorrerà risolvere quello di carattere finanziario.

Se si vuol fare qualche cosa occorre essenzialmente eliminare il principale impedimento iniziale: quello dello esborso del capitale occorrente alla costruzione delle linee e cabine ed all'acquisto dei motori elettrici, o all'impianto di idrovore per le bonifiche o pozzi per le irrigazioni, ecc. Occorre, in altri termini, che l'agricoltore, che si indurrà ad elettrificare la sua tenuta, non sia preoccupato della spesa di 50.000 o 100.000 o 200.000 lire da erogare prima di aver visto in funzione i nuovi impianti, dei quali naturalmente diffiderà.

Le Società elettriche molto vorrebbero e potrebbero fare, ma per l'elettrificazione delle campagne, dovranno immobilizzare fortissimi capitali, per creare gli impianti e per creare o modificare le loro linee. Un contributo di molte centinaia di milioni lo daranno quindi anche esse, e sarà un contributo utilissimo che soltanto esse potrebbero dare, ma che difficilmente potrebbe estendersi oltre i punti di consegna dell'energia sulle proprie linee; dovendosi tener sempre ben differenziate le funzioni.

La pratica di tutti i paesi del mondo, ed anche la nostra, ha dimostrato necessaria la creazione di un ente intermedio fra l'azienda elettrica e l'agricoltore che provveda alla costruzione e manutenzione delle linee elettro-agricole e delle cabine di trasformazione, che pensi a studiare e costruire gli impianti di utilizzazione agricola secondo i più moderni dettami della scienza e della tecnica avvalendosi anche dell'opera di un tecnico della campagna o ingegnere del Genio rurale, che disponga di materiale proprio da dare a noleggio in rotazione agli agricoltori e che tolga a questi ogni preoccupazione della tecnica che andrà a modificare i suoi sistemi, le sue idee, le sue tradizioni.

Ma la sua preponderante funzione dovrebbe essere quella di anticipare ogni spesa, procurandosene il rimborso entro un congruo periodo di tempo.

Per far ciò, tale organo dovrebbe stipulare delle intese con le aziende elettriche fornitrici di energia e con lo Stato che dovrebbe corrispondere i sussidi stanziati (e convenientemente adeguati ai costi ed alle condizioni economiche del momento); onde essere in condizioni di accordare mutui agli agricoltori ad un tasso mite, condizione essenziale per favorire la diffusione della elettrificazione. E potrebbe anche tale organo ripartire la quota annua di interesse ed ammortamento dell'anticipazione, sulla energia consumata; forma questa che sorride di più agli utenti debitori che ritengono in tal modo di avere gli impianti gratuitamente!

Tale organo (che in pratica dovrebbe essere realizzato da enti regionali) oltre che effettuare l'elettrificazione per conto degli agricoltori provvedendo al finanziamento ed all'impianto, avrebbe anche una funzione tecnica di capitale importanza nell'esercizio. Il problema fondamentale dell'elettrificazione delle campagne è un problema di integrazione e di coefficiente di utilizzazione di linee e materiale che non sempre è possibile realizzare nel singolo impianto, specialmente quando si abbiano nella zona bonifiche ed irrigazioni. Solo un raggruppamento forte di impianti controllati da un unico organismo potrà realizzare quei compensi nei consumi atti a egualizzare i diagrammi di carico dell'energia ed a consentire il massimo sfruttamento di essa, col minimo costo unitario, con beneficio quindi delle Aziende elettriche, e degli agricoltori e dell'economia generale che impone di rifuggire da qualsiasi spreco.

Con questa concezione l'aiuto statale diverrebbe efficace poiché dato ad enti opportunamente creati e responsabili, mentre che smiuzzato in tante piccole sovvenzioni, promesse ma non confermate che ad impianti eseguiti o funzionanti, e stracchiate come sono stracchiati gli aiuti governativi, nulla spingerebbe a fare.

E vi è un'altra importante considerazione da fare.

L'Ente elettro-agricolo può farsi delle dimensioni più appropriate al massimo sfruttamento dei propri mezzi d'opera, linee, cabine, macchinario e personale di esercizio. Invece il proprietario raramente possiede una azienda delle stesse convenienti dimensioni e qualora esso volesse acquistare aratri a trazione elettrica, trebbiatrici, altre macchine, ecc., assai di sovente le utilizzerebbe poco e farebbe uno spreco economico. I piccoli poderi, se non vi fosse l'ente elettro-agricolo non avrebbero mai convenienza ad elettrificarsi, e spesso i latifondi si troverebbero male per le stesse considerazioni.

Da ciò la necessità di un organismo che dal lato industriale compensi queste deficienze.

Nel nord l'energia abbonda in estate e difetta o costa più cara in inverno. Nel centro avviene il viceversa, ma siccome il carico prevalente è quello luce, durante le ore della mezzanotte all'imbrunire si può disporre di energia in quantità. Nel sud i grandi impianti che si creeranno avranno nei primi anni fortissima disponibilità giornaliera e il carico agricolo potrà costituire una risorsa non indifferente, giacché sul carico industriale non vi è ancora da fare grande assegnamento.

L'Ente elettro-agricolo diviene così l'alleato ed il complemento delle Società elettriche e tale sua funzione deve sapere assolvere con la sua perfetta organizzazione.

La forma e la composizione di tali Enti e la loro specifica funzione costituiscono altrettanti punti di discussione, potendo anche differire da regione a regione per meglio adattarli alle condizioni agricole regionali. La più semplice ed efficace sarebbe di crearli sotto forma anonima facendone azionisti le Banche, le Società elettriche e le Ditte costruttrici di materiale elettrico, cioè gli interessati, senza escludere gli agricoltori o i Consorzi agrari.

Per le Società elettriche la cosa non presenta carattere di novità giacché esse hanno sempre favorito la creazione delle Società o Aziende sub-distributrici affidando loro la distribuzione per luce e piccola forza motrice nei centri meno importanti.

Ma la funzione degli enti intermedi elettro-agricoli dovrà considerarsi differentemente da quelle delle Aziende sub-distributrici esclusivamente elettriche, perchè il sub-distributore limitasi in generale a installare le reti e a vendere l'energia non preoccupandosi della sua utilizzazione, mentre l'ente elettro-agricolo deve invece immedesimarsi dell'utilizzazione dalla quale deve trarre la maggior ragione della sua esistenza.

In Italia abbiamo già parecchi esempi di enti elettro-agricoli, fra i quali possiamo citare l'Azienda d'Ascani di Roma, e l'A. P. E. che agisce nel Bolognese, l'Elektra a Parma, una filiale della Società Elettrica Brioschi nel Picentino, la Peloritana in provincia di Messina, ecc., ecc.

*

Abbiamo cercato di dimostrare la assoluta necessità di volgere tutta la nostra attenzione all'agricoltura per farla corrispondere alla necessità dell'ora presente, prospettando come soltanto dall'introduzione di un elemento estraneo quale l'energia elettromeccanica si possa ottenere il desiderato risultato.

Abbiamo rapidamente accennato a quello che si è fatto all'estero ed in Italia.

Abbiamo mostrato le difficoltà del problema ed i mezzi per sormontarle.

Concludiamo formulando il programma che reputiamo sia di competenza dell'A. E. I. di svolgere, di accordo con altre Associazioni tecniche, con le organizzazioni di lavoratori, con gli Istituti di Credito e col Governo.

Esso, secondo noi, può così concretarsi:

1. — Studiare le zone da elettrificare, compito da affidare agli elementi locali sotto la guida di organismi tecnici coordinatori che diano le norme per tali studi;
2. — Studiare razionalmente il regime delle acque subalvee, compito che solo lo Stato può assolvere;
3. — Studiare i progetti di elettrificazione col fine ultimo della trasformazione culturale, compito da affidare a tecnici di fiducia sotto la guida degli organismi di coordinazione;
4. — Organizzare gli enti cui affidare la costruzione delle linee rurali e l'esercizio elettro-agricolo, appoggiandosi ad enti costituiti sempre in accordo con i suddetti organismi coordinatori;
5. — Occuparsi dei finanziamenti di tali enti da farsi dalle Banche esistenti o meglio da una Banca apposita da crearsi con tale scopo specifico.

Alla costituzione degli organismi di coordinazione potrebbero volgere la loro iniziativa l'A. E. I., l'A. E. I. E., e l'A. N. I. A. I. in accordo con l'Unione delle Cattedre Ambulanti e con la Confederazione Generale dell'Agricoltura.

Un forte e buon ausilio potrebbero infine darlo le nuove organizzazioni nazionali che si stanno specializzando nei problemi agricoli.

ESPERIENZE E STUDI PER LA COSTRUZIONE DI UN CONTATORE A INDUZIONE⁽¹⁾

S. RUBERTI



:: Comunicazione presentata alla Sezione di Livorno ::
:: :: :: :: :: :: il 18 febbraio 1923 :: :: :: :: ::

Ricordiamo che in un contatore elettrico a induzione, nella ipotesi che i flussi voltmetrico φ_v e amperometrico φ_a varino proporzionalmente alla tensione di linea e alla corrente di linea, se ψ è il ritardo di fase della corrente che percorre la bobina di derivazione rispetto alla tensione e τ_1 e τ_2 sono i ritardi dei flussi φ_v e φ_a rispetto alle correnti della bobina ora detta e della amperometrica, nell'ipotesi che

$$\psi + \tau_1 - \tau_2 = 90^\circ,$$

l'equipaggio mobile è sede di una coppia motrice M proporzionale al carico $VI \cos \varphi$.

Azione frenante dei flussi voltmetrico e amperometrico.

Dal moto di rotazione del disco di un contatore elettrico a induzione nascono dei fenomeni complessi fra i quali grande importanza hanno le azioni frenanti dei flussi voltmetrico e amperometrico. Naturalmente preoccupò maggiormente l'azione frenante del flusso amperometrico date le grandi variazioni di questo flusso in un contatore in esercizio; d'altra parte, come vedremo, con una forma conveniente del nucleo voltmetrico si può con facilità compensare praticamente l'azione frenante del flusso voltmetrico. Poiché le azioni frenanti suddette dipendono dall'azione dei flussi voltmetrico e amperometrico sulle correnti da questi indotte nel disco per effetto della velocità ω di questo, indicando con h e k due costanti potremo ritenere $h I^2 \omega$ e $k V^2 \omega$ le coppie frenanti stesse, e se R è la coppia di attrito che per ipotesi suppongo costante, potremo scrivere se $K\omega$ è la coppia frenante della calamita:

$$M\omega = K\omega^2 + h I^2 \omega^2 + k V^2 \omega^2 + R\omega$$

Ritenendo trascurabili le resistenze d'attrito e costante la tensione V , posto $H = K + k V^2$ possiamo scrivere:

$$M = H\omega + h I^2 \omega$$

cioè

$$C. VI \cos \varphi = \omega (H + h I^2)$$

e poichè abbiamo supposto V costante, indicando con A una costante si ha:

$$\omega = \frac{A I}{H + h I^2}$$

Cioè per l'azione frenante del flusso amperometrico, ω si può ritenere proporzionale al carico solo quando $h I^2$ è trascurabile di fronte ad H .

Derivando rispetto a I otteniamo:

$$\frac{d\omega}{dI} = A \frac{H - h I^2}{(H + h I^2)^2} \quad (1)$$

⁽¹⁾ Contatore delle Officine Elettromeccaniche Vestri (O.E.V.) di Livorno.

da cui vediamo che a seconda che $H \gtrless h I^2$, ω cresce o diminuisce con l'aumentare di I .

Questo risultato è stato praticamente controllato su diversi tipi di contatori ed ha fatto vedere la grande influenza del rapporto $\frac{H}{h}$ e cioè che la velocità varia proporzionalmente al carico, tanto più, quanto più grande è il flusso della calamita in relazione al flusso amperometrico. Nella figura 1 riportiamo un diagramma (ωI_n) ricavato

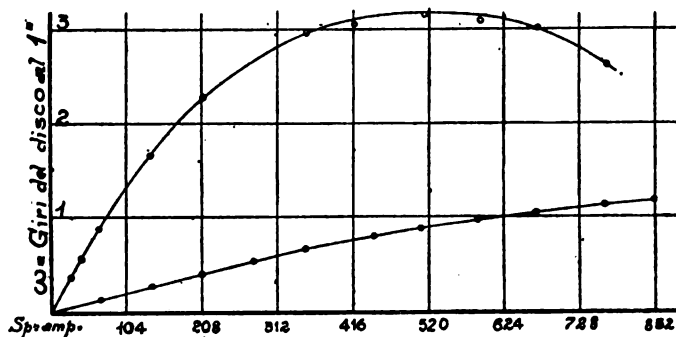


Fig. 1.

con un contatore OEV sperimentando con una calamita usuale (curva inferiore) e con una calamita alla quale corrispondeva un valore di H circa 5,7 più piccolo.

Si vede inoltre dalla relazione (1) che il valore di I per il quale la curva (ωI_n) ammette una tangente parallela all'asse delle I_n è indipendente da $V \cos \varphi$ e quindi dalla coppia motrice; e questo si può facilmente controllare su qualsiasi tipo di contatore: così, tracciando delle curve a diversi valori di $\cos \varphi$ con la calamita debole prima menzionata, è sempre con 550 amper spire circa che nel contatore preso in esame, ω comincia a diminuire col crescere di I .

Risulta già da questa trattazione la necessità di avere piccoli flussi amperometrici e potenti calamite.

Dell'attrito e sua compensazione.

Indipendentemente dall'azione frenante del flusso voltometrico e amperometrico, la nota espressione:

$$M\omega = K\omega^2 + hI^2\omega^2 + kV^2\omega^2 + R\omega$$

$$\text{cioè } \omega(K + hI^2 + kV^2) = M - R = CVI \cos \varphi - R$$

ci mostra come, pur ritenendo erroneamente gli attriti costanti, la loro influenza sarà tanto più dannosa quanto più piccolo è $VI \cos \varphi$ cioè il carico. L'ideale sarebbe, poichè gli attriti non si possono eliminare, creare una coppia motrice indipendente dal carico in modo che fosse sempre uguale alla coppia resistente e variasse come questa varia.

In tutti i contatori la compensazione si fa creando uno squilibrio magnetico sul flusso voltometrico, cioè facendo in modo che non sia nulla l'azione del flusso voltometrico sulle correnti da questo indotte nel disco, e su questa azione ritengo opportuno fare un cenno: (fig. 2.).

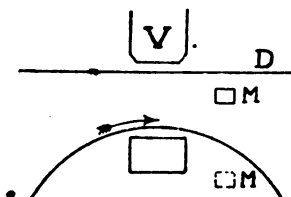


Fig. 2.

Sia V una sorgente di flusso che traversa il disco D : se si pone una massa di ferro M da parte opposta di V rispetto al disco e spostata dall'asse del flusso preesistente, per esempio verso destra, (vedi figura) la distribuzione del flusso uscente da V verrà variata e la risultante del flusso sarà spostata anche essa verso destra.

Nel caso che la sorgente V appartenga al nucleo voltometrico di un contatore ad induzione, indicando con φ , il flusso che traversa il disco, potremo ritenere:

$$\varphi = kV \sin 2\pi ft$$

La corrente i_d indotta nel disco, ritenendo ε il ritardo di fase di essa rispetto alla fem che la genera, potrà essere espressa così:

$$i_d = hV \cos (2\pi ft - \varepsilon)$$

In un istante qualsiasi, la porzione di disco traversata del flusso φ funzionerà come una lamina magnetica che, essendo spostata verso destra rispetto a V resterà da questo, a seconda delle polarità, attratta o respinta con una forza che ammette una componente tangenziale al disco, avremo quindi una coppia motrice proporzionale a:

$$\frac{1}{T} \int_0^T \varphi \cdot i_d \cdot dt = \frac{1}{T} \frac{1}{f} h k V^2 \sin \varepsilon = C V^2 \sin \varepsilon$$

che non è nulla essendo $\varepsilon \neq 0$ e il disco girerà, come risulta da facili considerazioni, nella stesso senso nel quale la massa M è spostata rispetto a V . Comunque, creando uno squilibrio magnetico nel modo anzidetto o in un'altra maniera, si può creare una coppia che tende a far girare il disco in senso diretto e a compensare approssimativamente gli attriti. Ma anche supposto che gli attriti siano costanti al variare della velocità del disco, l'azione compensatrice varia secondo il quadrato di V : si capisce quindi l'effetto deleterio delle variazioni di tensione per piccoli carichi se gli attriti, non essendo molto piccoli, hanno bisogno di una adeguata azione compensatrice.

Siccome poi la coppia compensatrice si regola durante la taratura degli apparecchi ai piccoli carichi, se essa deve avere un valore non molto piccolo, la sua regolazione influenzerà la taratura dell'apparecchio per i carichi maggiori con conseguente complicazione del problema di taratura.

Una serie di esperienze piuttosto lunga ci ha portato alla convinzione che, con un peso di equipaggio mobile non superiore ai 30 grammi, facendo terminare l'asse di rotazione, ove appoggia su una pietra dura concava perfettamente levigata, con una superficie sferica di raggio piccolissimo, pure perfettamente levigata; tenendo il tutto esente da olio e guidando superiormente l'asse con un sistema a cuscinetto con sufficiente lasco, e con un buon numeratore, l'attrito non danneggia praticamente le condizioni di funzionamento dell'apparecchio anche con coppie motrici al pieno carico relativamente piccole.

La guida superiore dell'asse di rotazione, eseguita con spillo di piccolo diametro 5 ÷ 6 decimi e molto flessibile come è attualmente usata, si è mostrata conveniente sia perchè effettivamente riduce ancora l'attrito, sia perchè evita gli urti derivanti dal lasco esistente nella guida superiore a cuscinetto per le vibrazioni dell'equipaggio mobile. Lo spillo smorza le oscillazioni ed evita il rumore che può nascere con la guida superiore a cuscinetto.

Del ritardo di fase del flusso amperometrico rispetto alla corrente.

Considerando la nota relazione:

$$90^\circ = \psi + \tau_1 - \tau_2$$

necessaria affinché la coppia motrice sia proporzionale al carico, ho fermato l'attenzione sul fatto che mentre τ_1 si può ritenere costante per le variazioni di tensione alle quali è soggetto un apparecchio in funzione, ugualmente non può pensarsi di τ_2 , poichè l'induzione del ferro che costituisce il nucleo amperometrico varia fra limiti molto estesi.

Se τ_1' e τ_1'' sono i ritardi di fase prodotti dall'isteresi e dalle correnti parassite nel ferro amperometrico avremo $\tau_1 = \tau_1' + \tau_1''$ e ricordando ora le note relazioni:

$$\sin \tau_1' = \frac{4 \gamma \mu}{B^{0.4}} \quad \sin \tau_1'' = 4 \gamma' \mu \Delta^2 f$$

si vede che, per i valori di B per i quali si può applicare la formula di Steinmetz, col diminuire di B , τ_1'' non varia mentre τ_1' cresce, cioè, in definitiva τ_2 cresce. Ma diminuendo sempre il valore di B , τ_1'' finisce per diminuire con μ mentre la variazione d'aumento di τ_1' sarà più lieve perchè se μ diminuisce, γ aumenta. In definitiva l'aumento di τ_2 col diminuire di B andrà affievolendosi fino ad annullarsi.

Queste considerazioni sono state controllate sperimentalmente e spiegano l'andamento delle curve di taratura eseguite a $\cos \varphi < 1$ per le diverse induzioni. Poichè notoriamente una variazione di τ_2 produrrà effetti tanto più sentiti quanto minore è il $\cos \varphi$, le curve di taratura eseguite a diversi valori di $\cos \varphi$ dovranno allontanarsi dalla curva a $\cos \varphi = 1$ tanto più, quanto più basso è il $\cos \varphi$ e poichè al di sopra di certe induzioni τ_2 diminuisce col crescere di B , a partire dal punto nel quale $\psi + \tau_1 - \tau_1 = 90$ le curve a $\cos \varphi < 1$ dovranno presentare errori in eccesso o in difetto a seconda che B cresce o diminuisce, rispetto alla curva a $\cos \varphi = 1$.

La figura 3 mostra appunto l'andamento della curva degli errori a $\cos \varphi = 1$ e della curva $\cos \varphi = 0,25$ per i diversi valori delle amper-spire della bobina amperometrica e della induzione nel ferro per un contatore OEV caricato fino ad un carico quadruplo del normale. La condizione $\psi + \tau_1 - \tau_1 = 90^\circ$ era soddisfatta intorno a $B = 280$.

Si vede chiaramente dalla figura come l'angolo delle tangenti alle due curve nei punti d'incontro di una stessa ordinata, vada aumentando con B e come, per piccoli valori di B le due curve tendono a divenir parallele.

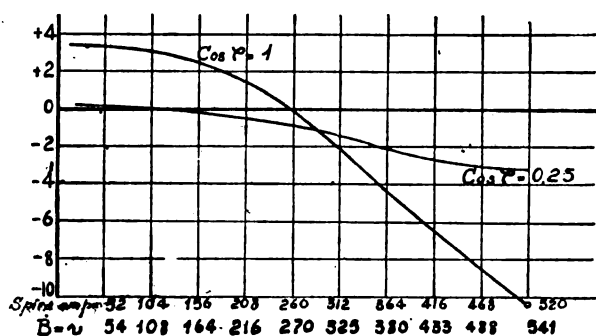


Fig. 3.

Dalle considerazioni precedenti si convenne di adottare per il ferro del nucleo amperometrico induzioni non superiori alle 140 linee per cm^2 .

Della forma del nucleo della bobina di derivazione.

Dopo un esame sui diversi tipi di contatori, si convenne di costruire separatamente il nucleo amperometrico e voltometrico in modo da risolvere separatamente il problema del funzionamento dell'apparecchio per variazioni di corrente e di tensione.

Mentre non risulta facile ottenere un flusso amperometrico che vari in ragione più rapida della corrente onde compensare l'azione frenante del flusso stesso, più facilmente si risolve il problema per il flusso voltometrico dando al nucleo una forma conveniente.

Consideriamo un nucleo C molto aperto e un nucleo C' completamente chiuso (fig. 4), indichiamo con Φ il flusso totale che tra-

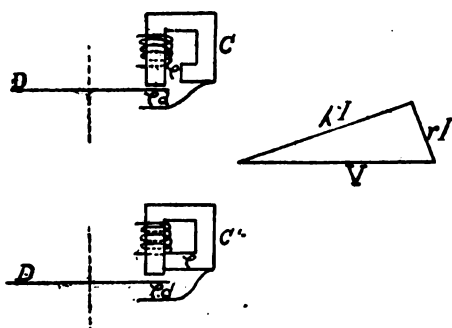


Fig. 4.

versa la bobina, con φd il flusso che traversa il disco e φ il flusso che passa per la branca di chiusura del flusso principale.

Al variare di V se l'induttanza λ rimanesse costante, il triangolo dei tre vettori V , λI , rI , varierebbe rimanendo sempre simile al primitivo e il flusso totale Φ varierebbe esattamente in proporzione con V ; ma con l'aumentare dell'induzione oltre limiti relativamente bassi, la permeabilità del ferro va diminuendo, quindi con l'aumentare di V , λ diminuirà un po', quindi il flusso Φ aumenterà un po' meno rapidamente di V , mentre per conseguenza I aumenterà un po' più rapidamente della tensione applicata.

Nel caso del nucleo C il rapporto dei due flussi φ e φd dovendo questi due flussi traversare grandi traferri d'aria rimarrà costante, e i due flussi (se con φd vogliamo indicare tutto il flusso disperso sarà $\Phi = \varphi + \varphi d$) varieranno proporzionalmente a Φ e quindi quasi proporzionalmente a V , e l'esperienza eseguita su un contatore fornito di nucleo della forma C ha fatto vedere che effettivamente, col crescere della tensione il contatore dava errori in difetto appunto per l'azione frenante del flusso voltometrico. Sperimentando invece con nucleo chiuso come C' e con un induzione media di 5000 è risultato che con l'aumentare della tensione il contatore dava errori in eccesso cioè il flusso φd aumentava di più appunto per l'aumentare della reluttanza magnetica della branca di chiusura del flusso principale φ .

Smontando e rimontando diversi tipi di contatori, abbiamo visto che anche per piccolissime imprecisioni di montaggio nascono squilibri magnetici che tendono a far ruotare il disco in un senso o in un altro per effetto della sola tensione, squilibri che in quasi tutti i contatori vengono eliminati con il dispositivo adatto per la correzione degli attriti di cui abbiamo parlato, dispositivo che deve dunque avere

un'azione tanto forte da compensare oltre gli attriti, anche i suddetti squilibri che possono capitare in senso opposto a quelli desiderati per la compensazione degli attriti. In questi contatori la regolazione del piccolo carico cioè degli attriti, diviene un'operazione più difficile per la troppa sensibilità dell'organo di regolazione. Nacque quindi l'idea di avere una forma di nucleo voltometrico che si prestasse bene per una registrazione degli squilibri magnetici indipendentemente dal sistema adottato per la compensazione degli attriti, e la forma con due branche di chiusura del flusso voltometrico principale, sembrò la più adatta, potendo creare efficaci squilibri e quindi compensare quelli preesistenti, agendo sui due traferri t , t' o con l'interposizione di lamierine di rame, o meglio, con spinotti di ferro avvitati nei due tratti orizzontali di nucleo in modo che vadano a cacciarsi nei due traferri come nell'attuale contatore M_3 (fig. 5).

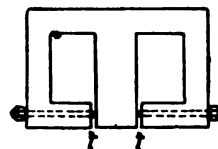


Fig. 5.

Dalla trattazione precedente si capisce che con un tal tipo di nucleo, dando ai traferri dei valori convenienti da stabilirsi praticamente, sia possibile ottenere che il contatore non faccia errori sensibili al variare della tensione aumentando o diminuendo i traferri se il contatore, con l'aumentare della tensione, accelera o ritarda. Fu notato che i due spinotti, malgrado varino la reluttanza magnetica delle due branche di chiusura del flusso voltometrico, non hanno influenza sensibile sulla curva di taratura al variare della tensione purché sieno limitate dimensioni, risultando però sempre queste dimensioni sufficienti per la compensazione degli squilibri.

Una numerosa serie di esperienze ha fatto vedere che con un nucleo della forma detta con i traferri portati al giusto valore per ottenere un ottimo funzionamento al variare della tensione, mantenendosi su un'induzione media di 5000 e per frequenze normali, si può, adottando filo di diametro conveniente e quindi di conveniente resistenza, rendere $\tan \psi = \frac{\lambda}{r}$ tanto grande e quindi ψ tanto prossimo a 90° in modo che la somma $\psi + \tau_1 - \tau_2 = \alpha$ risulti maggiore di 90° cioè, a $\cos \varphi = 0$ si abbia sempre una coppia motrice nel senso diretto e il disco giri con una velocità $k\omega = VI \cos(\varphi + 90^\circ - \alpha)$ nel senso diretto; non solo, ma questa condizione è accoppiata con quella del minor consumo della bobina voltmetrica che naturalmente diminuisce col diminuire della resistenza ohmica della bobina stessa a parità delle altre condizioni. Si presentò quindi la soluzione ideale del problema di ottenere, senza nessun organo accessorio, l'uguaglianza $\alpha = \psi + \tau_1 - \tau_2 = 90^\circ$.

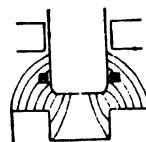


Fig. 6.

L'inconveniente è che se per un contatore può ottenersi facilmente la su scritta condizione, per una produzione di serie non è possibile ottenerla in tutti i contatori e succederà che su un certo numero di contatori ne troveremo di quelli che a $\cos \varphi = 0$ girano avanti e altri indietro. Si convenne allora di aumentare o diminuire il diametro del filo della bobina, in modo da essere un po' discosti dalla condizione $\alpha = 90^\circ$ e arrivare a questa uguaglianza con un organo di azione regolabile in modo da ottenere in tutti i contatori con facilità la suddetta condizione, e per la difficoltà di applicare un organo di azione regolabile atto a creare un ritardo di fase sul flusso amperometrico, (non dando garanzia le spire di corto circuito e di resistenza regolabile per il poco affidamento che può farsi sulla resistenza di contatto) si cercò di ottenere $\alpha < 90^\circ$ e di aumentare τ_1 con il sistema adottato dalla Westinghouse e da qualche altra Ditta e che notoriamente consiste in questo: La parte centrale del nucleo voltometrico si prolunga oltre le due derivazioni come in figura 6.

Una spira di rame chiusa può scorrere lungo la sporgenza del nucleo stesso. Le correnti indotte nella spira dal flusso che la traversa, vengono ad essere in ritardo di oltre 90° rispetto al flusso detto e quindi generano un flusso in fase con esse che, componendosi con quello prima considerato, ne aumenta il ritardo di fase rispetto

alla tensione applicata. Spostando su o giù detta spira, si interessa più o meno il flusso che traversa il disco e quindi l'azione sfasatrice della spira sarà più o meno sentita. Con una spira di appropriate dimensioni 2×2 mm sperimentando sul nucleo voltometrico del nostro contatore con frequenza 50 si è trovato che nella posizione del massimo effetto essa produce un ritardo di circa 7° e che dalla posizione di massimo a quella di minimo effetto, la variazione è di 3° e $30'$ circa.

Note relative alla costruzione delle bobine voltometriche.

Fissando il valore dell'induzione nel ferro della bobina voltometrica, con la relazione $V = 10^{-8} 4,44 f N \Phi$ si vede che il numero delle spire varia con V e con f . Ma la potenza che si vuole misurare $V \cdot I \cdot \cos \varphi$ è indipendente dalla frequenza quindi: se noi facessimo variare N con f a parità di V , otterremmo contatori di doppia motrice diversa malgrado che nelle condizioni normali di carico B fosse uguale al valore fissato. Dunque: volendo costruire contatori di uguale coppia motrice per qualsiasi tipo, non si può mantenere costante il valore di B . Affinchè la permeabilità del ferro si possa ritenere costante approssimativamente è però necessario che B vari entro limiti convenienti. Abbiamo quindi calcolato il numero delle spire N in modo che per $f = 50$ si abbia circa $B = 4500$.

Aumentando il numero delle spire proporzionalmente alla tensione applicata, è stato conveniente variare per certi valori di V il diametro del filo, sia per il valore di ψ , sia per il valore delle perdite nel rame.

Per un determinato rocchetto voltometrico (fig. 7) detto Δ lo

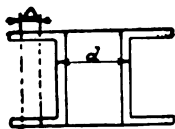


Fig. 7.

spessore di uno strato di filo, k il numero degli strati ed n il numero delle spire per strato: la lunghezza l del filo può indicarsi con:

$$l = k n \pi (d + k \Delta)$$

e quindi il valore della resistenza

$$r = \rho \frac{l}{S} = \frac{\rho}{S} k n \pi (d + k \Delta) = \frac{n \pi \rho}{S} (k d + k^2 \Delta)$$

la quale espressione ci fa vedere che r aumenta col numero delle spire con una legge più rapida di N , ma meno rapida di N^2 .

Il coefficiente di auto induzione L invece, a parità di permeabilità varia con il quadrato di N ; quindi dalla relazione:

$$L = \frac{V}{\sqrt{r^2 + 4 \pi^2 f^2 L^2}}$$

si vede che L diminuisce con l'aumentare di V e poichè $\tan \psi = \frac{\lambda}{r}$ con l'aumentare di V cresce V ; se si mantiene costante il diametro del filo, come la pratica ha dimostrato, diminuiscono le perdite nel rame e diminuisce la sezione della spira di sfasamento. È quindi conveniente per uguagliare le perdite ed economicamente, malgrado il maggior costo al chilo, diminuire il diametro del filo. Ma diminuendo il diametro del filo, cioè aumentando r restando costante λ si è notato una leggera diminuzione del flusso utile, diminuzione che si può compensare con una diminuzione del numero N di spire pur mantenendo costanti le perdite e diminuendo il diametro del filo.

La spira di sfasamento resta di dimensioni pressochè costanti. È stato quindi necessario dividere le tensioni in vari gruppi e per ogni gruppo stabilire sia il numero delle spire sia il diametro che si tiene costante per ogni gruppo. La suddivisione e la scelta dei diametri è stata fatta in modo da mantenere la perdita del circuito voltometrico compresa fra $0,85 \div 0,95$ Watt per le diverse tensioni e frequenze coi nuclei definitivi voltometrico e amperometrico.

La variazione di fase riscontrata fra le due posizioni limiti della spira di sfasamento e che si aggira sui $3^\circ.30'$ è risultata più che sufficiente per compensare le variazioni esistenti eventualmente fra contatore e contatore con una buona lavorazione di serie anche per piccole inevitabili variazioni del diametro del filo. Naturalmente le spire di sfasamento variano, specialmente per le diverse frequenze. Infatti aumentando f aumenta l'induttanza λ ; ciò nonostante con i seguenti tipi di spire: $1 \times 1,5$; $1,5 \times 5$; $1,5 \times 2$; 2×2 ; $2 \times 2,5$ mm si riesce ad ottenere perfettamente la condizione $\psi + \tau_1 - \tau_2 = 90^\circ$ per tutte le

tensioni e frequenze. La spira di sfasamento inoltre varia anche se il filo è coperto in seta o smaltato per la diversa lunghezza della spira media e per ugual sezione di filo, e col filo smaltato si guadagna anche come auto-consumo della bobina voltometrica purchè l'isolamento sia privo di inconvenienti.

Con buoni fili smaltati si ha sempre uno scarto dal 3 al 5 %, mentre con le altre qualità si sale al 15-20 % tanto da rendere conveniente, tenuto conto del lavoro sprecato, il filo coperto in seta.

Del disco.

Dal confronto con gli altri apparecchi si ritenne che con la forma e con le dimensioni assegnate al nucleo voltometrico si ottenesse un flusso voltometrico utile, sufficiente per avere una buona coppia motrice facendo agire i due flussi su di un disco di 105 mm di diametro e di $\frac{8}{10}$ mm di spessore, diametro che fu stabilito assai grande per non richiedere flussi troppo intensi sempre nocivi ad un regolare funzionamento dell'apparecchio. Un disco dello spessore di $\frac{8}{10}$ mm montato sull'asse secondo gli eseguiti disegni di orientamento, portava ad un peso di 22 grammi circa dell'equipaggio mobile: peso che sembrò accettabile. Vero però è che, aumentando lo spessore del disco la coppia motrice varia quasi in proporzione e che anche il rapporto $\frac{\text{coppia}}{\text{peso eq. mob.}}$ va leggermente crescendo, perchè anche aumentando lo spessore del disco restano uguali gli organi accessori, asse, congegno di fissaggio del disco all'asse, vite senza fine. Onde aumentare sensibilmente il rapporto su scritto risulta quindi conveniente aumentare per quanto è possibile la coppia motrice, lasciando inalterato il peso dell'equipaggio mobile e si convenne come orientamento di lasciare $\frac{8}{10}$ mm lo spessore del disco; 105 il diametro e 22 grammi circa il peso.

Del nucleo amperometrico.

Lunga fu la serie d'esperienze che portò alla determinazione della attuale forma del nucleo amperometrico e del numero di amper-spire convenienti.

Quanto abbiamo già detto relativamente all'azione frenante del flusso amperometrico e alla permanenza della condizione $\psi + \tau_1 - \tau_2 = 90^\circ$ è già gran parte dello studio relativo, dalla quale si deduce che è conveniente tenere bassa l'induzione nel ferro amperometrico per ottenere curve di taratura buone anche per bassi valori di $\cos \varphi$ e a $\cos \varphi = 1$ nel qual caso inoltre deve esser piccolo il rapporto fra il flusso amperometrico e quello della calamita.

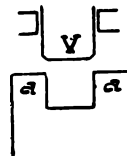


Fig. 8.

Con un nucleo di appropriate dimensioni, analogo a quello attualmente adoperato, ma senza la prominente centrale a guisa di interpole che in questo si riscontra, si aveva un'ottima curva di taratura per i diversi valori di $\cos \varphi$ e a $\cos \varphi = 1$ con un valore di B non maggiore a 140 linee per cm^2 per il pieno carico. In queste condizioni però la coppia motrice risultava troppo esigua a meno di non aumentare assai lo spessore del disco; comunque il rapporto $\frac{\text{coppia}}{\text{peso eq. mobile}}$ risultava troppo basso e il funzionamento del contatore per i piccoli carichi non troppo sicuro. L'azione compensatrice degli attriti inoltre interessava gran parte della curva di taratura, fino oltre il 30 % del pieno carico.

Venne allora l'idea di aumentare il flusso voltometrico utile, senza variare le condizioni di funzionamento del nucleo stesso e la curva di taratura al variare della tensione. Questo si poteva ottenere avvicinando le due sporgenze $a a$ del nucleo amperometrico (fig. 8) sulle quali sono avvolte le due bobine amperometriche diminuendo così la riluttanza magnetica del flusso voltometrico utile, ma un effetto più sentito, a meno di non avvicinare troppo le due prominenze su dette, si ottenne creando un interpole sul nucleo amperometrico sotto il nucleo V , interpole che addensa su di sé e aumenta il flusso voltometrico utile. È da notare che modificando come abbiamo detto il nucleo amperometrico, si influenzò non indifferentemente l'angolo di fase del flusso voltometrico utile e le dimensioni

dette per le spire di sfasamento sono relative all'ultimo tipo di nucleo amperometrico. In queste condizioni con 130 amper-spire complessive sul nucleo amperometrico e con bassissime induzioni nel ferro, si ottenne una coppia motrice di 4,5 grammi cm che si mostrò più che sufficiente per un ottimo funzionamento dell'apparecchio anche per i piccoli carichi. La piccola compensazione degli attriti occorrente una volta tolti gli eventuali squilibri, non faceva risentire affatto la sua azione per carichi superiori al 10 % del carico normale. Si potevano per esempio avere al 5 % errori in più o in meno del 3 % senza che al 10 % si risentisse praticamente nulla delle variate condizioni (vedi figura 9).

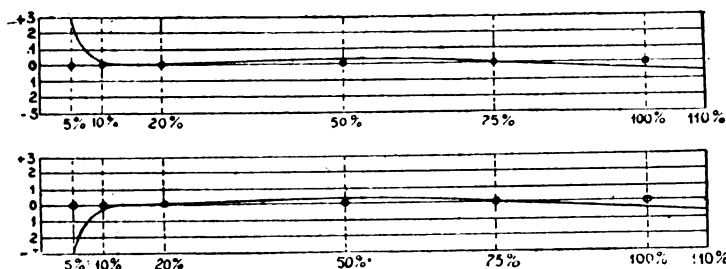


Fig. 9.

Si ottenne inoltre una taratura con errori del 0,8 % dal 10 al 100 % del pieno carico e con un carico doppio del carico normale un errore appunto del 2,6 %. In queste condizioni che ci sembrarono soddisfacenti si passò a stabilire i mezzi adatti per ottenere una facile e sicura taratura. Il contatore nelle suddette condizioni con il campo voltometrico equilibrato, cioè tale che il disco non giri nemmeno per tensioni assai superiori alla normale, ha già un'ottima curva di taratura anche per i piccoli carichi cioè per carichi minori del 10 % del pieno carico, presentando al 5 % errori non superiori al 0,5 % in difetto. Lievissima è quindi l'azione compensatrice degli attriti occorrente, anche per ottenere ad un carico uguale al 5 % o al 3 % del pieno carico un errore nullo oppure in più dall'1 al 3 % come desiderano con ragione le Ditte acquirenti contatori elettrici. Una piccola lancetta di ferro, fissata mediante due viti al nucleo amperometrico può rotare intorno a una di esse servendo l'altra di arresto. L'estremità della lancetta si sposta così sotto il nucleo voltometrico creando il desiderato squilibrio. Le dimensioni di questa lancetta sono state progettate in modo tale da produrre una sicura regolazione del piccolo carico secondo i desideri dei diversi clienti, senza influenzare per niente la taratura per carichi superiori al 10 per cento del carico normale. Pur tuttavia con detta lancetta, spostandola tutta a destra o tutta a sinistra nelle quali posizioni si ha rispettivamente la massima azione ritardatrice e acceleratrice si possono ottenere errori dal - 8 % al + 8 %, al 3 % del pieno carico.

Stabilito il mezzo di taratura dei piccoli carichi si pensò ad agevolare la taratura ai grandi carichi in modo da togliere il fastidioso e difficile lavoro di trovare la posizione esatta della calamita per la quale si hanno gli errori desiderati dal 10 al 100 % del carico. Non si ritenne opportuno di complicare la costruzione dell'apparecchio creando shunt magnetici alla calamita. La difficoltà di taratura al grande carico si riscontra nell'arrivare all'esattezza della taratura stessa, facilmente invece si ottiene una taratura approssimata con errori dal $\pm 3\%$. Una vite di ferro, con testa piana e rotonda è avvitata nella parte centrale del nucleo amperometrico (traverso l'interpolo) in modo che, manovrando la vite dalla parte inferiore del nucleo stesso, si avvicina o si allontana (con spostamento piccolissimo, dato il piccolo passo della vite) la testa di questa dal disco e quindi dall'espansione del nucleo voltometrico. Si ha quindi una leggerissima variazione di flusso voltometrico utile e quindi di copia motrice in modo appunto da provocare errori da $\pm 3\%$.

La manovra di questa vite fa spostare la curva di taratura parallelamente a sé stessa per uno scarto del 6 % dai grandi ai piccoli carichi, come uno spostamento della calamita, ed elimina quindi i piccoli spostamenti di questa molto difficili a farsi. Naturalmente la manovra di questa vite quando occorre farla, ha una leggera influenza sull'angolo α , influenza che però può sempre annullarsi con lo spostamento conveniente della spira mobile di sfasamento, senza che questo spostamento sempre piccolissimo influisca praticamente sulla taratura stessa. Per garantire che il disco non giri a vuoto nemmeno per tensioni molto superiori alla normale, l'asse di rotazione è munito di una lancettina di ferro che per fortunata disposizione della calamita rispetto alla bobina voltometrica, risente dell'azione del flusso di dispersione della bobina voltometrica, quando, per l'aumentata tensione la calamita non è più sufficiente a garantire l'immobilità dell'equipaggio mobile cosicché, questo non gira mai a vuoto, nemmeno per tensioni doppie di quelle di esercizio. D'altra parte

l'azione compensatrice degli attriti è così piccola, che pure essendo soddisfatte le suddette condizioni il disco ha una marcia sicura al 0,3 % del pieno carico. Le perdite del circuito amperometrico, poiché la sezione per diversi carichi è tale da poter sopportare con la massima sicurezza e con continuità il doppio del carico, sono piccolissime e si aggirano intorno a 0,5 Watt.

Dei magneti freno.

Data la massima importanza dei magneti freno, furono anche a questi rivolti gli studi e l'esperienza. Si stabilì per ovvie ragioni di fare il magnete più che sia possibile lungo e ampio e con trasferimento relativamente piccolo nei limiti della sicura marcia del disco. Stabilita la forma del magnete, ne furono costruiti 50 per ogni tipo di acciaio e per ogni processo di tempera e magnetizzazione.

Ogni magnete ultimato di ciascuna partita fu provato con un apposito apparecchio (apparecchio Martinez già descritto nell'Elettrotecnica) che non è altro che un piccolo alternatore dove il campo induttore è creato dalla calamita stessa e le cose sono disposte in modo che, a ugual numero di giri e per uno stesso magnete, la tensione misurata da apposito strumento è proporzionale al grado di magnetizzazione del magnete stesso; cosicché se questo apparecchio non serve a fare il confronto fra diversi magneti, serve a vedere il comportamento col tempo di uno stesso magnete. Su ogni magnete fu dunque segnata la deviazione dell'istrumento. Dopo circa un anno tutti i magneti furono ricontrollati e si arrivò così alla scelta sia dell'acciaio, sia del sistema di tempera e di magnetizzazione e stagionatura. Dette risultati ottimi uno speciale acciaio al cromo tungsteno sottoposto a un semplicissimo procedimento di tempera eseguita riscaldando l'acciaio a 800° in apposite stufe e immergendolo poi in olio di balena mantenuto circa a 25° con circolazione di acqua refrigerante. La magnetizzazione era eseguita sottoponendo il magnete all'azione di una potente elettrocalamita ad azione alternata che compie circa 30 alternazioni al minuto nel mentre che un dispositivo speciale a martelletti d'ottone batte sul magnete stesso per tutta la durata dell'azione del campo e anche quando questo è cessato, per un tempo circa doppio. I magneti così preparati vennero ulteriormente sottoposti a una temperatura di 100° immergendoli in acqua bollente per circa un'ora. Le calamite che così vengono attualmente preparate, subiscono tutte una stagionatura in magazzino e sono riprovate prima dell'uso perché o per difetto di esecuzione o per difetto di acciaio si trova sempre uno scarto medio del 4 %. È però più che confortante l'osservare che il 96 % circa, dopo un anno non subisce smagnetizzazione alcuna.

Oltre i requisiti elettrici su menzionati, il contatore deve avere delle doti meccaniche e costruttive che si riassumono con le seguenti parole: robustezza, semplicità costruttiva, esattezza di esecuzione specialmente per ciò che concerne le parti mobili.

Un buon strumento deve essere costituito di un numero relativamente piccolo di pezzi semplici e di facile costituzione di serie, pezzi che debbono essere rigidamente connessi gli uni agli altri in modo da evitare che urti e sforzi su di essi esercitati possano variare le posizioni relative dei pezzi stessi e quindi alterare il funzionamento dell'apparecchio. Gli strumenti prodotti da una fabbrica debbono dare la massima garanzia della costanza dei requisiti ad essi inerenti ed è quindi indispensabile una esatta e continua lavorazione di serie di tutti i pezzi, da materiale greggio al contatore ultimato.

È indispensabile avere un collaudo per ogni lavorazione eseguito da personale specializzato ed avere, onde assicurare la continuità della produzione, un deposito considerevole per ogni prodotto di ogni lavorazione singola. La mancanza di un pezzo, di un materiale, di un utensile, mai deve avvenire, arrecando questa danni incalcolabili, sia dal lato finanziario, sia nella bontà dell'esecuzione.

Elenco dei fabbricanti in Italia ... di macchinario e materiali elettrici ...

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3ª edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di commercio, Consolati, ecc. È quindi interesse di tutte le Ditte costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale (Via S. Paolo 10 - Milano (9)).

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPLICAZIONI TERMICHE.

Riscaldamento elettrico degli ambienti con corpi riscaldanti rettilinei.

L'«E. T. Z.» del 28 dicembre 1922, dà notizia di un nuovo tipo di corpi riscaldanti, fabbricati dalla «Oerlikon».

Essi consistono in tubi da gas, entro cui vien allogato con l'adozione di isolanti opportunamente scelti in vista delle notevoli temperature raggiunte, il conduttore destinato a riscaldarsi al passaggio della corrente. I tubi possono venir disposti lungo le pareti nelle stanze di

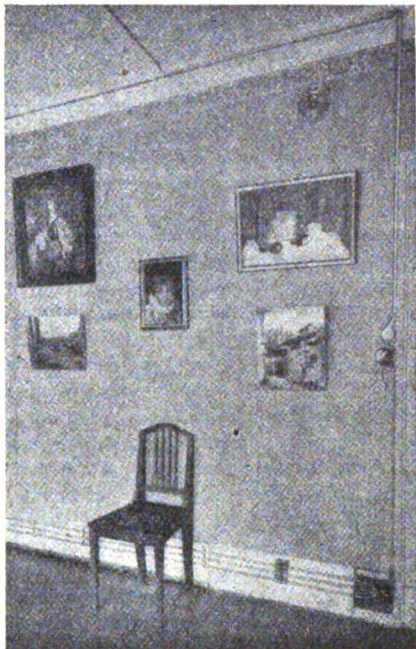


Fig. 1.

abitazione (fig. 1) od altrimenti alloggiati in edifici destinati a scopi speciali. La fig. 2 mostra per es. la disposizione adottata per corpi riscaldanti in uno shed per filatura.

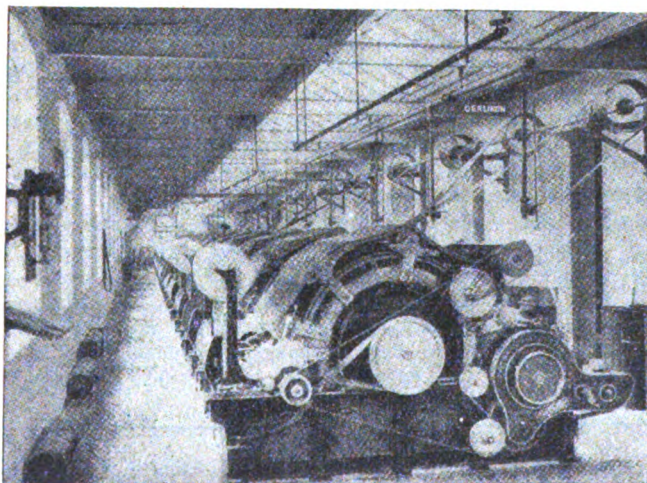


Fig. 2.

Pregio precipuo del sistema è la grande uniformità di temperatura che esso permette di raggiungere in tutto l'ambiente riscaldato.

In una stanza di circa 70 m³, con una parete ad ovest, una a nord ed una in corrispondenza di una scala, col sistema in parola, una potenza di 25 W per m³ è stata sufficiente a mantenere la temperatura 15° al disopra di quella esterna. Durante le 4 ore in cui dell'energia si usufruì a scopo di illuminazione, ed in cui i corpi riscaldanti vennero distaccati dalla rete, la temperatura ambiente non diminuì che di 2°.

Un capannone per motori, di 4680 m³, usufruendo durante la sola notte a scopo di riscaldamento di un potenza di 50 kW, potè esser tenuto costantemente ad una temperatura media di circa 7° (7° ± 2°) con una temperatura esterna media di circa 2°.

f. n.

IMPIANTI.

G. TROELTSCH — L'impianto idroelettrico dello Stato norvegese a Glomfjord. (E. T. Z., N. 45 e 47 del 9 e 23 novembre 1922, pagg. 1354 e 1405).

L'impianto in parola, destinato ad alimentare gli stabilimenti elettrometallurgici per la lavorazione dello zinco esistenti sulle rive del Clomfjord, sfrutta un bacino di circa 250 km², con una portata di circa 25 m³/sec. La pianta generale (fig. 2) dà un'idea delle opere idrauliche eseguite per l'opportuno collegamento dei laghi Storglomvand e Navervand tra di loro ed all'edificio di presa (pozzo di 85 m² in pianta e di 23 m in profondità). Di qui (fig. 3) si dipartono due condotte forzate (che diverranno tre ad impianto completo) in tubi di acciaio saldati, il cui diametro iniziale di 2 m si riduce a m. 1,4 in vicinanza dell'edificio delle macchine: la velocità dell'acqua aumenta in corrispondenza da 2,9 a 6,7 m/sec. Ciascuna condotta va ad alimentare, con opportuna biforcazione due gruppi generatori (dei sei preveduti, tre sono già installati, fig. 1 e 4). La costruzione dell'edi-

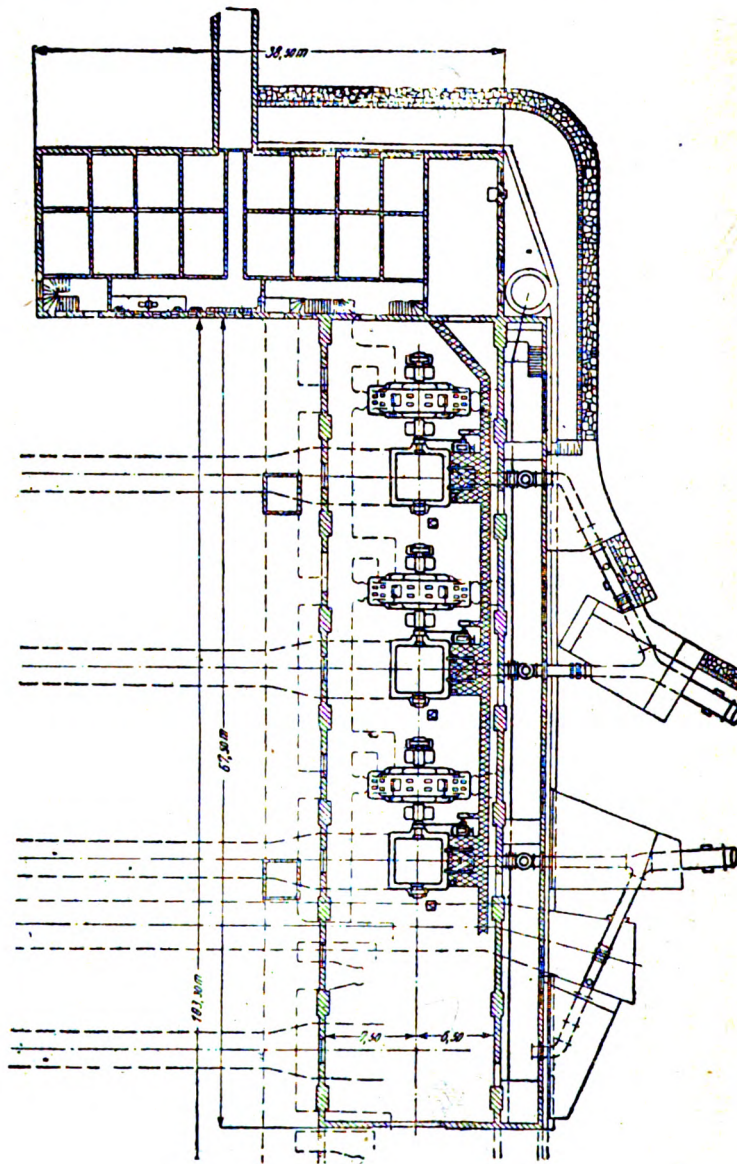
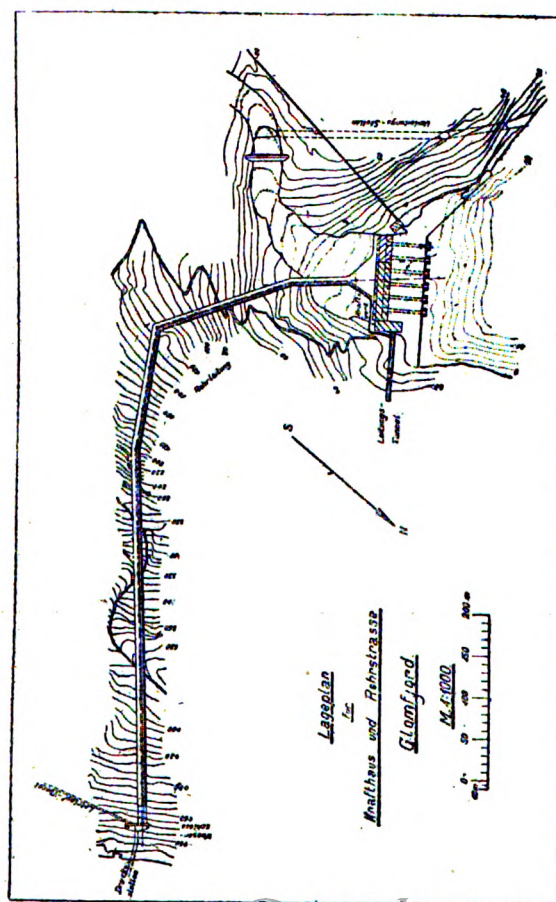
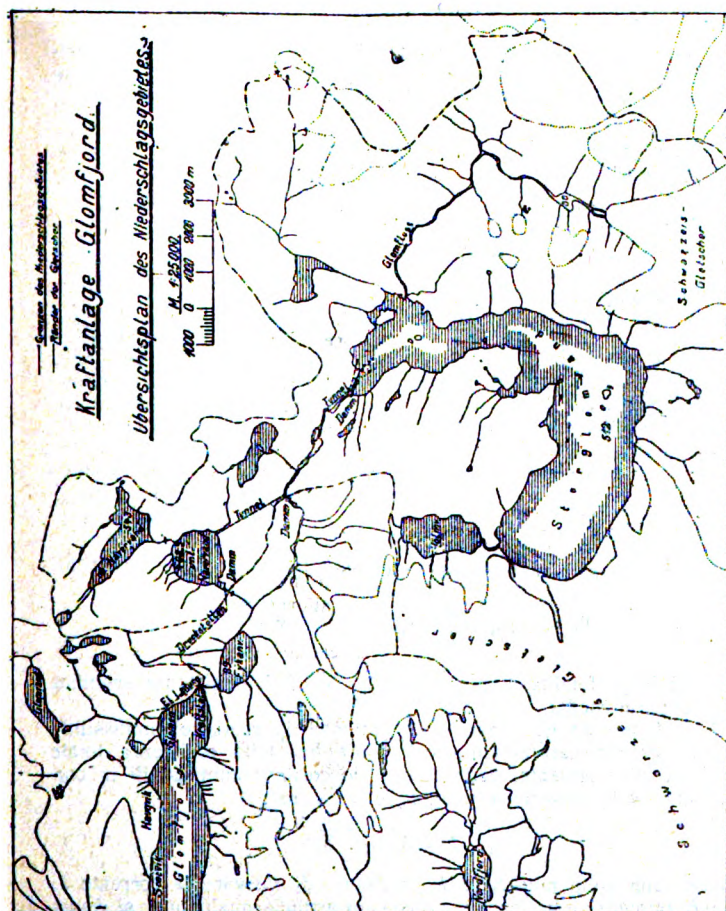
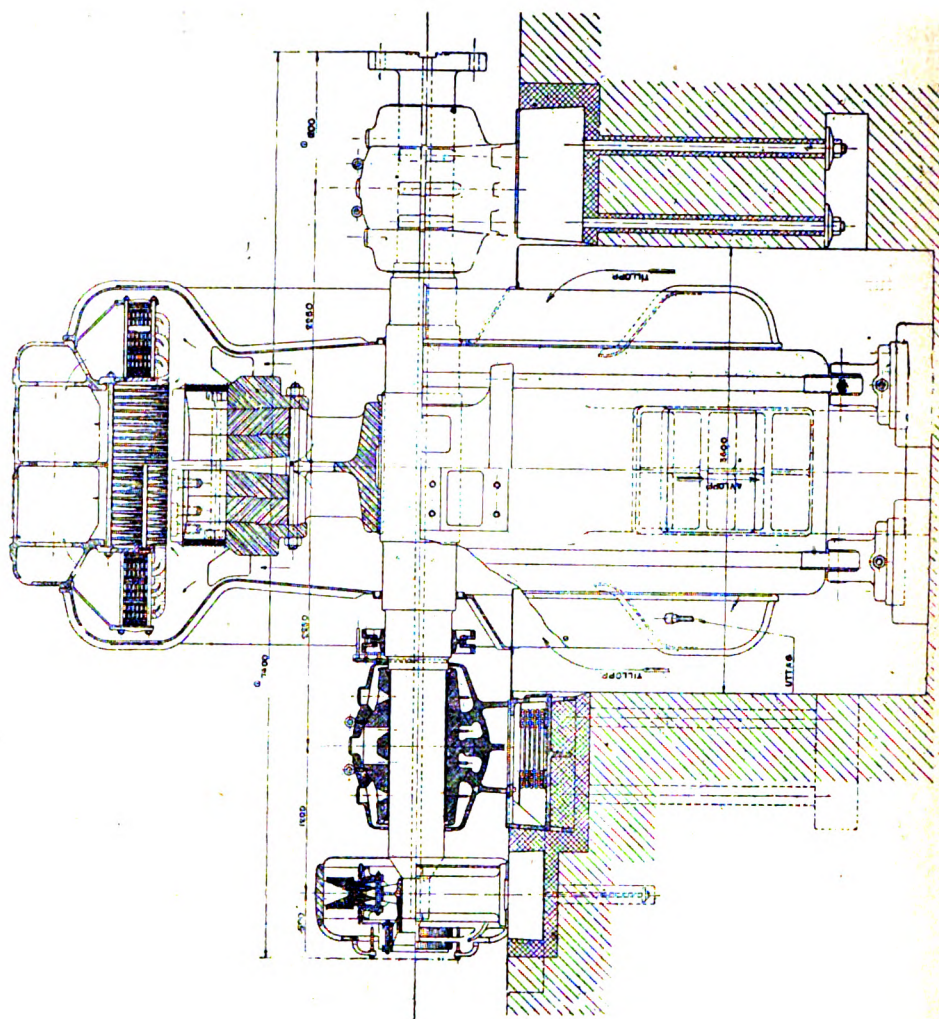
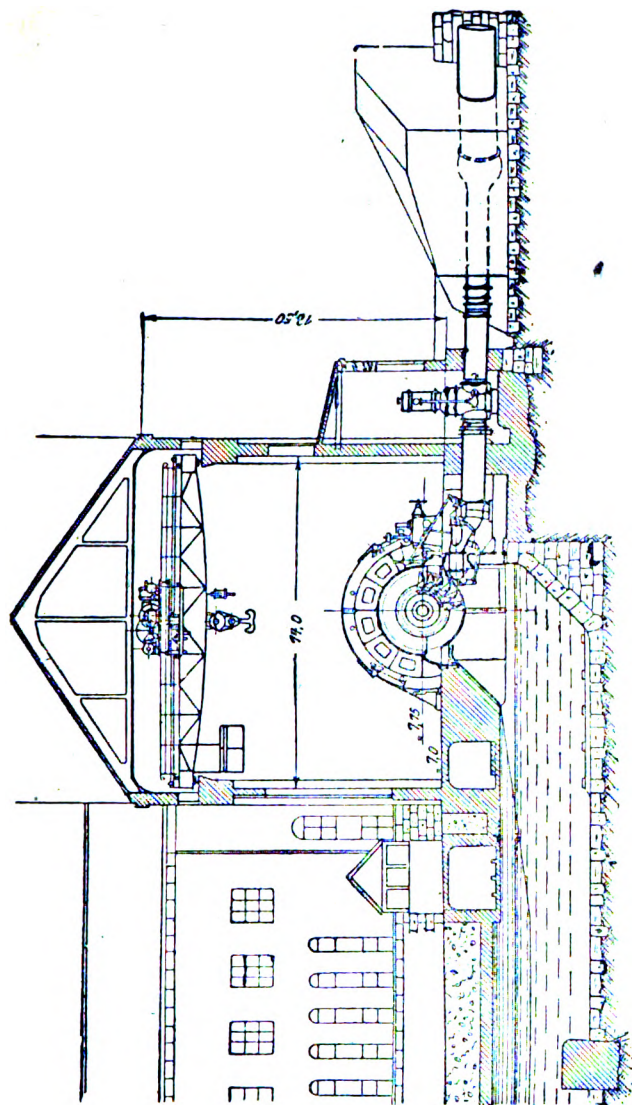


Fig. 1.

ficio richiese il prosciugamento della foce del fiume Fykan, il che fu ottenuto (fig. 3) con sbarramento a monte a mezzo di diga: lo smaltimento della portata è assicurato da una galleria di 40 m² di sezione e di 300 m di lunghezza.

Delle turbine (Pelton), per 442 m di caduta, le prime due hanno una potenza di 25.000 HP; le altre due, che completeranno l'impianto nel primo stadio, hanno una potenza di 27.500 HP. Ciascuna di esse ha due ruote con un diametro esterno di 3,4 m, e due corrispondenti distributori, con diametro di 260 mm. La velocità dell'acqua all'uscita dall'ugello, raggiunge i 90 m/sec. Sono inoltre preveduti altri piccoli distributori i quali operano sul dorso delle palette (in senso contrario, cioè, a quelli principali), e che servono ad un rapido frenamento del gruppo. La regolazione è doppia, allo scopo di eliminare il colpo d'ariete in corrispondenza di una improvvisa diminuzione del carico. Il regolatore centrifugo (fig. 6) a pendolo a è collegato, per mezzo delle leve b, c ai due distributori d ed e i quali alla loro volta comandano i due servomotori (ad olio) g ed f. Il



primo di questi è rilegato al deviatore *i* e, non appena interviene una diminuzione del carico, vien azionato immediatamente, provocando in tal modo la deviazione di una parte del getto; a questa prima regolazione, la quale non implica evidentemente una diminuzione della portata e non provoca quindi sovrappressioni apprezzabili nelle condotte, segue a mezzo del servomotore *f* la regolazione, opportunamente frenata, dell'ago *h*. Per un aumento del carico invece l'ago

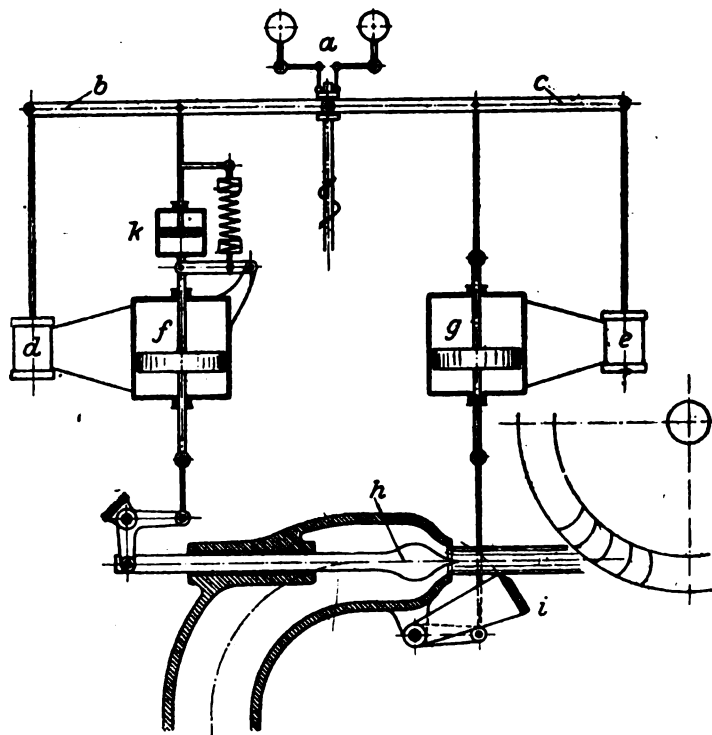


Fig. 6.

stesso vien comandato immediatamente. Le prove di collaudo hanno dimostrato che, in tal modo, scaricando improvvisamente e completamente la turbina lavorante al carico di 23 000 HP, la variazione del numero dei giri è dell'8% e l'aumento di pressione del 3,9%. La media dei rendimenti (misurati al pieno carico, ad 1/2 ed a 3/4) è risultato di 85,97% il rendimento massimo di 88,2%.

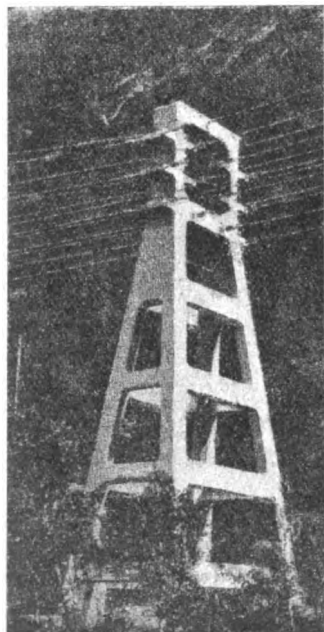


Fig. 7a.

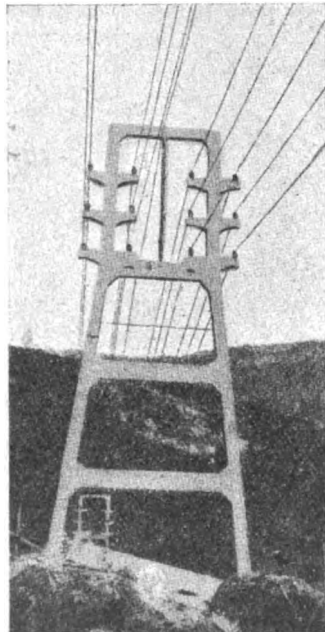


Fig. 7b.

I generatori (fig. 5) da 20 000 e 24 000 kVA, 15 000 V, 25 ~ e 300 giri con eccitatrice direttamente accoppiata (220 V) sono dell'Allmänna Svenska E. A. Il diametro esterno dello statore è di 6,7 metri, il peso complessivo di 225 tonn. (di cui 95 spettano al rotore, con 10 poli). Le scanalature dello statore sono aperte, e ciascuna contiene due conduttori (formati, ognuno, da più conduttori isolati ed in parallelo per ridurre le correnti parassite) accuratamente isolati tra di loro e verso massa con tubi di mica. L'ancoramento delle teste di matassa è assai robusto, e speciali disposizioni sono state prese per poter effettuare facilmente il cambio degli avvolgimenti di eccitazione

e delle matasse: a tal uopo, lo statore riposa, nella sua parte inferiore, su rulli i quali permettono in ogni caso di portare in alto il punto guasto dell'avvolgimento statorico, e di poterne effettuare con facilità la riparazione, che sarebbe altrimenti assai penosa, ove il danno si fosse verificato in punti poco accessibili. Il cambio degli avvolgimenti di eccitazione, implica naturalmente la rimozione della metà superiore dello statore. Le sopraelevazioni di temperatura annesso sono assai notevoli, in vista delle condizioni climatiche della località (15° di temp. media ambiente, che giunge a 25° solo eccezionalmente).

Il quadro di distribuzione occupa un edificio a due piani di 23 x 13,5 m in pianta, posto ad angolo retto con l'edificio delle macchine (figure 1 e 4). Due dei generatori sono uniti direttamente alle due linee in partenza; a mezzo di coltelli separatori, il collegamento può però esser fatto anche attraverso le sbarre collettrici alle quali è collegata la terza macchina.

Le linee, che trasportano l'energia a 4,2 km dall'impianto, corrono per i primi 1,4 km in tunnel; i restanti 2,8 km sono superati con linee aeree, ancorate a sostegni in cemento armato (fig. 7a, sostegno per curve; fig. 7b, sostegno per tratti rettilinei).

I servizi della centrale sono disimpegnati da due gruppi convertitori che, alimentati attraverso due trasformatori da 100 kVA (15 000/400 volt), forniscono rispettivamente corrente continua a 220 V e trifase a 250 V e 50 ~. Una batteria di accumulatori da 185 Amp.ora, costituisce la riserva.

Il costo dell'impianto (con 77 500 HP installati) si aggira intorno alle 240 cor. per HP; ad impianto completo, e coi prezzi base odierni, il costo unitario scenderà intorno alle 193 cor. per HP.

f. n.

* *

CONDUTTURE.

C. FELDMANN — Sul riscaldamento dei cavi multipli cordati con conduttori metallizzati. (E. T. Z., N. 51 del 21 dicembre 1922, pag. 1500).

La quantità di calore che un cavo interrato può disperdere, è dato dalla:

$$W = \frac{\tau}{S_k + S_l} \text{ (Watt/cm, cm}^2\text{)}$$

essendo τ la sopraelevazione di temperatura, S_k e S_l le resistenze (alla trasmissione del calore) del rivestimento isolante e del terreno. Secondo Mie si ha, per cavi normali (fig. 1)

$$S_k = \frac{\sigma_k}{2\pi} \log_a \frac{D'_a}{D_h} \text{ (gradi cent/Watt)}$$

in cui (Teichmüller)

$$D'_a = D_a \frac{D_{is} D_i}{D_i} \sqrt{\frac{D_h + (\nu - 1) D_i}{\nu D_i}}$$

ν è il numero dei conduttori riuniti a formare il cavo, σ_k è la resistenza specifica dell'isolante (in media, $\sigma_k = 500 \text{ W/cm, } 1^\circ$) e gli indici 2, 3, 4, si riferiscono ai rivestimenti di piombo, juta e ferro.

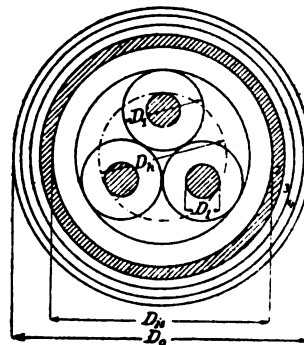


Fig. 1.

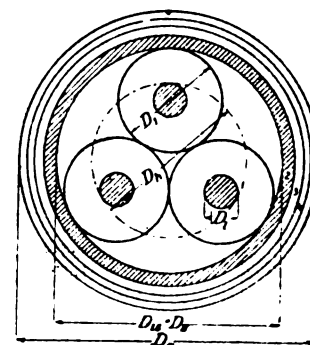


Fig. 2.

La resistenza S_l del terreno, vien definita dalla:

$$S_l = \sigma_l \log_a \frac{4l}{D_a} \text{ (gradi cent/Watt)}$$

in cui l è la profondità di posa del cavo, e σ_l la resistenza specifica del terreno (in media, $\sigma_l = 50 \text{ W/cm, } 1^\circ$).

A pari sezione ed a pari riscaldamento, la corrente ammissibile nel cavo cresce naturalmente col diminuire della resistenza totale $S_k + S_l$; e precisamente, dette I_1 e I_2 le correnti ammissibili in corrispondenza delle resistenze totali S_1 e S_2 , si ha:

$$I_1 : I_2 = \sqrt{S_2 : S_1}$$

la quale, una volta note S_1 e I_1 , permette di ricavare la corrente I_2 , che può ammettersi nel cavo, ove con un artificio qualunque, si riesca a modificare la resistenza S_2 sino al valore S_1 .

L'A. prende appunto in esame uno di tali artifici, il quale consiste nell'avvolgere, intorno ai conduttori isolati interni, un sottile nastro metallico (fig. 2) — il che ha anche lo scopo di diminuire le sollecitazioni nel dielettrico — e si propone di trovare in tal caso l'espressione della resistenza complessiva del cavo.

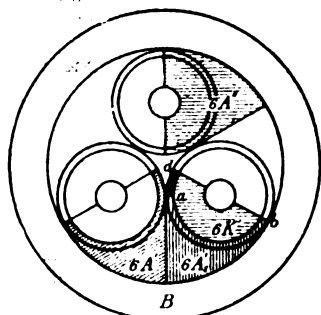


Fig. 3.

Schematizzatane la sezione come in fig. 3, il problema si riduce evidentemente a trovare l'espressione della resistenza per uno dei sei settori in cui la sezione stessa può considerarsi divisa. Alla corrente calorifica immaginata procedente dal conduttore radialmente verso l'esterno, si offrono, in corrispondenza dell'avvolgimento metallico, due vie di dispersione: una di esse è costituita dall'avvolgimento

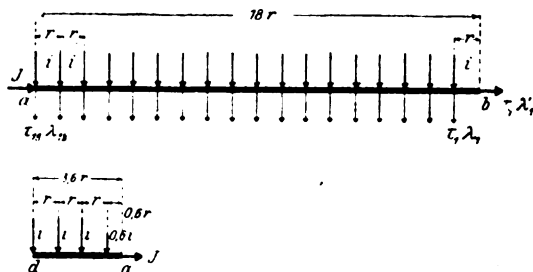


Fig. 4.

metallico stesso il quale convoglia il calore verso il rivestimento esterno B, secondo $d-a-b$; l'altra dal triangolo mistilineo di materiale isolante compreso tra l'avvolgimento metallico ed il rivestimento esterno B stesso: a costituire la resistenza complessiva, contribuirà allora la combinazione delle due resistenze anzidette, immaginate connesse in parallelo. Tenuto debito conto del fatto che lungo il tratto $d-a$ la

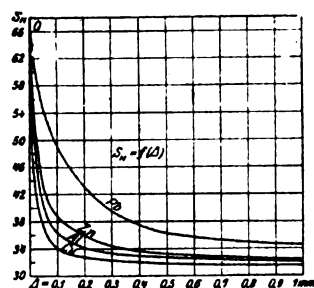


Fig. 5.

trasmissione del calore non può avvenire se non in senso longitudinale (verso b), detta B la resistenza che compete al rivestimento esterno, immaginando diviso il tratto $a-b$ ed il triangolo mistilineo in 18 elementi (aventi l'andamento dei fletti di corrente calorifica, da tracciarsi, per le pratiche applicazioni, a sentimento, tenendo conto del fatto che il rivestimento esterno in piombo deve essere una superficie isoterma) secondo lo schema della fig. 4, si giunge per la resistenza complessiva, alla:

$$S_H = A'' + B$$

in cui:

$$A'' = \frac{(K' + A')(K + A)}{(K' + A') + (K + A)}$$

con

$$K = \frac{1}{3} \cdot \frac{6}{5} \cdot \frac{\sigma_k}{2\pi} \log_n \frac{D_1}{D_i}$$

$$K' = \frac{1}{3} \cdot \frac{\sigma_k}{2\pi} \log_n \frac{D_1}{D_i} = \frac{5}{6} K$$

$$A = \frac{3\sigma_k}{\sum_{i=1}^{18} \tau \lambda}$$

$$A' = \frac{r}{6} \left[\left(10,9 - \frac{0,171}{\sum \lambda + \frac{1}{9r}} \right) + 0,376 \right]$$

essendo r e λ rispettivamente la resistenza di un elemento di rivestimento metallico, e la conduttività di un elemento di materiale isolante.

Applicando il metodo anzi esposto a diversi tipi di cavi, e supponendo eseguita la metallizzazione con nastro di rame da 0,1 mm o di zinco da 0,03 mm, l'A. giunge ai risultati riassunti nella seguente tabella, in cui $S_t = K + A + B$ è la resistenza che competerebbe al cavo senza metallizzazione.

	Metallizz. con nastro di Cu Tipo del cavo			Metallizz. con nastro di Zu Tipo del cavo		
	3 x 50	3 x 70	3 x 95	3 x 50	3 x 70	3 x 90
r	4,6	4,87	5,2	60	63,2	67,8
A	17,3	17,3	17,3	—	—	—
A'	7,30	7,74	8,24	90,4	95,5	101,2
K	38,2	34,2	30,9	—	—	—
K'	31,7	28,5	25,8	31,7	28,5	31,7
A''	22,9	21,3	20,0	38,3	36,6	34,9
B	11,1	10,6	9,8	—	—	—
S_H	34,0	31,9	29,8	49,4	47,2	44,7
S_K	66,6	62,1	58,0	—	—	—
$100 \frac{S_K - S_H}{S_K}$	49	48	48	26	24	23

Da essa si deduce che, supposto il cavo subacqueo ($S_t = 0$), la corrente ammissibile nel cavo stesso aumenta circa del 38 % se la metallizzazione è eseguita con rame, circa del 15 % se con zinco.

Particolarmente interessante è il diagramma riportato in fig. 5, il quale dà le resistenze S_H in funzione dello spessore Δ del nastro usato per la metallizzazione, e per diversi metalli (cavo 3 x 50). Da esso appare chiaramente che adottando nastro di rame da 0,1 mm ($S_H = 34$) non si è molto lontani dal valore minimo che si raggiungerebbe teoricamente aumentando all'infinito lo spessore della metallizzazione ($S_H = 31,3$ per $\Delta = \infty$).

Chiudono l'articolo alcune brevi istruzioni intorno al procedimento grafico da seguire per tracciare con esattezza l'andamento delle correnti termiche e le isoterme relative alla sezione trasversale dei cavi trifasi.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

A. RINGEL — Il ricevitore a neutrodina. (Wir. I. Age, aprile 1923, Vol. X, N. 7, pag. 54).

È noto come negli apparati riceventi r. t. la capacità interna dei triodi intervenga a creare un accoppiamento fra il circuito di anodo e il circuito di griglia e come tale accoppiamento sia causa di oscillazioni persistenti che, col loro innescarsi, impediscono od ostacolano la ricezione. Ad evitare tali oscillazioni occorre limitare l'amplificazione regolandola con potenziometri, ciò che significa mantenere forzatamente basso il rendimento dei triodi dal punto di vista del loro potere amplificatore. Il Prof. Hazeltine, in una recente riunione al Radio Club Americano all'Università di Columbia, ha presentato un suo speciale ricevitore, che egli chiama a « Neutrodina », in cui, con l'aggiunta di opportuni condensatori inseriti fra griglia e griglia dei successivi triodi, riesce a neutralizzare gli accoppiamenti capacitivi fra griglia e anodo degli stessi triodi. Si tratta in sostanza di un ricevitore sintonizzato il quale ha la proprietà di essere di funzionamento stabile, di facile sintonia e di non richiedere potenziometro.

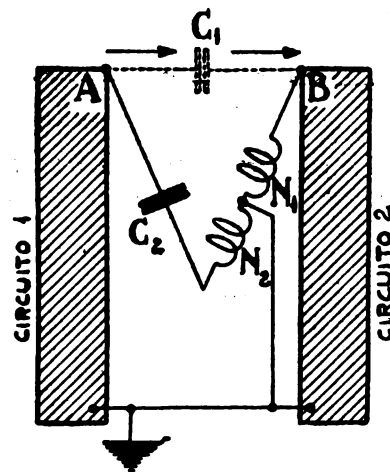


Fig. 1.

In fig. 1 è rappresentata una sistemazione di circuito adatta in genere a neutralizzare l'effetto di un accoppiamento capacitivo. Si supponga che fra i punti A e B dei circuiti 1 e 2 aventi già un punto in comune connesso alla terra esista il solo accoppiamento capacitivo rappresentato dal condensatore C_1 . Ciò significa che se

nel circuito 1 entra una certa potenza a frequenza r. t., una parte di questa sarà trasmessa anche al circuito 2 attraverso C_1 . Si avrà cioè in un certo istante passaggio di corrente da A a B nella direzione delle frecce. A neutralizzare tali correnti serve l'installazione costituita da C_2 , N_2 , N_1 essendo N_2 , N_1 due bobine strettamente accoppiate e aventi il loro punto in comune messo a terra. Si avrà in-

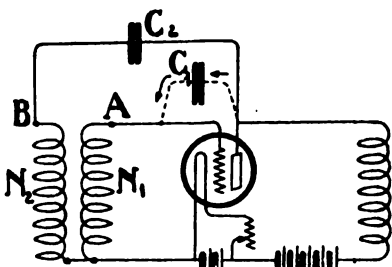


Fig. 2.

fatti nello stesso istante una corrente che da A andrà alla terra attraverso C_2 e N_2 . Tale corrente indurrà in N_1 una f. e. m. e quindi una corrente, la quale, con opportuna regolazione e scegliendo convenientemente il senso degli avvolgimenti, potrà annullare la corrente che da A andava a B attraverso C_1 . Per una completa neutralizzazione il Prof. Hazeltine ha dimostrato che deve essere soddisfatta la relazione:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{C_2}{C_1}$$

in cui N_1 ed N_2 rappresentano i numeri di spire di ciascuna delle due bobine. La stessa istallazione serve evidentemente a neutraliz-

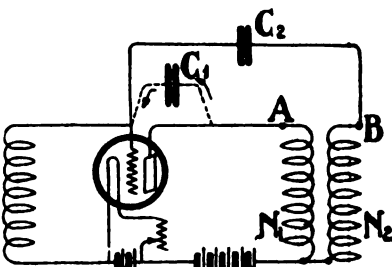


Fig. 3.

zare anche un passaggio di potenza che avvenisse in senso inverso e cioè dal punto B al punto A. L'applicazione di un tale concetto a

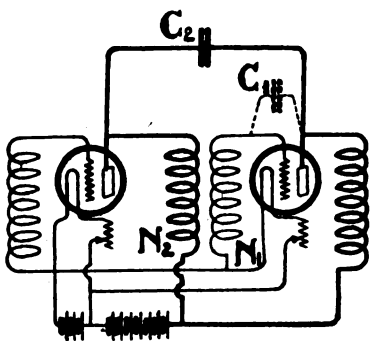


Fig. 4.

un triodo ricevente è rappresentata in fig. 2 e fig. 3 in cui oltre al condensatore C_2 è necessario sistemare la bobina N_2 . L'aggiunta di

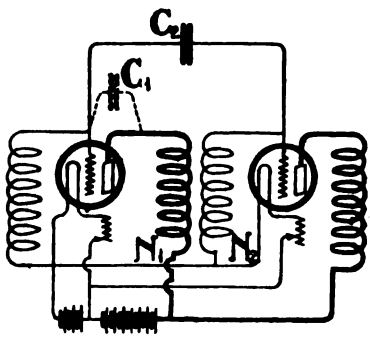


Fig. 5.

tale bobina può essere risparmiata servendosi degli stessi avvolgimenti primari e secondari dei trasformatori dell'apparato ricevente

come è rappresentato in fig. 4 e fig. 5. Si vede quindi come, a neutralizzare gli effetti di capacità fra griglia e placca basti l'inserzione di condensatori fra placca e placca oppure fra griglia e griglia dei successivi triodi. Naturalmente i valori di capacità da inserire variano al variare del tipo di triodo usato e quindi di C_1 e dei rapporti di trasformazione dei trasformatori.

Per un valore di C_1 di circa $6 \mu F$ e un rapporto di trasformazione $\frac{N_2}{N_1} = 4$ come è per il ricevitore sperimentato dal Prof. Hazeltine, la C_2 risulta di 1,5 oppure $24 \mu F$ a seconda che si usi l'installazione della fig. 4 oppure quella della fig. 5.

Un ricevitore a neutrodina sintonizzato con due stadi di amplificazione ad alta frequenza è rappresentato in fig. 6. La difficoltà

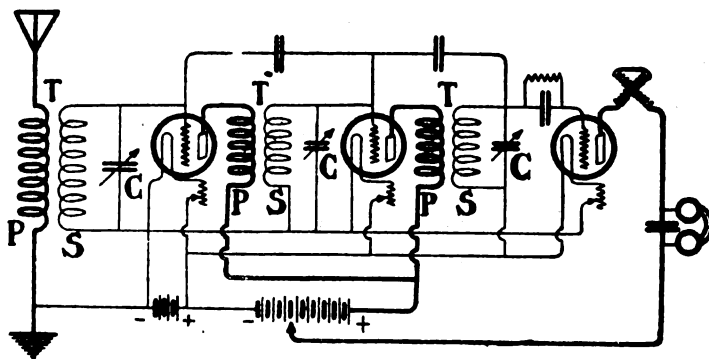


Fig. 6.

della costruzione di condensatori variabili di capacità dell'ordine di poche unità di μF è stata sormontata ingegnosamente col dispositivo rappresentato in fig. 7 I fili connessi alla griglia e opportuna-

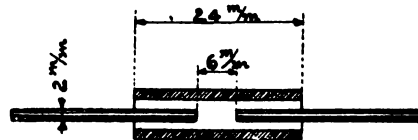


Fig. 7.

mente isolati sono alle loro estremità opposte affacciati l'un l'altro e infilati dentro un piccolo tubo metallico. Facendo scorrere tale tubicino si varia la capacità e per tentativi si regola questa fino ad ottenere la perfetta neutralizzazione degli accoppiamenti capacitivi. La regolazione una volta fatta si mantiene, purché naturalmente il tubicino non sia poi spostato e si usi sempre lo stesso tipo di triodi. U. So.

*

J. HOLLINGWORTH — La misura del campo elettrico dei segnali r. t. in arrivo. (The El., 9 marzo 1923, Vol. 90, N. 2338, p. 251).

Il National Physical Laboratory ha sviluppato un metodo galvanometrico per la misura dei campi delle onde r. t., il quale presenta i seguenti vantaggi: a) non richiede l'eterodina, b) non sono necessari schermi metallici, c) non tiene in funzione più di un circuito oscillatorio per volta.

Il segnale in arrivo, dopo esser stato raccolto da un circuito sintonizzato, agisce su un amplificatore a più stadi del tipo aperiodico a resistenza. Nel circuito anodico dell'ultimo triodo è inserito un galvanometro molto sensibile che, mediante un dispositivo potenziometrico di compensazione, è riportato a zero per la corrente anodica normale. Quando il segnale agisce sull'amplificatore, la corrente anodica cambia in seguito all'azione raddrizzatrice del triodo e il galvanometro devia. Si stacca allora il circuito risonante dall'amplificatore, si mette in azione un circuito generatore locale e lo si fa agire sull'amplificatore stesso mediante il secondario aperiodico di un variometro tarato. Si regolano allora l'intensità e l'accoppiamento dell'oscillatore locale fino ad avere sul galvanometro una deviazione eguale a quella prodotta dal segnale.

L'aereo è a telaio e, con tre valori di induttanza e con opportuni condensatori, permette di far misure su qualunque onda fra 3000 e 25000 m. L'amplificatore a resistenza si è dimostrato assai stabile purché fatto funzionare ben lungi dalla condizione di «rigenerazione» ossia di funzionamento in autodina. Per ottenere che lo zero del galvanometro sia stabile, l'ultimo triodo dell'amplificatore è alimentato da una batteria di accensione a parte.

L'oscillatore locale agisce sul secondario aperiodico mediante tutta la sua autoinduzione, posta a distanza conveniente. Il valore del coefficiente di induzione mutua M per ciascuna posizione reciproca del 1° e del 2° è misurato con corrente ad alta frequenza misurando la corrente primaria, quella secondaria e la resistenza del secondario aperiodico. A tali misure servono termoamperometri e termogalvanometri tarati con corrente continua. Naturalmente per risalire dalla conoscenza della tensione, provocata dal

segnale ai capi del condensatore del circuito oscillatorio e applicata all'entrata dell'amplificatore, fino al campo elettromagnetico dell'onda, occorre conoscere oltre alle dimensioni del telaio ricevente, anche la resistenza equivalente totale del circuito oscillatorio medesimo. La relativa misura si ripete per ogni esperienza e si esegue introducendo nel circuito oscillatorio resistenze aggiuntive note e registrando le corrispondenti variazioni al galvanometro anodico posto all'uscita dell'amplificatore. Usando 4 resistenze aggiuntive (7,46 18,3 39,9 78,2 Ω) e combinando a due a due i risultati, si sono avuti ad es. i seguenti valori di resistenza del circuito ricevente per una data misura: 22,3 22,9 22,73 22,35 23,8 23,2 22,4 22,3 21,5, che dimostrano una concordanza più che soddisfacente in misure di questo genere. Numerose prove hanno dimostrato che questi valori sono indipendenti dalla regolazione dell'amplificatore.

Come esempio l'A. riporta i risultati delle misure eseguite tra il 25-X-'22 ed il 10-I-'23 sui segnali URSI della Stazione di Nantes (UA). Queste misure hanno dato un minimo di 840 ed un massimo di 3276, come valori del campo elettrico espressi in $\mu V/m$ (escluso un massimo eccezionale di 4260). Il valore calcolato secondo la formula di Austin-Cohen sarebbe 1760.

* *

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

I. W. GREEN e J. G. MAXFIELD — Sistemi telefonici per grandi assemblee. (Journ. A. I. E. E., aprile 1923, Vol. 42, N. 4, pag. 347).

W. MARTIN e A. B. CLARK — Uso dei sistemi telefonici per grandi assemblee in relazione con le linee telefoniche ordinarie. (ibidem, pag. 359).

I sistemi di ripetizione telefonica per grandi assemblee sono stati ideati ed effettuati in America allo scopo di permettere ad un oratore di far sentire la sua voce non al pubblico raccolto al massimo a 30 o 40 metri da lui, ma alle enormi masse di persone che possono affollarsi in un'area di parecchie centinaia di metri di raggio o a quelle che si possono raccogliere in luoghi anche lontanissimi da dove egli parla.

La riproduzione fedele dei suoni dipende essenzialmente sia dalle proprietà acustiche dello spazio in cui i suoni sono originariamente generati e di quello in cui sono ripetuti, sia dalle caratteristiche degli apparecchi usati per la trasformazione e trasmissione. Sull'acustica dello spazio influiscono fenomeni di riflessione, di eco, di risonanza e di diffrazione; essi debbono essere studiati volta per volta a seconda delle condizioni locali. Quando il luogo in cui sono prodotti i suoni originari è il medesimo in cui essi vengono ripetuti amplificati, si deve anche aver cura di evitare le influenze reciproche tra il microfono ed i ripetitori; altrimenti il sistema diventa per conto proprio generatore di suoni persistenti e molesti.

Quanto all'insieme degli apparecchi usati, essi debbono soddisfare ai requisiti non solo di intensità, ma anche di fedeltà nella riproduzione dei suoni. La fedeltà esige che siano evitate tutte le varie forme di distorsione dovute a disuniforme amplificazione delle varie frequenze o all'introduzione di frequenze estranee.

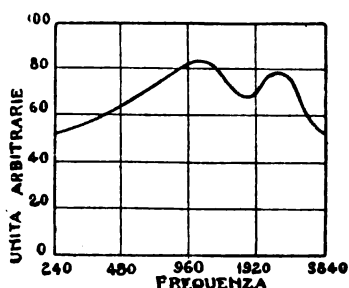


Fig. 1.

La catena degli apparecchi è costituita da un raccoglitore e trasmettitore del suono originario (microfono), da un primo amplificatore della voce, da un secondo amplificatore di potenza ed infine da uno o più ricevitori-proiettori, che ritrasformano le correnti amplificate in onde sonore. Si può avere un'idea della fedeltà della trasmissione dell'intero sistema, esaminando la fig. 1, in cui le ordinate sono proporzionali al logaritmo della potenza sonora emessa dai proiettori, a pari intensità di suono ricevuta dal microfono sulle diverse frequenze. A malgrado che tale diagramma non sia una retta orizzontale, l'esperienza dimostra che, quando le variazioni di ordinate sono contenute nei limiti da esso indicati, la riproduzione riesce fedelissima. Accade anzi che il pubblico, vedendo l'oratore, creda di ascoltare la sua viva voce e solo si accorga di ascoltarne invece una riproduzione artificiale, quando constata che non sente assolutamente nulla, appena si interrompe per un momento il funzionamento del sistema. Si è rilevato che per una riproduzione veramente buona della voce, occorre che l'amplificazione sia fedele per tutte le frequenze fra 200 e 4000. Per la riproduzione della musica la gamma deve essere assai più estesa specialmente verso le basse frequenze (fra 16 e 5000) e per di più si incontrano in questo caso notevoli

difficoltà riguardo all'intensità del suono, il quale in una partitura orchestrale può subire variazioni di intensità da 1 a 50 000 circa. E se il sistema è regolato per dare la massima amplificazione (quando il suono originale è debolissimo), esso dà luogo a distorsione quando il suono originale è molto forte, ed è quindi necessario che un operatore segua man mano la musica e modifichi convenientemente il potere amplificatore.

Lo schema generale dei vari apparecchi è chiaramente indicato dalla fig. 2. Il frazionamento dell'amplificazione in due stadi succes-

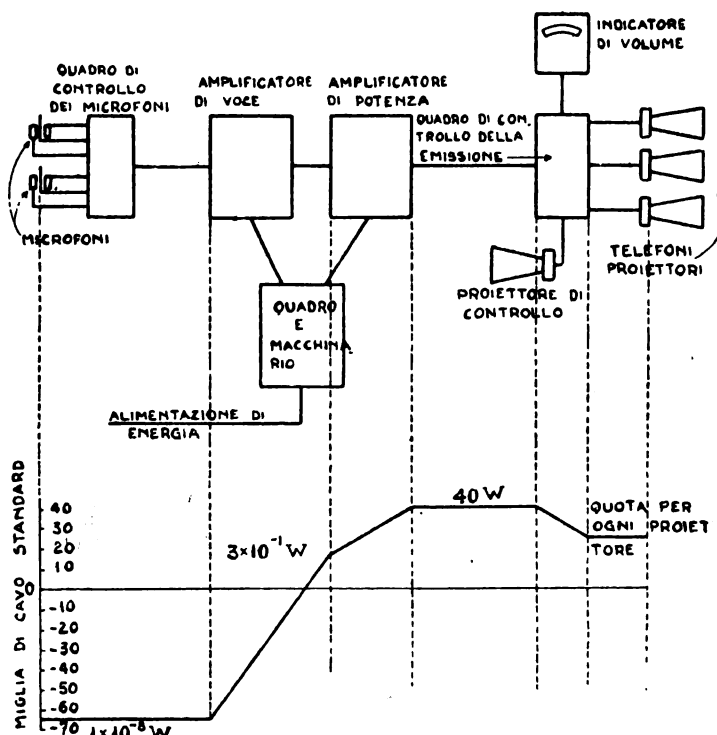


Fig. 2.

sivi è conveniente per dare maggiore elasticità al sistema e per permettere il convogliamento delle correnti telefoniche su linee ordinarie dopo l'amplificatore di voce, nel caso che la ripetizione debba esser fatta non sul posto, ma da un luogo ad un altro. Per dare una idea della potenza disponibile nei vari stadi della trasmissione, gli AA. hanno tracciato il diagramma in basso della fig. 2. In esso le ordinate sono misurate, secondo l'usanza della tecnica telefonica, in miglia di cavo standard che la corrente telefonica potrebbe percorrere utilmente, in base alla potenza di cui dispone nei vari stadi di trasformazione. Con questa convenzione si può anche parlare di distanze negative o «sotto zero», che corrispondono appunto alla debolissima potenza raccolta dai trasmettitori. L'amplificazione totale del suono può essere da 1 a 120 milioni.

Come microfono trasmettitore, dopo aver usato per qualche tempo il microfono elettrostatico o microfono a condensatore, si dovette

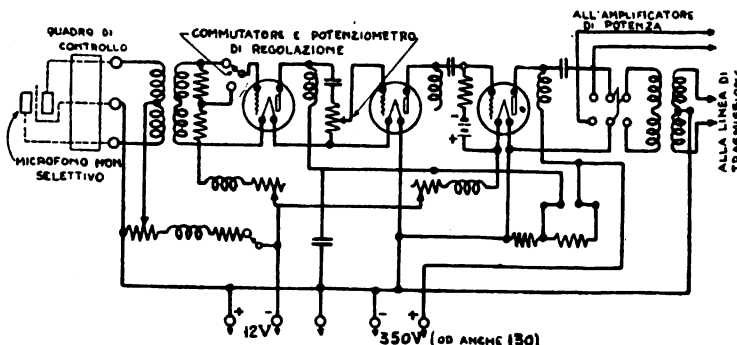


Fig. 3. — Amplificatore di voce.

abbandonarlo per i suoi inconvenienti ed oggi si adopera uno speciale microfono a granuli di carbone con due capsule ai due lati della membrana, in modo che mentre in una capsula la pressione cresce, diminuisce nell'altra. È stato possibile, con questo ed altri artifici costruttivi, ottenere una molto maggiore fedeltà che non coi microfoni ordinari, e ciò naturalmente a scapito della sensibilità, che è qui circa 1000 volte minore. Ne segue che si richiede una assai più energica amplificazione, tanto più se si tien conto del fatto che l'oratore non parla così vicino al microfono come nelle ordinarie conversazioni telefoniche.

Lo schema dell'amplificatore di voce è rappresentato dalla fig. 3 e quello dell'amplificatore di potenza dalla fig. 4. L'amplificazione si

regola principalmente modificando l'ampiezza delle variazioni di potenziale di griglia, impresse ai due primi triodi dell'amplificatore di voce. I proiettori di suono sono speciali telefoni elettromagnetici, con membrana corrugata e capace di ampie elongazioni, forniti o di corni ad imbuto dritto o curvo per piccoli ambienti, o di grandi corni in forma di piramide a pianta rettangolare, lunghi oltre tre metri, con parete di legno, rinforzata da nervature per impedire le vibrazioni laterali. Il circuito telefonico di ciascun ripetitore è alimentato da un autotrasformatore a diverse prese che permette di variare il volume del suono. Un particolare ripetitore è nella camera di controllo.

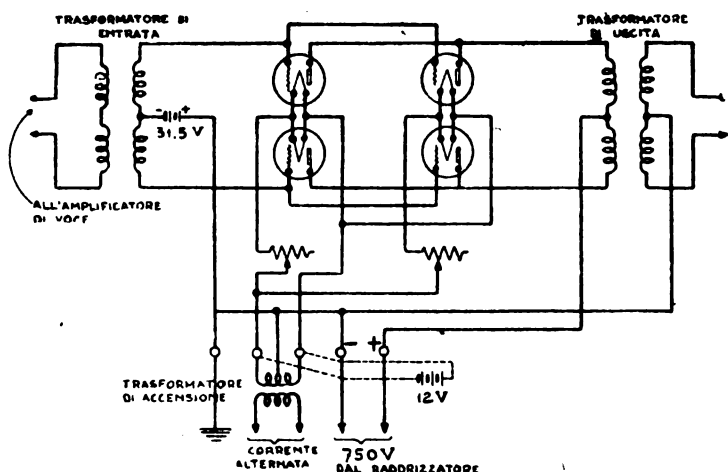


Fig. 4. — Amplificatore di potenza.

Ogni impianto è predisposto in maniera da poter ricevere l'energia, necessaria al suo funzionamento, dalle reti ordinarie di distribuzione elettrica. In vari punti dell'assemblea sono distribuiti alcuni osservatori collegati telefonicamente con l'operatore della camera di controllo, al fine di poter subito segnalare e correggere gli eventuali difetti di funzionamento.

Con questo sistema il discorso presidenziale di Harding tenuto nel marzo 1921 poté essere chiaramente ascoltato da 125 000 persone e nell'anniversario dell'armistizio (1921) enormi masse di pubblico poterono partecipare alle onoranze al Milite Ignoto simultaneamente a San Francisco, a New York e ad Arlington. In particolare le due comunicazioni qui riassunte e presentate alla riunione invernale dell'A. I. E. E. tenuta nel febbraio 1923 a New York furono in pari tempo ascoltate da un'altra assemblea dell'Institute a Chicago. Il sistema si presta infatti agevolmente per il collegamento sia alle linee telefoniche sia agli apparati di telefonia senza fili. Ma per una buona trasmissione occorre che le linee soddisfino dal punto di vista elettrico ad esigenze molto più severe di quelle imposte per la telefonia ordinaria, specialmente nei riguardi della selettività, che deve essere praticamente nulla in tutta la gamma di frequenze interessate. Così pure, sia per la trasmissione su linee, sia per quella senza fili, è indispensabile sorvegliare e proporzionare, a seconda del bisogno, l'amplificazione prodotta dagli apparecchi e particolarmente dell'amplificatore di voce, il che si ottiene, come si è visto, agendo sulla tensione di griglia dei due primi triodi.

sione elettronica necessaria al funzionamento del triodo è già raggiunta quando il catodo è portato al rosso scuro.

Un notevole progresso è stato fatto recentemente dalla «Osram» inglese (che fabbrica i triodi per la Marconi's Wireless) ricorrendo all'uso di filamenti di tungsteno con aggiunta di ossido di torio. (Wirel. World 5 maggio 1923, vol. 12, N. 194, pag. 137). Questa aggiunta si era dimostrata già vantaggiosa nella costruzione delle lampade a incandescenza, in quanto permette di ottenere filamenti più robusti. Fin dal 1914 il Langmuir, nei laboratori della Gen. El. Co., aveva osservato che i filamenti di tungsteno al torio, usati nella costruzione dei triodi, possono dar luogo a emissioni elettroniche molto intense con bassa temperatura. A tal fine occorre innanzi tutto che il vuoto sia eccezionalmente buono; portando allora il filamento per alcuni minuti alla temperatura di 2600° C e poi abbassando la temperatura stessa a 2000° C, si trova che l'emissione elettrotecnica può essere fino a 100 000 volte maggiore di quella che si avrebbe con tale incandescenza da un filamento di tungsteno puro. La cosa sembra dovuta a ciò, che, durante il breve riscaldamento a 2600° C, si determina una reazione fra tungsteno e ossido di torio, per effetto della quale una certa quantità di torio metallico si libera alla superficie del filamento. Si utilizza così il grande potere emissivo del torio, che è molto più elettropositivo del tungsteno. Data la grande tendenza del torio ad ossidarsi di nuovo, occorre che il vuoto sia perfettissimo e che la temperatura del filamento non sia mai più elevata al di sopra del rosso scuro. In tali condizioni si determina una lenta diffusione di torio dall'interno del filamento verso la periferia e la vita del filamento stesso risulta eccezionalmente prolungata.

Mentre il prezzo dei nuovi triodi ricevuti con filamento di tungsteno al torio è assai più elevato di quello dei triodi ordinari, il loro consumo di potenza per l'accensione è assai ridotto ($0,72 W = 1,8 V \times 0,4 A$ anziché $2,8 W = 4 V \times 0,7 A$), la loro durata è certo più che doppia e il loro funzionamento negli amplificatori, specialmente a frequenza acustica, è assai più silenzioso, che nel caso dei triodi ordinari.

*

Variazione della resistenza dei metalli puri in funzione della temperatura. — L. Holborn ha recentemente ripreso (E. T. Z. 10 maggio 1923, vol. 44, n. 19, pag. 436), le misure sulle variazioni di conduttività dei metalli puri in funzione della temperatura, ed ha nuovamente constatato che bastano impurità anche leggerissime a far diminuire di molto il coefficiente di temperatura. Ne segue che parecchi valori di quest'ultimo, ottenuti in passato, debbono essere corretti ed accresciuti, in base a nuove esperienze, eseguite su campioni di maggiore purezza. La tabella dei coefficienti medi di temperatura fra 0° e 100° per i principali metalli, ricavati da esperienze sui più puri fra i campioni che poterono essere procurati, è la seguente:

Ni	0,675	Rh	0,443	Ir	0,411
Co	0,658	Mo	0,435	Ag	0,410
Fe	0,657	Cu	0,423	Au	0,400
W	0,465	Cd	0,424	Pt	0,392
Bi	0,446	Pb	0,422	Pd	0,377
Al	0,445	Zn	0,415	Ta	0,347

È degno di rilievo il fatto che, anche sotto questo riguardo, i metalli ferromagnetici formano un gruppo a parte, ben differenziato dagli altri.

*

ONORANZE.

Il Presidente della Sezione di Torino in nome della patria di Galileo Ferraris ha inviato a Blathy, il valoroso ed illustre tecnico della Ditta Ganz che fu tra i primi ad occuparsi dello studio e della costruzione industriale dei trasformatori, la sua adesione alle onoranze che in quest'anno gli vengono tributate. Al telegramma di felicitazione il Blathy ha risposto con un profondo e commosso ringraziamento.

*

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Sulla natura dei disturbi atmosferici in r. t. — In una recente rassegna di argomenti r. t., G. W. Howe (The El., Vol. XC, N. 2347 dell'11-V-923, pag. 501), mette in rilievo la importanza di una memoria presentata da R. A. W. Watt ed E. V. Appleton alla Royal Society di Londra, in cui è riassunto il lavoro da essi compiuto nella trazione r. t. sperimentale di Aldershot, sotto gli auspici del Radio Research Board. Non sembra esagerato affermare che tale memoria rappresenta la più interessante raccolta di dati che sia stata finora pubblicata in materia d'intrusi atmosferici. Essa intanto non è che una relazione preliminare che sarà seguita dal resoconto più particolareggiato dei risultati sperimentali. Il metodo di osservazione adottato dai due sperimentatori consiste nell'inserire una resistenza ohmica alla base di un'antenna affinché questa diventi aperiodica, e nell'esaminare poscia i valori transitori della d. d. p. ai capi di codesta resistenza per mezzo del nuovo oscillografo a raggi catodici ultimamente perfezionato dalla Western Electric Co.

Questo strumento, del tipo a catodo incandescente, richiede una

:: :: CRONACA :: ::

CONCORSI.

La Commissione giudicatrice dei lavori presentati al concorso indetto nel 1922 dall'Associazione Chimica Industriale assegnò: 1° al prof. Oscar Scarpa, del R. Politecnico di Torino, il premio di L. 5000, dato dall'Associazione stessa, per una Memoria riflettente l'utilizzazione — mediante forno elettrico di sua invenzione — di residui di cava e delle ceneri di piriti per la fabbricazione di materiale resistente agli acidi o agli alogeni, sia di materiale isolante, ecc.

I nostri vivissimi rallegramenti al Prof. Scarpa, colla speranza che egli voglia farci conoscere presto il suo nuovo forno.

*

ELETTROFISICA.

Tubi elettronici con filamenti a debole incandescenza. — La maggior parte dei triodi usati nella radiotecnica e nelle altre applicazioni hanno filamento (catodo) di tungsteno, che viene fatto funzionare a temperatura alquanto superiore a quella dei filamenti delle ordinarie lampade monowatt, ma notevolmente inferiore a quella dei filamenti delle lampade a mezzo watt. Nei circuiti telefonici americani è fatto anche largo uso di triodi in cui il catodo, anziché da un filamento di tungsteno, è costituito da un nastro di platino rivestito da una miscela di ossidi di calcio, bario e stronzio. In questo caso l'emis-

tensione anodica di $300 \div 400$ V ed è dotato di una sensibilità di deviazione di 1 mm per 1 V. Il suo schermo è fluorescente cosicché, in virtù della persistenza delle immagini, è possibile percepire ad occhio nudo una linea continua descritta alla velocità di 10^4 cm al secondo. Esso è provveduto di due coppie di lamine destinate a creare i due campi elettrostatici ortogonali che debbono provocare le deviazioni del raggio catodico. Una di tali coppie va connessa con la resistenza di aereo, o direttamente ovvero a traverso un amplificatore, mentre nell'altra agisce una d. d. p. alternativa per mezzo di un triodo oscillatore. In questo modo è possibile rilevare la legge di variazione delle tensioni indotte dagli'intrusi atmosferici; ma è necessario usare molte cautele, affinché influenze estranee non alterino la configurazione delle curve.

Gli esperimenti accennati nella relazione furono eseguiti dal 27 Gennaio al 12 Febbraio di quest'anno, per lo più nelle ore pomeridiane comprese fra le 7 e le 11 e il numero totale degli'intrusi atmosferici catalogati è di 590. Di questi, 516 furono osservati con accuratezza sufficiente per poter disegnare con qualche precisione l'andamento del fenomeno. Su 590 intrusi, 292 furono *aperiodici* e, fra questi, 254 di segno negativo, vale a dire capaci di far passare elettricità negativa dall'antenna alla terra. I valori delle durate di codesti intrusi variano da un minimo di 100 microsecondi ad un massimo di $1/20$ di secondo, e la durata media risulta di 4250 microsecondi. Il valore medio del campo elettrico agente sull'antenna fu di 0,125 V per metro. In generale gli'intrusi atmosferici compaiono e si dileguano con eguale rapidità e le curve sono alcune volte arrotondate, altre volte aguzze. In 298 casi gli'intrusi furono del tipo *quasi-periodico* e, normalmente, in essi fu notata una sola inversione di campo, ma spesso furono anche osservate due, tre e perfino quattro oscillazioni complete. La seconda oscillazione e le successive decrescono così in durata come in ampiezza. La forza del campo è all'incirca dello stesso ordine di grandezza come nei casi di disturbi *aperiodici*. La frequenza media delle oscillazioni, calcolata sulla base della durata del primo semiperiodo, risultò di 385 periodi al secondo, valore incredibilmente basso in confronto colle frequenze radiotelegrafiche. Al contrario del tipo *aperiodico*, quello *quasi-periodico* è prevalentemente di segno positivo, cioè la direzione del primo impulso corrisponde ad una corrente positiva fra l'antenna e la terra.

Fino ad oggi le interferenze dovute agli'intrusi atmosferici costituirono uno dei maggiori ostacoli frapposti allo sviluppo delle comunicazioni r. t. a grande distanza e tutti i tentativi fatti per vincere codesta difficoltà non ebbero altra base che l'incertezza o l'errore, perchè in realtà non si sapeva nulla intorno alla natura del nemico contro il quale si voleva combattere. E questa la prima volta che ci si schiude una via per esaminarli e per istruire il loro manifestarsi ed il loro scomparire, quindi è lecito preconizzare che allorché saremo giunti a conoscerli più intimamente riuscirà meno difficile escogitare mezzi acconci per sormontare le difficoltà da essi create e per costruire apparati ricevitori sensibili soltanto ai segnali ed insensibili invece alle variazioni di campo elettrico dell'atmosfera.

A. Me.

*

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

Le onde ultra sonore ovvero onde elastiche (Radio Electricité, Vol. IV, N. 6 del 1-VI-1923, pag. 177 e 178). — In occasione di una recente riunione dell'Accademia francese di Marina il noto fisico Langevin ha fatto una interessante comunicazione scientifica sulle onde ultra-sonore, ossia sulle onde elastiche di elevata frequenza, dimostrando quali servizi potrebbe il loro impiego rendere alla navigazione. Poiché tanto le onde hertziane quanto le onde luminose vengono assorbite dall'acqua del mare sotto uno spessore di pochi metri, non si ha per ora altro mezzo all'infuori delle onde elastiche, sonore ed ultra-sonore, che possa essere utilizzato per segnalazioni a traverso la massa d'acqua del mare; perciò che esse non subiscono alcun assorbimento da parte dell'acqua stessa, sempre quando la loro frequenza si mantenga inferiore ai 100.000 periodi.

Le onde di pochi centimetri di lunghezza generate nell'acqua dagli ultra-suoni di frequenza compresa fra 30.000 e 100.000 periodi al secondo, vengono emesse sotto forma di fasci analoghi a quelli che emanano dai proiettori luminosi e per conseguenza rendono possibili le segnalazioni orientate a piacere in seno all'acqua. Per di più, mediante la riflessione dell'onda, simile a quella che dà origine al fenomeno dell'eco, le onde ultrasuonore consentono anche l'esplorazione delle regioni sottomarine, e particolarmente i sondaggi e il preavviso della vicinanza di scogli, o di iceberg. L'apparecchio ultra-sonoro rende alla nave lo stesso servizio che il proiettore luminoso rende all'automobile col rivelare gli ostacoli che esso incontrerebbe per via, con questo vantaggio in più che il primo serve egualmente bene per emettere e per ricevere le onde, funzionando nel medesimo tempo da faro che illumina e da occhio che scruta.

Codesti risultati si ottengono per mezzo di un robusto apparato consistente in un blocco di quarzo ed acciaio, il quale mette a profitto le oramai ben conosciute proprietà piezo-elettriche. Esso è alimentato da un generatore di oscillazioni elettriche ad alta frequenza non diverso da quelli usati nella radiotelegrafia; è immerso nell'acqua e trasforma l'energia delle oscillazioni stesse in onde ultra-sonore: queste raggiungendo un apparato simile vengono da esso trasformate a loro volta in oscillazioni elettriche, la cui rivelazione ed amplificazione si ottengono con i soliti dispositivi radiotelegrafici

estremamente sensibili, al perfezionamento dei quali si deve la soluzione pratica del problema dell'applicazione delle onde ultra-sonore.

Il sistema sommariamente descritto compie in seno all'acqua una funzione che ha molte affinità con quella che compie l'antenna radiotelegrafica nell'aria, colla differenza che questa emette e riceve oscillazioni hertziane, quello emette e riceve onde elastiche, le sole che l'acqua può propagare a grandi distanze. Esso rappresenta quindi una vera e propria antenna subacquea con proprietà direttive: il suo impianto e la sua tecnica sono quegli stessi della radiotelegrafia e perciò i progressi di questa si rifletteranno anche nel campo delle segnalazioni ultra-sonore.

A. Me.

:: :: NOTE LEGALI :: ::

Derivazione di acque pubbliche.

La pubblica amministrazione non è tenuta ad alcun risarcimento verso l'utente di acque pubbliche, quando la derivazione sia stata soppressa per ragioni di interesse pubblico (lavori di bonifica). E ciò anche nel caso che il diritto dell'utente abbia per fondamento l'uso trentennale anteriore alla legge 19 agosto 1884.

La Corte di Cassazione (Sezioni Unite, 11 gennaio 1923) si mette energicamente sulla strada della soppressione pura e semplice del diritto privato. Tutto deve essere sacrificato sull'altare dello Stato. Ciò che sino ad oggi ha formato la base di diritto esclusivo e personale del cittadino; ciò che la stessa legge del 1884 non osò distruggere, anzi, espressamente riconobbe — e cioè il titolo del possesso di una derivazione da parte di un privato, — viene elegantemente posto nel nulla dalla suprema Corte regolatrice. Se per raggiungere tale scopo è necessario stracciare il senso delle parole e forzare lo spirito e la lettera della legge, poco importa. Puroché lo Stato abbia il diritto di fare e di disfare, cogli eccellenti risultati che quasi sempre tutti possiamo constatare. — perisca ogni diritto privato, — e di conseguenza ogni coraggiosa e benefica iniziativa individuale.

Riproduciamo senz'altro la sentenza della Corte:

« Ritenne la Corte di merito che il Barbalace con la proposta istanza aveva chiesto il risarcimento dei danni a lui derivati direttamente dal fatto di essere stata soppressa, a causa dei lavori di bonifica eseguiti dall'Amministrazione dei lavori pubblici sulla sponda destra del fiume Mesima, la derivazione di acqua, della quale assumeva di aver goduto da tempo immemorabile per irrigare il proprio fondo, basando tale istanza sugli articoli 1 e 24, legge 10 agosto 1884; ed essendosi dalla difesa erariale dedotto che nessun risarcimento gli era dovuto per l'art. 13 di detta legge che esonerava lo Stato da ogni indennizzo verso i concessionari quando per ragioni di pubblico interesse diminuisce o sopprime la derivazione, osservò che tale disposizione non era nel caso concreto applicabile riferendosi essa esclusivamente ai concessionari di una derivazione di acqua pubblica, mentre il Barbalace non aveva ottenuto alcuna concessione e invocava la disposizione dell'art. 24 della stessa legge, che attribuisce valore ed efficacia di titolo, agli effetti dell'art. 1, al possesso trentennale anteriore alla promulgazione della legge stessa.

« Ma è evidente l'errore in cui è incorso la Corte di merito. Invero, prima della legge 10 agosto 1884, essendo in vigore l'articolo 132 della legge sui lavori pubblici, il quale sanciva che nessuno potesse derivare acque pubbliche senza concessione del Governo o titolo legittimo, fu assai dibattuta la questione se la parola «titolo» si dovesse intendere nel senso restrittivo di titolo scritto, ovvero nel senso lato, di causa dell'acquisto, in modo di includervi anche l'acquisto per prescrizione qualora questo fosse ammesso per le acque pubbliche dalla legislazione allora in vigore. E la dottrina, seguita dalla giurisdizione prevalente, accolse l'interpretazione più lata traendo argomento dalla disposizione dell'articolo 615 Cod. Civ., che parla in modo generico di concessione di diritti di uso d'acqua legittimamente acquistati, senza punto distinguere i vari modi di acquisto, e dall'essere il concetto di acqua pubblica conciliabile con quello di diritti privati sulla medesima.

« La questione fu risolta nell'art. 24 della legge 10 agosto 1884 sopra citata, col disporre che, agli effetti dell'art. 1 della legge stessa, il possesso trentennale anteriore alla promulgazione di essa ha in ogni caso nei rapporti col demanio valore ed efficacia di titolo.

« Per l'art. 24 adunque il possesso trentennale anteriore al 10 agosto 1884 ha pari efficacia del titolo costitutivo del diritto di derivazione nel senso che il possessore che sia in grado di provare di avere usufruito per un trentennio di un corso d'acqua pubblica non ha obbligo di esibire il titolo costitutivo di tale diritto e di corrispondere il canone, essendo d'altra parte venuto meno, per lo stato di fatto creato dal trentennale possesso, il diritto del demanio di pretendere la produzione o di riscuotere il canone.

« Tale possesso però non ha più ampia portata di qualsiasi altra concessione e non vi si può riscontrare l'acquisto di un diverso diritto reale o semplicemente patrimoniale, dovendosi la concessione, che in questo caso è data dalla legge, intendere sempre limitata dal corso degli interessi della collettività, affidati alla tutela della suprema autorità dello Stato.

« Se così è, come non può dubitarsi, e se tutti gli utenti di acque pubbliche sia in base ad antiche concessioni, cioè a titolo, sia a possesso trentennale che per presunzione tiene luogo di titolo, sia a concessione amministrativa secondo la nuova legge, sono concessionari, ne segue che a tutti indistintamente è applicabile, qualora ne ricorrano gli estremi, la disposizione dell'art. 13 della legge 10 agosto 1884, per la quale la pubblica amministrazione può per ragioni di pubblico interesse, modificare durante una concessione il regime di un corso di acqua pubblica, limitando o sopprimendo, secondo le peculiari circostanze, la derivazione, senza alcun compenso per l'utente e qualunque questione relativa all'esercizio di tale facoltà è sottratta all'ordinario sindacato giurisdizionale.

« Ciò posto, la domanda di risarcimento proposta dal Barbalace, fondata sul presupposto del suo diritto per possesso ultratrentennale a derivare l'acqua del fiume Mesima, era improponibile in confronto dell'Amministrazione dei lavori pubblici, che per ragioni di pubblico interesse aveva soppresso la derivazione d'acqua e la denunciata sentenza, avendo disconosciuto i sopra esposti principi con la conseguente violazione degli articoli 1, 24 e 13, legge 10 agosto 1884, è meritevole di censura e dev'essere perciò annullata ».

*

Non sfuggirà a nessuno l'importanza eccezionale del giudicato della Corte Romana.

L'art. 132 della legge del 1865, parlava di un titolo legittimo, o di concessione, senza altre spiegazioni. L'art. 1 della legge del 1884 usa le identiche locuzioni; ma all'art. 24, introduce il possesso trentennale come equipollente del titolo. Fu questa una notevole innovazione della legge del 1884, perchè nessuna delle legislazioni anteriori al 1865 aveva mai riconosciuto il possesso trentennale come titolo sufficiente a prescrivere la presa delle acque pubbliche. In altre parole, per effetto della legge del 1884, il possesso trentennale dava il titolo legittimo ad un diritto patrimoniale. Ciò venne riconosciuto anche da precedenti giudicati, per tacere d'altri, dalla stessa Corte di Cassazione, Sezioni Unite (21 marzo 1914): « Si ritenga pure che sulle acque fluenti non sia concepibile un vero diritto di proprietà ai sensi dell'art. 426. E sia pure che di essa si possa soltanto concepire l'uso, il godimento, o, come altri sostengono, un diritto di servitù: ma è indubitato ed indubitabile che tale derivazione da parte di un cittadino, quando ha per fondamento un titolo legittimo, costituisce un vero e proprio diritto patrimoniale, da far valere, se lesa, innanzi al magistrato comune. E questo diritto può acquistarsi anche mediante il trentennale. E ciò è riconosciuto espressamente dall'art. 24 della legge del 1884, giacchè eleva a titolo legittimo, di fronte al demanio, il possesso trentennale precedente alla legge stessa.

*

L'artificio al quale è ricorsa la sentenza recentissima della Corte di Roma, è evidente. Per fare cadere l'utente privato sotto l'impero dell'art. 13 della legge del 1884, la Corte esclude che tale utente possa in qualunque caso essere altro che un concessionario. Ma sostenere questa tesi è precisamente volere confondere quanto la legge del 1884 e quanto, sebbene con minore chiarezza, la legge del 1865, avevano voluto distinguere: la sostanziale differenza del titolo, quando si tratti di utenza derivante da concessione, o quando si tratti di utenza derivante da possesso trentennale: quest'ultimo costituisce un vero e proprio diritto patrimoniale; e lo Stato non può intaccarlo o sopprimerlo se non ricorrendo all'art. 46 della legge sull'espropriazione per pubblica utilità, e, di conseguenza, riconoscendo il diritto all'indennizzo da parte del titolare del diritto di derivazione. Lo strano è che la Corte di Roma dimostra di non tenere nessun conto anche del movimento legislativo successivo alla legge del 1884: e più particolarmente del D. L. 9 ottobre 1919, che regola la derivazione e la utilizzazione delle acque pubbliche. Perchè, tra le infinite eresie che questa legge sancisce, sempre in nome della suprema autorità dello Stato — Moloch, essa ammette, almeno, che il miserabile cittadino abbia un diritto di indennizzo, quando, per esecuzione da parte dello Stato di opere rese necessarie da ragioni di pubblico interesse, il regime di un'acqua pubblica sia modificato permanentemente (articolo 35). Per la Corte di Roma, secondo la sentenza che sopra abbiamo riportato, — tutto deve invece ricadere sotto l'impero dell'articolo 13 della legge del 1884, — qualunque sia il titolo per il quale un privato esercita un diritto di derivazione d'acqua. Niente indennizzo.

Avv. GIUSEPPE CALABI.

ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica

del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

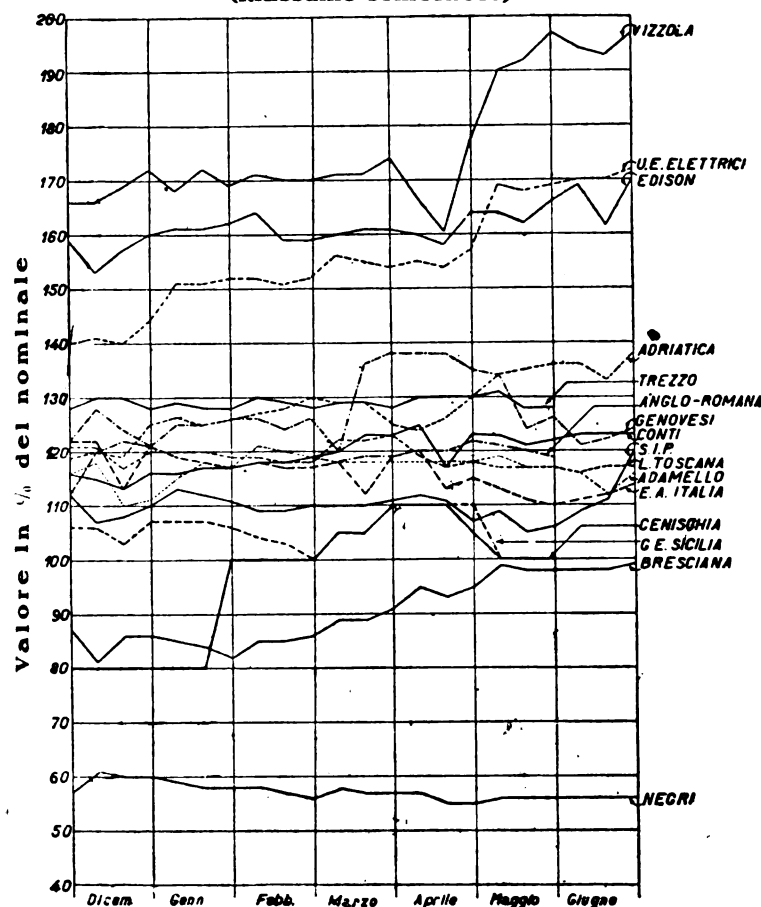
Le prestazioni dell'Archivio, per quanto riguarda le comunicazioni degli estratti bibliografici dello Schedario, sono limitate a 20 citazioni per i Soci di Cat. A, 4 elenchi di 20 citazioni ciascuno per i Soci di Cat. B e C. Per i non Soci L. 1, — per ogni copia di scheda. Minimo L. 25, — per ogni richiesta e per le prime 20 copie.

Sconto 25% ai Signori Abbonati della presente Rivista.

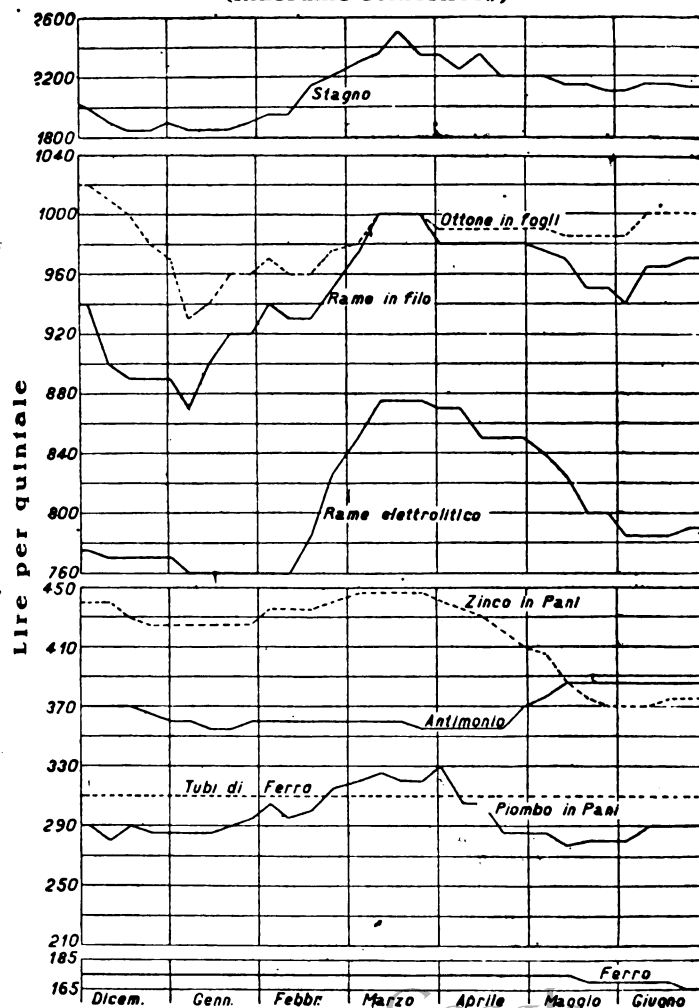
Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire ai Soci e non Soci copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese aumentate da una quota del 20% per spese di amministrazione.

:: Note Economiche, Politiche e Finanziarie ::

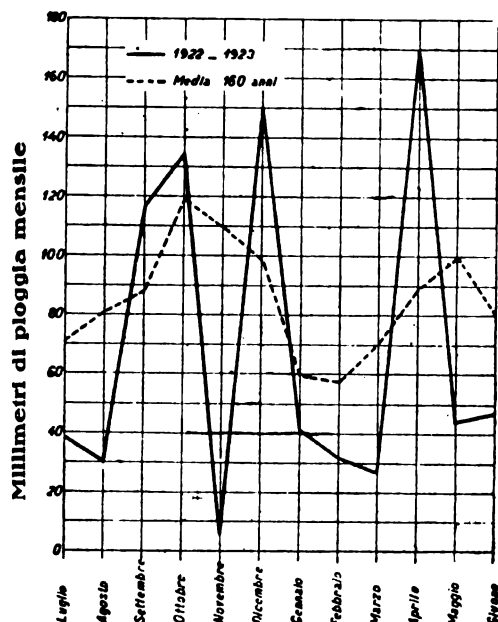
Titoli delle principali Società Elettriche (Riassunto semestrale)



METALLI (Riassunto semestrale)



**Dati pluviometrici mensili
per la Città di Milano
(Riassunto annuale)**



**Associazione
Elettrotecnica Italiana**
Ereata in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI TORINO.

Verbale della Seduta del 25 giugno 1923.

Sono comunicate le adesioni dei nuovi Soci:

Italo Bianco, Emilio Boschetti, Luigi Fincati, Giovanni Bernascone, Antonio Cossu, Quintino Boggio, Ing. Ambrogio Turati.

Il Presidente Ing. Soleri ricorda che il 25 aprile scorso è morto in Torino l'Ing. Comm. G. B. Maffiotti che apparteneva alla nostra Associazione dalla sua fondazione. Egli, che a Galileo Ferraris fu legato per tutta la vita da intima amicizia, godeva fama di scienziato studioso e colto quanto modesto, che non ambì cariche ed onori, ma tutta la vita dedicò allo studio ed al lavoro. Ebbe dal Ministero incarichi di grande fiducia e resse per molti anni la Direzione del Museo Industriale Italiano. Ritiratosi in seguito a vita privata ebbe ancora campo di far valere l'opera sua come Presidente delle due Commissioni Provinciali per le imposte dirette e per le tasse sul gas e la luce elettrica, e diede notevole impulso all'istruzione operaia contribuendo alla istituzione della Scuola Popolare di Elettrotecnica. Alla sua memoria il Presidente invia a nome dei Soci tutti un commosso saluto.

Ricorda pure il Presidente che il 16 maggio è mancato a Divignano il Socio Giuseppe Miglio alla vigilia di conseguire la laurea di ingegnere presso il nostro Politecnico ove era considerato fra i migliori allievi, ed invia alla famiglia un pensiero di viva condoglianza.

Il Presidente annuncia che il Comitato Direttivo della Federazione fra Società Scientifiche e Tecniche, alla quale la nostra Sezione appartiene, dopo molte infruttuose ricerche ha finalmente risolto la questione del cambiamento dei locali affittando un appartamento nel palazzo della Banca Naz. di Credito (via XX Settembre, 36) che opportunamente adattato si presta così bene come sede sociale. Il nuovo canone d'affitto, fissato in L. 20.000 annue porta a nuove gravi condizioni finanziarie per la nostra Sezione, alle quali tuttavia la Presidenza spera di poter far fronte senza aumento di quota se continuerà l'incremento dei Soci verificatosi negli ultimi anni. Alle spese straordinarie di trasloco e di adattamento dei nuovi locali, che furono preventivate in L. 25.000 circa e che non possono entrare nei bilanci normali delle Società, il Comitato di Federazione ha deciso di sopprimere mediante una sottoscrizione fra i Soci delle altre Associazioni federate. I membri del Consiglio di Direzione della nostra Sezione hanno già dato largamente il loro concorso e la Presidenza chiamerà ora a contribuire i Soci Collettivi ed in seguito, se sarà necessario, i Soci individuali. Il trasloco si effettuerà nel prossimo mese di agosto.

Prende quindi la parola il Prof. Comm. Guido Grassi che svolge la comunicazione all'ordine del giorno sul tema:

Esperienze sulla resistività dell'alluminio.

L'interessante e dotta esposizione, che ha già formato oggetto di pubblicazioni apparse sull'*Elettrotecnica*, è attentamente seguita dal nu-

meroso uditorio e raccoglie alla fine vivi applausi ed un sentito ringraziamento da parte del Presidente, che si dichiara lieto che un autorevole Socio della nostra Sezione abbia voluto apportare il suo valido e prezioso contributo di studio e di esperienze per la conoscenza di dati sommamente interessanti tanto per la scienza pura che per la pratica industriale.

* *

SEZIONE DI TRENTO

Verbale dell'Assemblea Generale Ordinaria

Radunata in seduta di seconda convocazione, l'anno 1923, giorno 3 maggio, ad ore 20,45, nella sede sociale di Trento, via Belenzani, 29, per la trattazione del seguente

Ordine del giorno:

- 1) Lettura ed approvazione del verbale dell'ultima Assemblea;
- 2) Comunicazioni della Presidenza;
- 3) Presentazione ed approvazione del Bilancio consuntivo 1922 e preventivo 1923;
- 4) Nomina del sostituto al Consigliere Ing. Augusto Defant trasferitosi da Trento a Bolzano;
- 5) Eventualia.

Ad ore 20,45 il Presidente Ing. Cav. Arrigo De Rizzoli, dichiara aperta la seduta; dà tosto la parola al Segretario per la lettura del verbale della precedente assemblea. Il verbale vien letto e ad unanimità approvato.

Al secondo punto dell'ordine del giorno il Presidente informa sull'attività svolta nell'esercizio 1922. Il numero dei Soci è salito da 55 individuali e 11 collettivi a 69 individuali e 11 collettivi, con un aumento quindi di 14 Soci individuali. Rivolge un caldo appello ai presenti perchè vogliano continuare ed intensificare l'opera di propaganda in favore dell'Associazione. Accenna al lavoro svolto per la compilazione della statistica degli impianti elettrici, lavoro preparato per l'Ufficio Centrale; ringrazia particolarmente il Segretario per l'attività e solerzia dimostrata nell'assolvere il grave compito affidatogli; raccomanda ai Colleghi che nella pubblicazione che sta per apparire rilevassero degli errori o delle inesattezze a volerne dare comunicazione allo scopo di poterne tener conto in occasione di una ristampa dell'opera di statistica.

Comunica che a seguito delle istruzioni avute dalla Presidenza Generale furono iniziati i passi per l'estensione dell'attività della Sezione anche nella parte tedesca della provincia, e si ripromette che quanto prima la Sezione possa contare degli affiliati anche nell'Alto Adige.

Il giorno 19 marzo, sotto la guida del collega Ing. Cav. Andrea Bongiovanni fu fatta una visita alla nuova Centrale telefonica dello Stato. Alla visita interessantissima intervenne buon numero di Soci. Prega l'Ing. Bongiovanni di voler fare una relazione descrittiva dell'impianto per una eventuale pubblicazione nella Rivista sociale.

Prega quindi i Soci di volersi interessare per la preparazione ed organizzazione agli impianti elettrici ed industriali della regione.

Al terzo punto dell'ordine del giorno, il Presidente dà la parola al Cassiere per la esposizione finanziaria. Il Cassiere dà lettura delle cifre del bilancio consuntivo dell'esercizio 1922 e di quello preventivo 1923; presenta il Bilancio patrimoniale ed il rendiconto Cassa. Aperta la discussione sulla gestione, il Presidente comunica i severi propositi espressi dalla Presidenza Generale in occasione dell'ultimo Congresso tenutosi a Milano, in merito ai soci morosi e come sia intendimento della stessa di curare più la qualità dei soci che non la quantità. Su proposta della Presidenza l'assemblea delibera l'espulsione dalla Sezione dei soci che invitati per due volte all'adempimento dei propri doveri non vi corrisponda. L'Ing. Happacher propone che ad aumento degli scarsi introiti della Sezione vengano fatte delle pubblicazioni a stampa d'interesse per i soci, pubblicazioni che con la reclame potranno essere facilmente finanziate e dare ancora qualche avanzo. La proposta è accettata. Messa ai voti, l'approvazione del Bilancio esso riesce approvato ad unanimità.

Al quarto punto il Presidente esprime a nome dell'assemblea un voto di ringraziamento all'assente Ing. Defant per l'attività svolta in passato quale Bibliotecario e propone che a di lui sostituto venga eletto il Prof. Ing. Cav. Adolfo Tomasi, che è pure Bibliotecario della Sezione di Trento dell'A. N. I. che coll'A. E. I. ha di comune la Sede; la proposta è accettata ad unanimità.

Al quinto punto il Presidente riferisce sulle pratiche svolte presso le Autorità in favore dell'estensione alle nuove provincie della legislazione italiana sugli impianti elettrici e deve rilevare che, mentre importanti disposizioni di legge hanno già trovato applicazione anche nella nostra provincia, altre non sono ancora qui state estese. Accenna ai Decreti in materia di tariffe dell'energia elettrica che malgrado ogni interessamento non vennero ancora estese alle provincie redente quantunque siano in vigore nelle finitime provincie già da due anni; propone all'assemblea di dar mandato alla Presidenza di continuare la sua opera finchè tutte le norme della legge in vigore nelle vecchie provincie siano estese alle nuove onde sia raggiunta una buona volta quella parità di trattamento che possa agevolare anzichè inceppare lo scambio di energia fra una e l'altra regione.

L'Ing. Moggio chiede poi informazioni sulle nuove norme per gli impianti elettrici e si lagna del ritardo nella ristampa. Il Presi-

dente risponde che saranno chieste informazioni all'Ufficio Centrale. Lo stesso Ing. Moggio propone che la Sede sociale sia tenuta aperta ai soci in giorni fissi onde ne sia facilitata la frequentazione. Dopo animata discussione si stabilisce che la sede sociale resti aperta ai soci un giorno alla settimana e che la Presidenza disponga per il relativo servizio.

Segue una animata discussione critica sullo stato di manutenzione degli impianti di distribuzione particolarmente dei Comuni rurali; alcuni Soci propongono che l'Associazione debba interessarsi ed in casi particolari intervenire anche a tutela degli impianti stessi.

Il Presidente, visto l'interessamento preso dall'assemblea alle discussioni di carattere tecnico, propone che un giorno al mese i soci si radunino per la discussione di argomenti tecnici; il giorno potrà venir stabilito a seguito. La proposta è approvata.

L'Ing. Happacher vista la crescente diffusione della telefonia senza fili propone che la Sezione faccia acquisto di un apparecchio radiotelefonico a scopo di studio che potrà anche servire quale mezzo di propaganda in favore dell'Associazione. Il Presidente comunica che consentendolo le disponibilità di Cassa la proposta dell'Ing. Happacher potrà venir accettata e condotta ad effetto.

Esauriti i temi in discussione, alle ore 22 il Presidente dichiara chiusa la seduta.

Necrologio

È morto in Torino il 25 aprile scorso il

Comm. Ing. G. B. MAFFIOTTI

che apparteneva alla nostra Associazione dalla sua fondazione.

Nato ad Occhieppo Inf. (Biella) conseguì la laurea di ingegnere nella Scuola di applicazione di Torino, ove fu compagno di studi di Galileo Ferraris al quale fu legato per tutta la vita da intima amicizia.

Iniziò la sua carriera all'ufficio tecnico per l'applicazione della tassa sul macinato e passò quindi agli uffici tecnici di finanza ove raggiunse il grado di ingegnere-capo del Ministero delle Finanze, ebbe incarichi di grande fiducia ed in particolare la direzione dell'Ufficio Statistica presso lo stesso Ministero.

In seguito il Maffiotti venne a Torino a reggere la Direzione Compartimentale del Catasto ed in questa nuova posizione ebbe campo di applicare quella larga cultura scientifica e tecnica che col lungo studio era venuto formandosi.

Per la fama di scienziato studioso e colto che circondava il Maffiotti l'Amministrazione del R. Museo Industriale Italiano di Torino lo chiamò alla direzione di quell'Istituto che resse sino alla costituzione del R. Politecnico.

Ritiratosi a vita privata l'opera dell'Ing. Maffiotti fu ancora di grande utilità, in particolare come presidente delle due Commissioni Provinciali per le imposte dirette e per la tassa sul gas e la luce elettrica.

Conscio dell'importanza dell'istruzione tecnica, non solo per gli ingegneri ma anche per gli operai, contribuiva all'istituzione della Scuola Popolare di Elettrotecnica, ed in morte, mentre legava al R. Politecnico la sua ricca biblioteca, lasciava al Municipio di Torino un lascito di L. 4000 da destinarsi a favore dell'istruzione operaia.

Coll'Ing. Maffiotti scomparve uno scienziato modesto, che non ambi cariche ed onori, ma tutta la sua vita dedicò allo studio ed al lavoro.

Alcune Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia:

Pei Soci, una copia (broch.) . . .	10, —
più per postali . . .	1, 80
Pei non Soci (broch.) . . .	10, —
più per postali . . .	1, 80

Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia . . .

20, —

più per postali . . .

2, 50

Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).

L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale — suo avvenire (broch.) . . .

2, 50

più per postali . . .

0, 80

CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia . . .

1, —

più per postali . . .

0, 50

NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici . . .

3, —

più per postali . . .

1, —

NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche . . .

4, —

più per postali . . .

1, —

NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana . . .

1, 50

più per postali . . .

0, 80

Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACI-NOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso) . . .

3, —

più per postali . . .

1, —

DESCRIZIONI IMPIANTI:

1° Fascicolo — Impianti Società Conti (Crege) . . .

Pei Soci dell'A. E. I. e abbonati al giornale . . .

6, 60

Pei non Soci e non abbonati . . .

9, —

Per spedizione sottofascia raccomandata . . .

1, —

XXVIII RIUNIONE DELL'A.E.I.

VENEZIA — 1-7 Ottobre 1923

La Presidenza diramerà a giorni la seguente circolare.

Egregio Consocio,

Nella prima settimana di Ottobre avrà luogo a Venezia la XXVIII Riunione annuale della nostra Associazione.

La consueta nostra adunata quest'anno avrà certo un alto interesse tecnico per lo svolgimento delle discussioni di importanti memorie sopra svariate applicazioni dell'elettricità, fra le quali di grande importanza pel nostro paese quelle sulle applicazioni all'agricoltura e bonifiche e sulla radiotecnica e radiocomunicazioni.

Una particolare seducente attrattiva è fornita dall'ambiente magico di Venezia, che accoglierà la nostra Riunione nelle severe e sontuose sale di Palazzo Loredan, ove saremo ospiti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, il quale con tanto cordiale entusiasmo volle onorare l'A.E.I. mettendole a disposizione la sua magnifica sede.

La Presidenza non dubita quindi che i Soci interverranno numerosi a questa nostra manifestazione anche per corrispondere degnamente al fraterno invito dei Colleghi della Sezione Veneta. Unisco il programma di massima della Riunione e mi riservo di far seguire a tempo opportuno il programma definitivo e la scheda di adesione dettagliate.

Ma intanto, per predisporre con sufficiente larghezza la prenotazione degli alloggi, invito quei Soci che desiderano assicurarsi un alloggio conveniente e corrispondente ai propri desideri a voler rimandare alla Sede Centrale, Via S. Paolo 10, Milano (3), entro il 20 Agosto, l'unito Modulo di prenotazione debitamente completato ed accompagnato dalla relativa quota. A coloro i quali non ne facessero richiesta entro questo termine, il Comitato organizzatore non può garantire l'alloggio pur impegnandosi di fare all'uopo quanto di meglio gli sarà possibile.

Con osservanza

Il Segretario Generale
G. COMBONI

Il Presidente Generale
U. DEL BUONO

* *

PROGRAMMA DI MASSIMA.

GIORNO 1 OTTOBRE

Ore: 9-12 - Iscrizioni presso la Sede della Riunione a Palazzo Loredan.
Ore: 15 - Seduta inaugurale della Riunione nella Sala Napoleonica del Palazzo Reale in Piazza S. Marco.
Prima seduta tecnica.
Ore: 21 - Ricevimento offerto dal Municipio di Venezia nella Sala Napoleonica del Palazzo Reale.

GIORNO 2 OTTOBRE

Ore: 9 - Seconda seduta tecnica.
Ore: 14.30 - Terza seduta tecnica.
Ore: 20 - Pranzo sociale (albergo da destinarsi).

GIORNO 3 OTTOBRE

Ore: 9 - Quarta seduta tecnica.
Ore: 12.30 - Visita alle isole dell'estuario (Murano, Burano, Torcello ed eventuale uscita in mare dal Porto di Tre Porti per rientrare in laguna da quello di Lido).
In questo giorno verrà pure effettuata una gita nella zona delle bonifiche fra Sile e Tagliamento, con la partecipazione di un numero limitatissimo di soci (50), e con programma da precisare.

GIORNO 4 OTTOBRE

Ore: 9 - Quinta seduta tecnica.
Ore: 14 - Visita al nuovo Porto Industriale di Venezia.
Ore: 20 - Pranzo offerto dalla Sezione Veneta dell'A.E.I. (albergo da destinarsi).

GIORNO 5 OTTOBRE

Ore: 8 - Partenza per Fusina e Padova.
Ore: 10.33 - Sesta seduta tecnica nella Sala di Elettrotecnica della R. Scuola di Applicazione per gli Ingegneri a Padova.
Ore: 14 - Continuazione della sesta seduta tecnica su argomenti radio-telegrafici ed analoghi.
Visita alla Esposizione di materiale di radio-trasmissione nel Gabinetto elettrotecnico della Scuola (Prof. Lori).
Ore: 19 - Ritorno a Venezia.

GIORNO 6 OTTOBRE

Ore: 9 - Settima seduta tecnica.
Ore: 14 - Eventuale continuazione della seduta tecnica e riassunto delle discussioni.
Assemblea generale dei soci e chiusura dei lavori della Riunione.

GIORNO 7 OTTOBRE

Ore: 7 - Gita a S. Croce per la visita degli impianti idroelettrici del Gruppo Società Adriatica di Elettricità (Programma da precisare).

Digitized by Google

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Per le ordinarie ferie di agosto non si pubblicherà il fascicolo del 15 corrente. Il prossimo numero uscirà il 25 corrente e sarà numero doppio.

*

L'illuminazione pubblica a Torino.

Non sono molto lontani i tempi — col rapido evolvere dell'elettrotecnica — in cui l'illuminazione costituiva se non l'unica, certo la più importante applicazione dell'energia elettrica. Parecchi fra gli «anziani» della nostra Associazione dedicarono agli impianti di illuminazione elettrica gli entusiasmi e le energie dei loro anni giovanili; e della prevalenza dei problemi relativi all'illuminazione fanno fede i manuali ed i trattati pubblicati ancora negli ultimi anni del secolo scorso. Oggi invece, almeno sulla nostra stampa tecnica, quanto concerne l'illuminazione elettrica è un po' relegato al secondo piano, e quel poco che si viene pubblicando riguarda più particolarmente le lampade — ancora suscettibili di grandi progressi — e l'arte dell'illuminazione, vale a dire il problema fotometrico piuttosto che quello elettrico.

Pur tuttavia dagli anni della guerra in poi, con la scomparsa delle lampade ad arco, radicali trasformazioni sono avvenute in quasi tutti gli impianti di illuminazione pubblica ed importanti lavori si sono eseguiti in quasi tutte le nostre città. Non si sono invero avute novità per quanto riguarda la parte elettrica del problema, chè anzi, col diffondersi delle distribuzioni in serie si è, se mai, accentuato un certo ritorno all'antico; ma nei particolari di impianto si sono senza dubbio dovute studiare o risolvere non poche interessanti questioni. L'ing. PERI, riferendo oggi con ricchezza di dati e di particolari su quanto si è fatto in questi ultimi tempi per l'illuminazione pubblica della città di Torino, richiama molto opportunamente l'attenzione dei lettori sull'argomento, e senza dubbio molte sue considerazioni sulla distribuzione in serie assumeranno per molti giovani un vero carattere di novità.

Misure con corrente alternata.

Il problema della prova dei trasformatori di misura per grandi intensità di corrente è probabilmente uno di quelli che attendono ancora la loro soluzione radicale definitiva; numerosi sono i tecnici che nei vari paesi se ne occupano, numerosissimi sono i metodi più o meno nuovi che vengono continuamente immaginati; ma, come fu detto altra volta su questo giornale, la soluzione definitiva si avrà forse solo quando sarà possibile battere vie del tutto diverse da quelle finora seguite. L'ing. BIFFI dà oggi notizia di un metodo che è una interessante «parafrasi» di metodi già noti ed ha il pregio di poter servire tanto per la prova del riduttore quanto per il confronto preliminare dei shunt che alla prova sono necessari; cosicchè viene eliminata una delle maggiori incertezze di simili misure. È noto infatti che non si è ancora trovato il modo di costruire e, soprattutto, di verificare uno shunt che sia veramente una pura resistenza ohmica.

LA REDAZIONE.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

DETTAGLI DI IMPIANTI E PRIMI RISULTATI DI ESERCIZIO DELLA ILLUMINAZIONE DI TORINO

GUIDO PERI

Importanza dell'impianto.

La Città di Torino, come in diversa misura si è verificato per altre città italiane, si trovò nell'immediato dopo guerra con una illuminazione deficientissima, conseguente alla soppressione radicale nel periodo bellico dei suoi 7000 lampioni a gas.

Fu quindi d'urgenza posto esecuzione ad un progetto organico e completo di illuminazione della città, i cui criteri ispiratori e regolatori sono stati esposti in una Comunicazione alla Sezione di Torino della nostra Associazione, or son oltre due anni (1).

L'impianto, che comprendeva l'installazione di 1500 lampade a forte potenza (in aggiunta alle 500 già esistenti) e di 6000 lampade a piccola potenza (in aggiunta alle 1000 già esistenti, con soppressione delle 3500 lampade elettriche provvisorie sostituenti il gas) è oramai per quattro quinti eseguito; e l'esercizio di una importante parte di essi data da più di due anni.

Può quindi interessare conoscere come praticamente sono state superate le eventuali difficoltà nell'impianto di un sistema nuovo costruito con materiali interamente nazionali, come alle cifre di preventivo ha risposto la realtà, come le previsioni sul funzionamento delle lampade e degli apparecchi si sono avverate nel regolare esercizio, segnatamente per le lampade a 20 ampère, il cui impiego, salvo errore, non si è ancora esteso in altre nostre città.

Dettagli d'impianto dei trasformatori-serie.

Lo schema dei circuiti di illuminazione è rappresentato in fig. 1; quivi uno stesso trasformatore in cabina alimenta lampade a forte

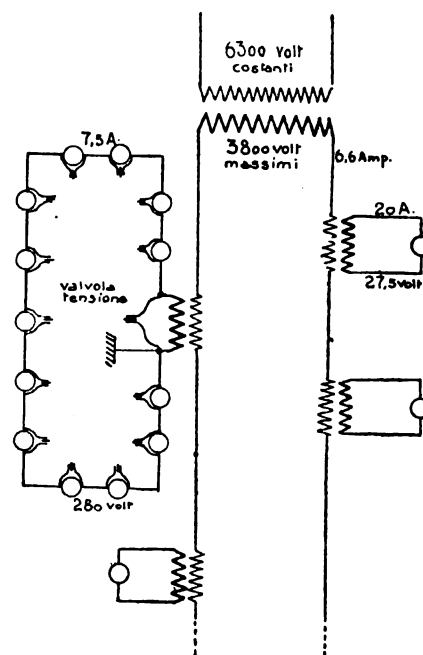


Fig. 1. — Schema di un circuito di illuminazione.

ed a bassa potenza; vi sono però circuiti per sole lampade a forte potenza e circuiti per sole lampade a piccola potenza.

(1) L'Elettrotecnica, 25 agosto 1921.

Il circuito primario è in cavo sotterraneo, isolato in carta, sottopiombo ed armato; i circuiti secondari per lampade a piccola potenza sono di solito aerei.

I trasformatori-serie per lampade da 1000 candele hanno la potenza di 550 watt, danno cioè 20 ampère alla tensione di 27,5 volt; questo leggero aumento di potenza, rispetto alla prevista (500 watt), è stato considerato necessario per la sensibile differenza di consumo che può verificarsi tra lampada e lampada a seconda della Ditta

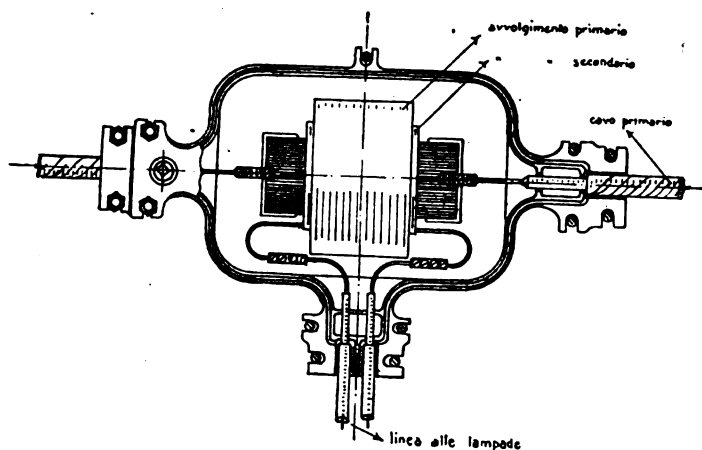


Fig. 2. — Casseta in ghisa per trasformatore-serie (pianta).

fabbricante, ed anche tra lampade della stessa Ditta. Esso assicura il pieno splendore della lampada, sia quando questa ha un consumo maggiore del normale, sia quando, per circostanze eccezionali, risultano eccessivamente lunghi i tratti di conduttura montanti dal trasformatore-serie alla lampada.

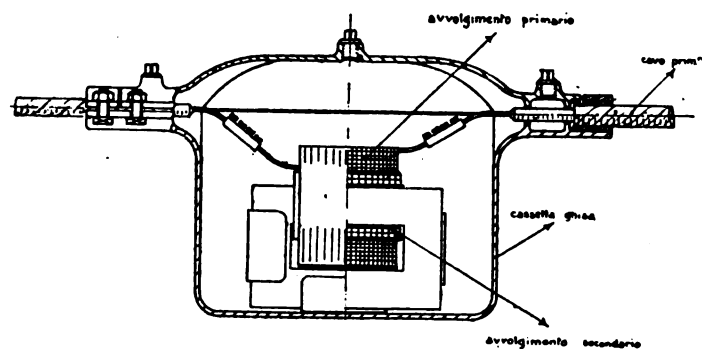


Fig. 3. — Casseta in ghisa per trasformatore-serie (fronte).

I trasformatori sono montati nel sottosuolo entro apposite cassette di ghisa, le quali non sono che muffole di cavi opportunamente disegnate ed ingrandite (fig. 2, 3, 4). Il trasformatore viene posto

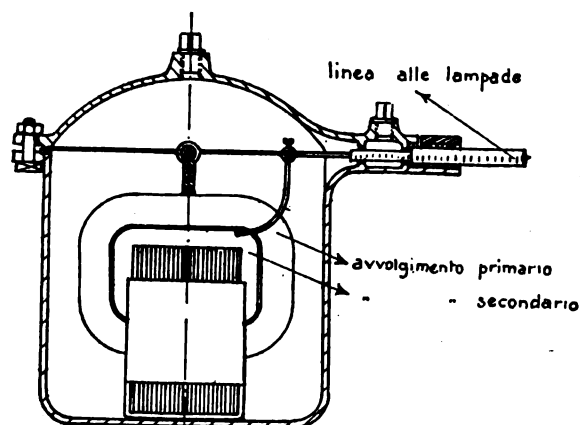


Fig. 4. — Casseta in ghisa per trasformatore-serie (fianco).

nella cassetta in officina, e quindi annegato nella miscela isolante, sino quasi al coperchio; portato sul posto, si effettuano le connessioni, e si completa il riempimento con la miscela (fig. 5).

In America, secondo la pratica colà in uso, i trasformatori sono contenuti in una scatola di lamiera che, in relazione alla tensione, può o no essere riempita di miscela isolante; questa protegge solo gli avvolgimenti del trasformatore; i giunti si fanno sottopiombo tra il piombo del cavo e i manicotti stagnati di cui è fornita la scatola per il passaggio delle condutture.

Il trasformatore normalmente viene applicato entro lo zoccolo in ghisa del candelabro, che deve presentare perciò uno spazio vuoto

sufficientemente ampio. Questa pratica non è possibile per candelabri o pali in tubo di acciaio, i quali, specialmente da noi, costituiscono il mezzo più usato di sospensione delle grosse lampade. Volendo annegare il trasformatore nel suolo è consigliabile ch'esso sia ulteriormente protetto immergendolo in miscela catramosa. Cosicché sembra assai più semplice e sicuro il sistema di montaggio dell'impianto di Torino.

I trasformatori-serie da 2100 watt (per serie di lampade a piccola potenza) si pongono in opera nel sottosuolo, quand'è necessario, in cassette analoghe a quelle dei trasformatori da 550 watt (fig. 6, 7).

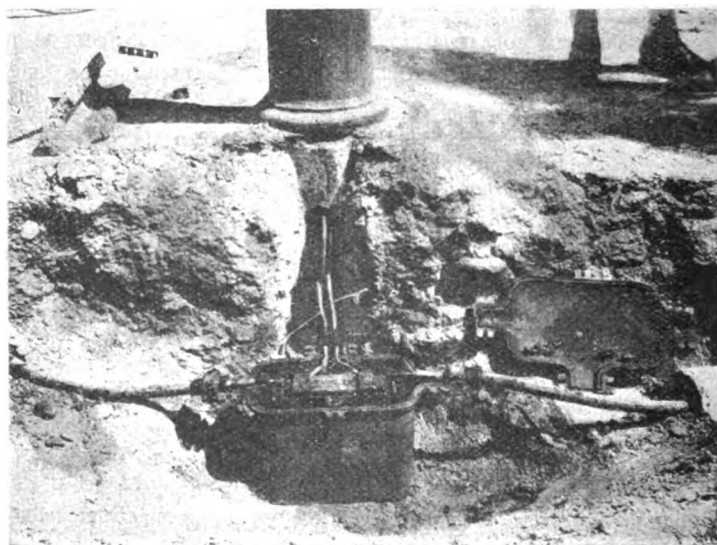


Fig. 5. — Casseta per trasformatore sul posto.

Alcuni dati sui due tipi di trasformatori e relative cassette sono citati qui appresso:

	Trasformatore da 550 watt 6,6/27 ampère	Trasformatore da 2100 watt 6,6/7,5 ampère
Peso del trasformatore .	Kg. 14,5	Kg. 38
Costo	L. 230	L. 570
Peso della muffola . . .	Kg. 14,5	Kg. 45
Dimensioni	265×175 alt. 175	400×300 alt. 340
Costo della	L. 39	L. 95
Peso della miscela isolante	Kg. 7	Kg. 25

Per i trasformatori da 2100 watt la posa più comoda e conveniente è però quella in aria entro nicchie a muro (fig. 8), o nelle cabine stesse di trasformazione e regolazione, quand'è possibile. Per ridurre

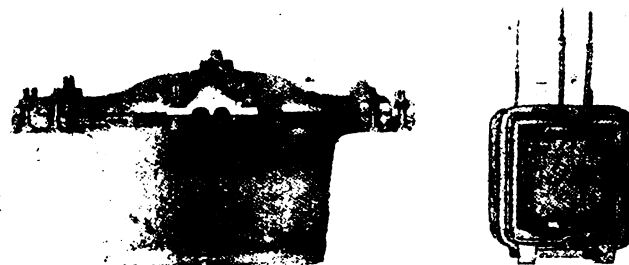


Fig. 6. — Casseta per trasformatore-serie da 550 watt con trasformatore.

la spesa di impianto è opportuno che i trasformatori siano raggruppati in parecchi nello stesso vano (fig. 8, 9); ciò si ottiene limitando i centri di alimentazione delle lampade di una data regione, da servirsi con un dato circuito primario, a quattro o cinque al massimo (fig. 10). Economia nello sviluppo delle condutture delle lampade può farsi connettendo i secondari dei trasformatori in serie di due; ciò non altera la tensione dei circuiti rispetto a terra, poichè per misura di protezione un polo del secondario è in ogni caso connesso permanentemente a terra.

La miscela isolante per i trasformatori-serie.

Oggetto di particolare attenzione è stata la miscela isolante delle muffole per trasformatori. Evidentemente una delle sue caratteristiche deve essere la trasparenza, in modo che la miscela, pur penetrando in tutti gli interstizi e aderendo agli avvolgimenti del trasfor-

matore, non li imbratti e ne lasci possibile l'osservazione, permettendo che gli eventuali guasti del trasformatore, durante l'esercizio risaltino con facilità all'occhio, o per lo meno siano individuabili senza fatica.

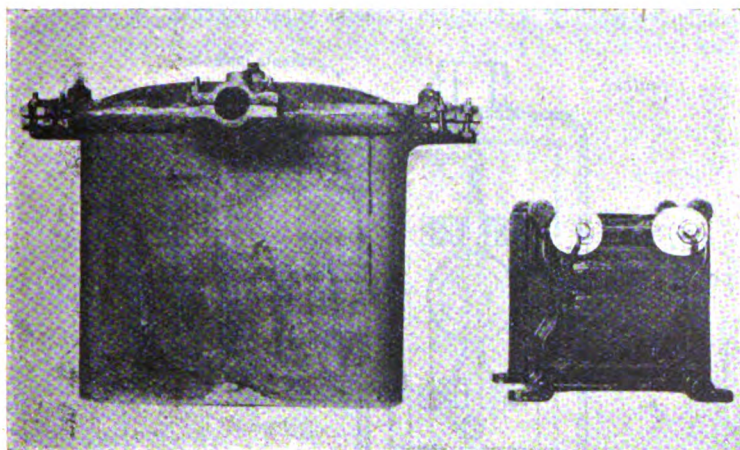


Fig. 7. — Casseta per trasformatore-serie da 2100 watt con trasformatore.

La miscela è composta di due parti di colofonia ed una di paraffina, fuse al fuoco diretto per circa mezz'ora alla temperatura di

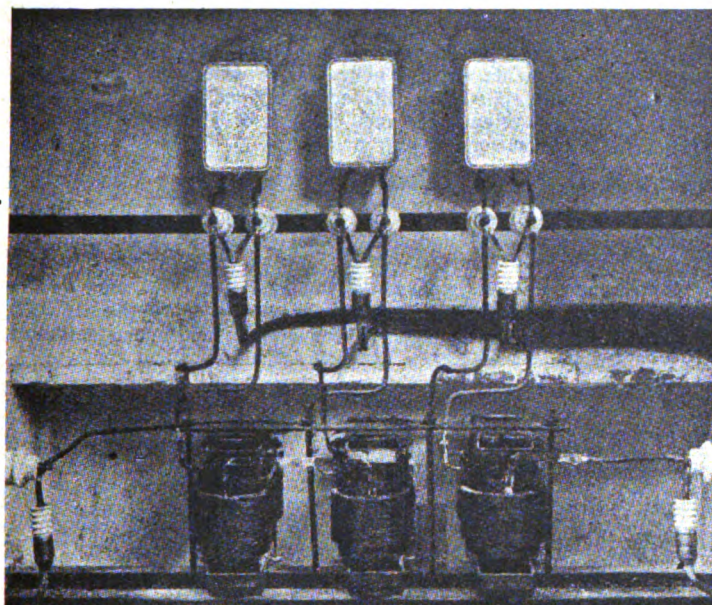


Fig. 8. — Trasformatori-serie da 2100 watt in nicchia a muro.

150°. Com'è noto, di colofonia e paraffina ve ne sono molte varietà; la colofonia usata è del tipo W. G. (window glass) uno dei più tra-

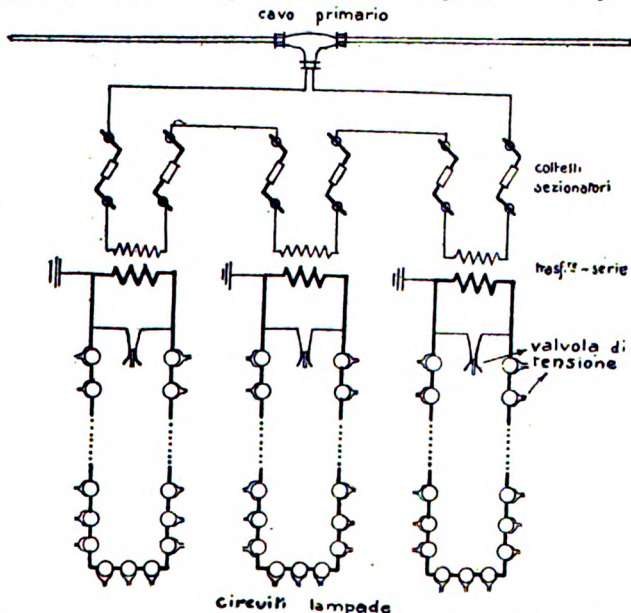


Fig. 9. — Schema elettrico delle connessioni dei trasformatori di cui a fig. 8.

sparenti, e la paraffina è della qualità più dura (fusione a 57° C). Il punto di fusione della colofonia è alquanto superiore ai 100° C; il punto di fusione della miscela si aggira sui 50° C; l'elevatezza del punto di fusione della miscela è un elemento prezioso, perchè serve ad impedirne il rammollimento o la fusione, quando il trasformatore lavora anche nelle condizioni di maggior riscaldamento, cioè con circuito secondario aperto. La liquefazione della miscela può dar luogo a pressioni e ad eventuali fughe, che è bene evitare.

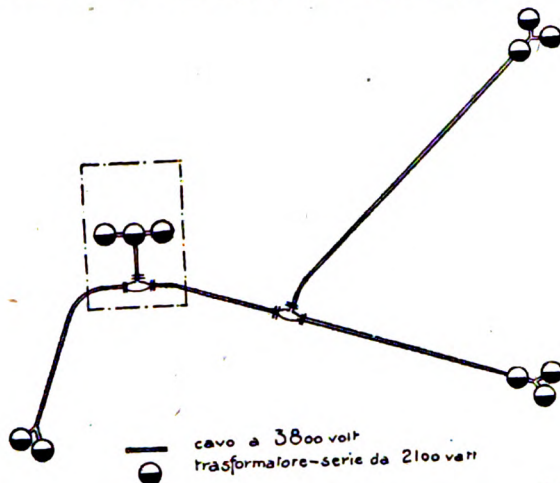


Fig. 10. — Circuito a piccola potenza con trasformatore-serie.

In effetto, la miscela si comporta in tal guisa che dopo 10 ore di funzionamento del trasformatore a circuito aperto si liquefa soltanto a immediato contatto del nucleo, rimanendo solida, o per lo meno pastosa, verso l'esterno.

La maggior percentuale di colofonia ha un notevole effetto sul minor costo della miscela. Se però si tenta di aumentare la proporzione di colofonia oltre misura, non è possibile mantenere la compattezza della miscela tendendo questa screpolarsi durante la solidificazione, per l'ineguale cambiamento di volume delle due componenti, conseguente al loro cambiamento di stato.

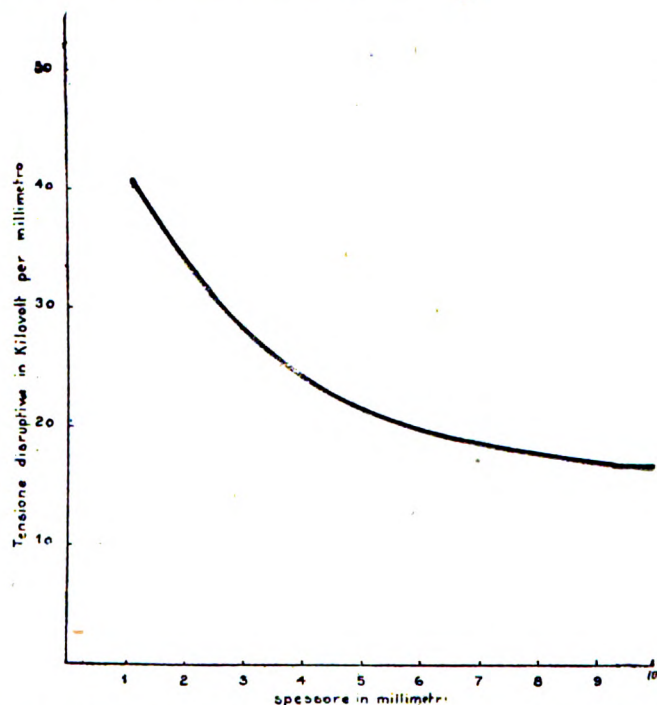


Fig. 11. — Curva delle tensioni disruptive della miscela per trasformatori.

La resistività della miscela è elevatissima, dell'ordine di quella delle sue componenti, come analoga riesce la variazione della resistività con la temperatura, diminuendo a circa 1/10 per passaggio della temperatura da 60° a 100° C.

La rigidità dielettrica è pure alta. Prove eseguite ⁽²⁾ su campioni di vario spessore per durata dell'elettificazione di circa 20'' hanno dato i risultati contenuti nella fig. 11.

La protezione dei trasformatori-serie 2100 watt.

Il trasformatore-serie a circuito secondario aperto dà luogo ad una sopratensione e ad un soprariscaldamento del ferro, la prima delle quali può essere pregiudizievole alla incolumità delle persone,

(2) Nel laboratorio della Soc. An Ing. V. Tedeschi e C.

Le misure di cui ai n. 3, 4 e 5 si riferiscono a tre diversi tipi di rifrattori: americano, francese e nazionale.

La stessa serie di misure si è eseguita distintamente per lampade da 1000 lumen (piccola potenza) e da 10000 lumen (forte potenza).

I risultati delle misure sono rispettivamente tracciati nelle figure 18, 19. Eseguendo l'integrazione di queste curve, si sono ricavi-

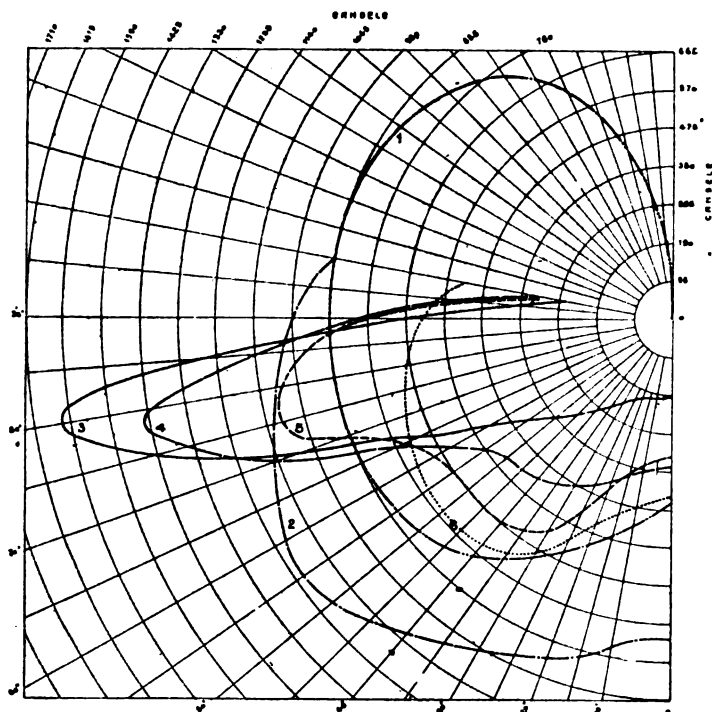


Fig. 18. — Diagrammi fotometrici, nel piano verticale, di lampade a forte potenza

vati i valori del flusso luminoso totale (Φ_0), del flusso luminoso nell'emisfero inferiore ($\Phi_{\downarrow}$), del rendimento in luce (η_0) rispetto a Φ_0 e del rendimento di luce ($\eta_{\downarrow}$) rispetto a $\Phi_{\downarrow}$, consegnati nella tavola I.

TAVOLA I

	Lamp. a piccola potenza				Lamp. a forte potenza			
	Φ_0	η_0	$\Phi_{\downarrow}$	$\eta_{\downarrow}$	Φ_0	η_0	$\Phi_{\downarrow}$	$\eta_{\downarrow}$
Lamp. nuda (curva 1).	1047	1	528	1	9852	1	5292	1
Lamp. nuda con riflettore metallico (curva 2).	769	0,734	665	1,26	7399	0,748	6774	1,28
Lamp. con rifrattore e riflettore c. s. (curva 3).	664	0,634	628	1,19	4627	0,488	4657	0,88
Lamp. con rifrattore e riflettore c. s. (curva 4).	628	0,600	604	1,114	5401	0,546	5123	0,968
Lamp. con rifrattore e riflettore c. s. (curva 5).	589	0,552	548	1,037	5253	0,531	4974	0,54
Lamp. con globo opale e riflettore c. s. (curva 6)	504	0,481	439	0,831	4916	0,497	4567	0,863

Il globo opalino sperimentato è di media intensità, tendente piuttosto al leggero.

Si scorge che il rendimento in luce dei rifrattori è superiore a quello del globo opalino sia riferito alle candele sferiche, sia alle emisferiche inferiori.

Preventivo e consuntivo di spesa di impianto.

La somma spesa per la esecuzione degli impianti ammontava alla fine del decorso anno 1922 a L. 9.160.000, con un totale di lampade installate 1348 a forte potenza e 3705 a piccola potenza. Precisamente la spesa risulta di L. 3650 per lampada installata a forte potenza, e L. 1305 per lampada a piccola potenza. Le cifre di preventivo ⁽³⁾ erano rispettivamente L. 4000 e L. 1500. La differenza in meno portata dal consuntivo è dovuta al miglioramento del mercato verificatosi, rispetto al 1920, specialmente nella seconda metà del 1922, ed alla assenza, nelle cifre di consuntivo, delle leggere spese ancora a farsi per gli ultimi ritocchi intesi a sistemare definitivamente la rete di illuminazione.

⁽³⁾ L'Elettrotecnica, anno VIII, pag. 516.

Regolazione del circuito primario.

Un circuito serie, in cui ogni lampada sia inserita al secondario di un proprio trasformatore-serie, equivale ad un circuito serie in cui ogni lampada abbia in derivazione ai poli una propria resistenza induttiva. Infatti questa bobina di impedenza equivale ad un autotrasformatore con rapporto di trasformazione 1/1. La condizione elettrica non muta se trattasi di rapporti di trasformazione diversi dall'unità o di trasformatori con avvolgimenti distinti, invece che con avvolgimento unico.

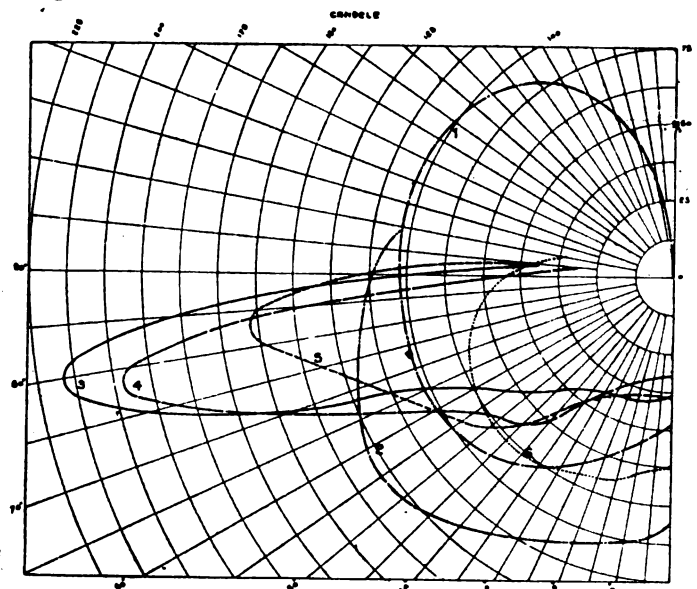


Fig. 19. — Diagrammi fotometrici, nel piano verticale, di lampade a piccola potenza.

Quando ogni lampada è fornita di una resistenza induttiva di sostituzione, il circuito-serie può essere alimentato a tensione costante; la curva di regolazione è la $ABCD$ della fig. 20. Cioè, col diminuire di lampade accese in circuito, la corrente anzitutto aumenta ⁽⁴⁾ sino ad un massimo, indi diminuisce raggiungendo il valore normale quando il numero di lampade spente è circa il 35 % e la diminuzione continua sino a disinserzione completa delle lampade.

Sembrerebbe, ad un esame superficiale, che l'unico vantaggio di alimentare i nostri circuiti-serie con trasformatori a corrente costante invece che a tensione costante, sia quello di sostituire alla curva di regolazione $ABCD$ la spezzata ACD , ossia di assicurare una regolazione perfetta solo tra 1/1 e 2/3 del pieno carico. Il vantaggio è assai più rimarchevole.

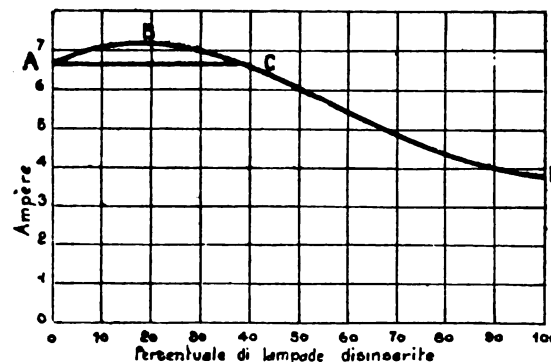


Fig. 20. — Regolazione di un sistema in serie con resistenze induttive sostituenti le lampade.

È opportuno distinguere che il numero di lampade spente accidentalmente in un circuito non supera d'ordinario il 2 o 3 %. Può succedere invece che, per ragioni di impianto, o in correlazione col progressivo sviluppo della città, i circuiti debbano funzionare inizialmente a carico ridotto: in tal caso il trasformatore-regolatore consente la più ampia elasticità permettendo l'adattabilità a qualsiasi carico; anche se i trasformatori-serie sono già installati, e si vuol escludere la lampada, non si ha che da chiuderne l'avvolgimento secondario in corto circuito.

⁽⁴⁾ L'aumento originario di corrente si spiega col fatto che le tensioni delle bobine induttive, sostituenti le lampade, sono praticamente in quadratura colle correnti, ossia con la tensione di carico utile; e quindi queste tensioni di reattanza, per quanto maggiori individualmente della tensione di una lampada, sommate colla tensione di carico utile non superano la tensione disponibile se non quando il loro numero supera una certa quantità.

Merita anche menzione la possibilità di variare entro determinati limiti, col trasformatore a bobina mobile, il valore della corrente di regime. Lo stabilire una corrente di regime diversa di qualche per cento dalla normale, mentre non altera i limiti di regolazione dell'apparecchio, può servire ad aumentare la durata delle lampade a scapito del loro rendimento luminoso, o viceversa, realizzando in rapporto al costo maggiore o minore dell'energia elettrica e delle lampade, quella che si ritiene essere la condizione più economica di funzionamento.

Dati di esercizio sui trasformatori-serie e sulle lampade.

Il funzionamento dei trasformatori-serie è sempre stato regolare e non ha dato luogo a rimarchi notevoli.

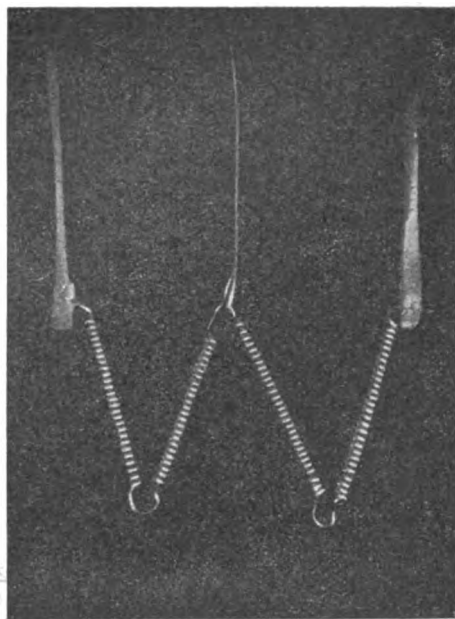


Fig. 21. — Filamento di lampada a 9,6 ampere, nuovo.

Nel tipo 550 watt, quando la lampada è bruciata, il secondario rimane aperto; la serie rimane chiusa dall'avvolgimento primario; data la grande superficie irradiante del trasformatore in rapporto alla potenza in watt, non si manifesta riscaldamento pericoloso, e il funzionamento può continuare senza inconvenienti.

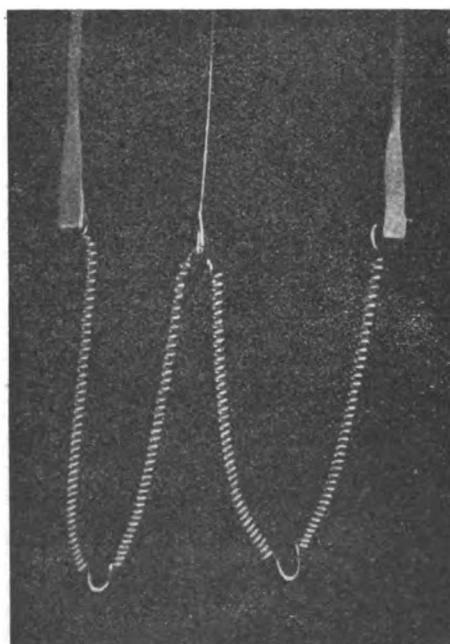


Fig. 22. — Filamento di lampada a 9,6 ampere, usato

È successo talvolta che in qualche trasformatore, in cui l'isolamento dell'avvolgimento secondario era stato meno curato, la sopratensione a circuito aperto che, data la forma appuntita dell'onda, può raggiungere valori istantanei molto elevati, ha provocato la messa in corto circuito di qualche spirale dell'avvolgimento stesso: difetto di lieve entità, che fu subito eliminato.

Fu specialmente esaminato il comportamento delle lampade 20 ampere, in rapporto alla costanza di luce ed alla durata. L'esame acquistava valore per il confronto con le lampade da 9,6 ampere, as-

sai più note, di cui sono in servizio in Torino qualche centinaio negli impianti del periodo prebellico. Non è stata istituita una differenziazione, troppo complicata in pratica, per ottenere distintamente le durate dei due tipi di lampade; la durata media delle lampade, complessivamente 1000 circa a 20 ampere e 250 a 9,6 ampere, è risultata di circa 3500 ore, utilizzando le lampade fino ad esaurimento o quasi. A impianti finiti, quando più liberamente potrà accudirsi all'esercizio, sarà assicurato un ricambio delle lampade alquanto più frequente, in modo ch'esso avvenga appena il degradamento della

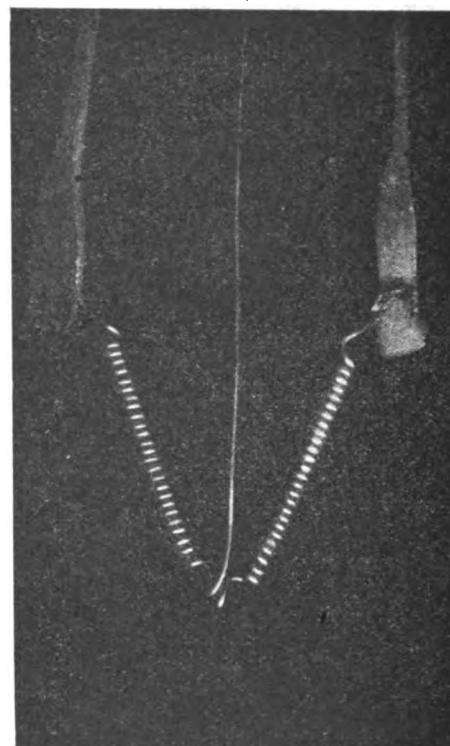


Fig. 23. — Filamento di lampada a 20 ampere, nuovo

lampada sia avvertibile con facilità all'occhio. I dati sopracitati, corrispondenti all'esercizio di due anni (1921-1922) con lampade in preponderanza da 20 ampere, confermano le previsioni che ne hanno consigliato l'adozione e spiegano il favore che in molte parti tende ad accentuarsi verso l'impiego delle lampade stesse.

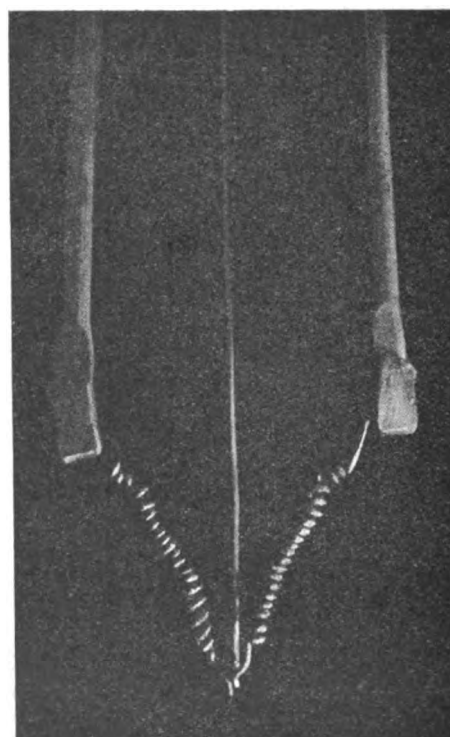


Fig. 24. — Filamento di lampada a 20 ampere, usato

Le fotografie 21, 22, 23 e 24 rappresentano nella stessa scala filamenti di lampade da 1000 candele a 9,6 e 20 ampere dopo 2000 ore circa di funzionamento. Si vede che mentre sotto l'azione della corrente la spirale del filamento 9,6 ampere si è distorta ed allun-

gata, passando dalla posizione della fig. 21 a quella della fig. 22, il filamento a 20 ampère si è deformato in maniera meno notevole. Ciò potrebbe sembrare un effetto del più efficace ancoraggio del filamento nella lampada a 20 ampère. Un argomento più convincente della maggior robustezza del filo a 20 ampère è dato dalle figg. 25, 26. Per mancanza di lampade con ancoraggio centrale (fig. 23) furono messe in opera su candelabri ornamentali lampade del tipo della

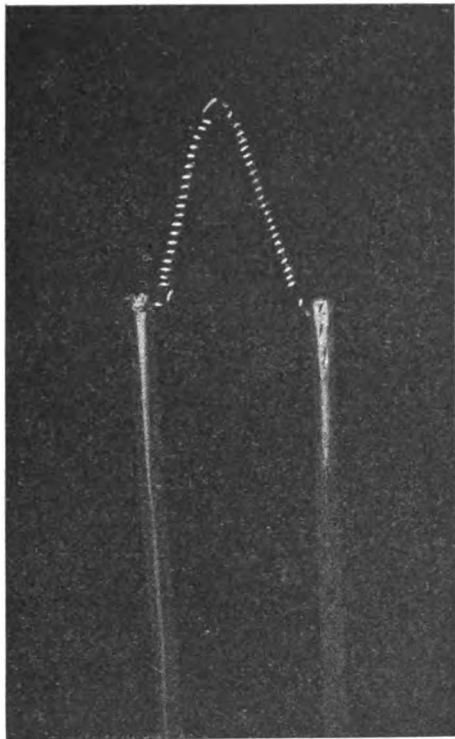


Fig. 25. — Filamento di lampada a 20 ampere, nuovo.

fig. 25; dopo circa 3000 ore di funzionamento il filo a spirale fu trovato nella posizione della fig. 26, curvato ma resistente a capovolgarsi; mentre il filamento di lampade a 9,6 ampère, montate analogamente con l'attacco in basso, si è capovolto ed allungato, come risulta dalle fig. 27, 28.

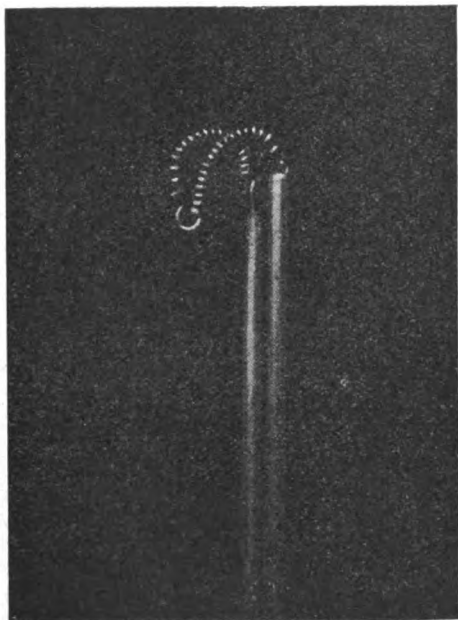


Fig. 26. — Filamento di lampada a 20 ampere, usato.

Una cosa che sarebbe desiderabile unificare sono le dimensioni delle lampade. È evidente che perchè il rendimento luminoso della lanterna sia massimo la posizione del centro luminoso rispetto al riflettore e globo dev'essere determinata ed invariabile. Succede invece che le lampade presentano, o meglio presentavano, dimensioni largamente differenti secondo la Casa che le fabbrica; la figura 29 mostra quattro lampade da 1000 candele, tutte di dimensioni diverse. L'impiego di queste lampade in un'armatura con riflettore renderebbe necessaria volta per volta una accurata registrazione del porta lampada, senza di che l'effetto di illuminazione dell'armatura potrebbe essere fortemente diminuito, quasi annullato.

Al presente, dopo ripetute insistenze, abbiamo ottenuto che quasi tutte le ditte fabbricanti forniscano lampade di dimensioni identiche.

Alcune cifre di statistica.

I primi fanali a gas installati a Torino oltre cinquant'anni fa gravavano sul bilancio comunale in ragione di L. 2,54 all'anno per abitante; mentre le tremolanti fiamme d'allora non davano che 16 candele (onde l'intensità di 16 candele rimase per lungo tempo come modello in Europa ed altrove, ed ancor ora sussiste) le lampade odierne sono di centinaia di candele. Al presente la spesa per illumina-

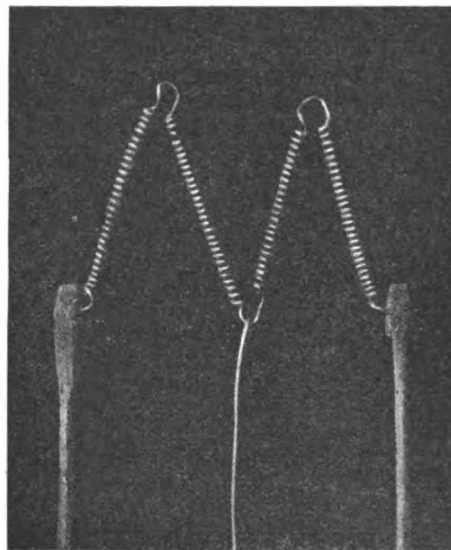


Fig. 27. — Filamento di lampada a 9.6 ampere, nuovo.

zione pubblica in Torino per abitante all'anno è di L. 2,20. È consolante constatare che in tanto acuirsi di caro vita, una cosa rispetto agli antichi tempi costa meno, cioè la illuminazione; è la rivincita della scienza, che è eterna, sulle miserie della vita, che passano con essa.

La cifra suddetta non comprende il costo del servizio del capitale impiegato negli impianti, che su per giù equivale al costo della spesa viva. Ciò deve esser tenuto presente per il confronto con le città, che, dando in concessione la illuminazione a Società private, pagano nei canoni convenuti le quote di interessi ed ammortamenti sugli impianti.

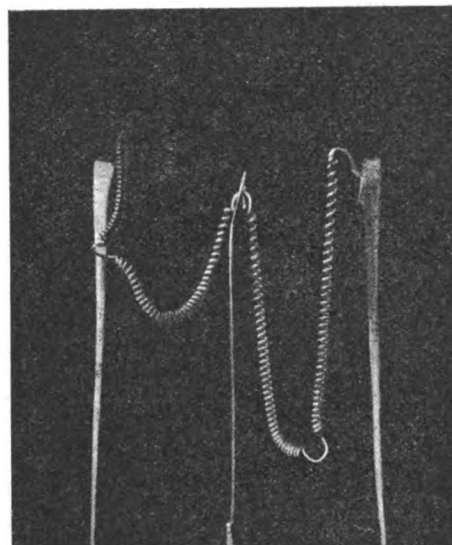


Fig. 28. — Filamento di lampada a 9,6 ampere, usato.

In base ai dati fornitimi cortesemente da vari Comuni ed Aziende elettriche, cui esprimo qui il mio ringraziamento, ho potuto ricavare elementi di confronto tra la illuminazione delle varie città.

A Brescia il costo della illuminazione pubblica è di L. 1,30 per abitante anno: quivi l'Azienda elettrica municipale pratica ancora al Comune, per la fornitura dell'energia e per la manutenzione delle lampade, le condizioni dell'avanti guerra; la densità delle lampade è però scarsa, una ogni 80 abitanti; le candele sono 2,76 per abitante.

Una città ove il costo della illuminazione pubblica è assai alto è Palermo (circa L. 8 per abitante annuo); a Firenze l'analogo costo si aggira su L. 6. Queste cifre si spiegano pensando che quelle illuminazioni sono per la maggior parte a gas; il costo annuo del becco a gas secondo che è a mezza fiamma o a fiamma intera varia in quelle città da L. 300 a L. 750 circa.

A Torino il costo della lampada elettrica da 1000 candele è (spesa viva) L. 360 annue. Al presente in Torino si ha una lampada ogni 66 abitanti, a Palermo una ogni 70 abitanti, a Firenze una ogni 55 abitanti, a Milano una ogni 80. In quest'ultima città la minor densità di lampade rispetto alla popolazione si spiega con la maggior densità di popolazione rispetto al centro della città; il costo di illuminazione per abitante anno è circa L. 2,30.

La quantità di luce per la illuminazione delle strade e piazze di Torino è, al presente, 2.000.000 di candele, e salirà, ad impianti ultimati, a 2.500.000 candele; si avranno cioè oltre 4 candele per abitante. Questa cifra è cospicua, non avendosi per altre grandi città più di 2 o 3 candele per abitante. A Firenze, ad esempio, le candele per abitante erano ancor poco tempo fa circa 1,5, a Palermo circa 1; questi valori base si spiegano colla preponderanza, già notata, della illuminazione a gas con fiamme di poca potenza.

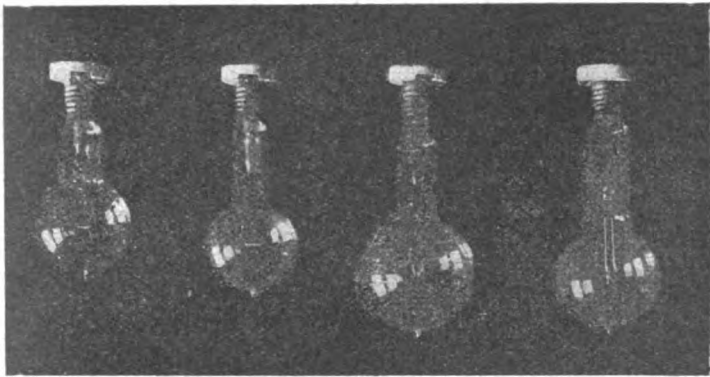


Fig. 29. — Lampade da 1000 candele orizzontali (dimensioni diverse)

Con riferimento all'area stradale illuminata, a Torino si ha una lampada ogni 875 m q, a Firenze una ogni 670 m q, a Milano una ogni 1000 m q circa; la densità di popolazione è a Torino, come a Milano, di un abitante ogni 14 m q; a Firenze si ha un abitante ogni 12,5 m q di strada.

Sarebbe ora interessante conoscere quale sia sullo stesso argomento la situazione delle città estere. Basterà credo, accennare alla situazione degli Stati Uniti d'America.

Per gli interi S. U. d'America la spesa media annua di illuminazione stradale per abitante è 0,75 dollari, corrispondente, *col cambio alla pari*, a italiane L. 3,97. Qualche città spende più che tre dollari per abitante annuo; una arriva a spendere dollari 3,81, corrispondenti, alla pari, a L. 25,49. La spesa media per le 50 città meglio illuminate dell'Unione è dollari 2,05 (lire it. 10,86 alla pari) per abitante e per anno.

La media del carico tributato per persona per tutte le città degli S. U. di più che 30.000 abitanti è stata, nel 1919, dollari 21,23 (lire it. 112,52, alla pari); di questa somma dollari 5,25 furono spesi per i servizi inerenti alla sicurezza e protezione dei cittadini, essendo come s'è visto, 0,75 dollari la frazione assorbita dalla illuminazione pubblica.

Quello che si spende negli Stati Uniti per illuminazione pubblica rappresenta poco più del 3% del carico tributario di ogni abitante. Questa cifra colà è stata giudicata bassa, ed insistendo su ragioni di pubblica sicurezza si chiede sia portata al 5%.

A Torino, ove il carico tributario per ogni abitante è circa L. 200 annue, la spesa di illuminazione che, incluso il costo del servizio capitale, sarà ad impianti finiti L. 5,50 per abitante, è alquanto inferiore al 3% del carico tributario per abitante.

Chiudendo queste note mi è grato dare il dovuto riconoscimento della buona riuscita degli impianti alla collaborazione del valente personale dell'Ufficio tecnologico municipale, cui devo anche i risultati delle prove fotometriche ed elettriche e la esecuzione delle fotografie che corredano questo articolo.

Elenco dei fabbricanti in Italia ... di macchinario e materiali elettrici ...

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3^a edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di commercio, Consolati, ecc. È quindi interesse di tutte le Ditte costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale (Via S. Paolo 10 - Milano (9)).

IL DOPPIO PONTE CON CORRENTE ALTERNATA

Ing. EMILIO BIFFI

È noto che in diverse misure con corrente alternata (verifica di riduttori di corrente, ecc.) è necessario poter disporre di shunt o resistenze piccolissime assolutamente prive di induttanza.

Ma non sempre si possono avere a disposizione questi speciali apparecchi, o quanto meno in qualche misura di precisione potrebbe nascere il dubbio che essi, benché garantiti e costruiti con cure speciali, non risultassero invece assolutamente antiinduttivi.

Scopo di questa pubblicazione è di descrivere un sistema di misura, che pur non permettendo di compiere la determinazione assoluta del coefficiente di a. i. di uno shunt, tuttavia dà il modo di determinarne il valore per confronto qualora si disponga di un altro shunt campione, il quale sia assolutamente privo di induttanza od abbia un c. di a. d. di valore noto.

In una seconda parte descriveremo poi l'applicazione del metodo anche al caso speciale della prova di riduttori di corrente.

Quando interessa determinare soltanto il valore scalare delle piccolissime resistenze, la misura si compie con corrente continua ed uno dei metodi più adoperati per la sua buona sensibilità e per la sua praticità è il noto sistema del doppio ponte.

Adoperando però gli shunt con corrente alternata, può essere necessario di determinarne, oltre la resistenza, anche il coefficiente di autoinduzione, od in altre parole, l'eventuale spostamento di fase esistente tra la corrente alternativa che percorre lo shunt e la differenza di potenziale che si manifesta ai suoi morsetti.

Con leggere modifiche è facile adattare l'ordinario metodo del doppio ponte a misure con corrente alternata, per la determinazione sia della resistenza ohmica che della induttanza degli shunt.

Trattandosi di un metodo di paragone, occorre disporre, come abbiamo detto, di uno shunt campione di cui devono essere noti i valori della resistenza ohmica e della induttanza. Ciò può presentare qualche difficoltà, perchè anche i campioni indicati come antiinduttivi hanno quasi sempre una induttanza più o meno trascurabile.

Ad eliminare praticamente questa difficoltà, qualora si potesse disporre di più shunt campioni designati come antiinduttivi, è consigliabile procedere a successivi confronti, assumendo eventualmente come veramente antiinduttivo quel campione che a parità di condizioni avesse dimostrato di possedere il minore angolo di sfasamento tra la caduta di potenziale ai suoi morsetti e la corrente alternata che lo percorre. Naturalmente, quanto più elevato è il valore della resistenza ohmica in uno shunt, tanto più facile è che, a parità di costruzione, sia trascurabile in esso l'errore di sfasamento.

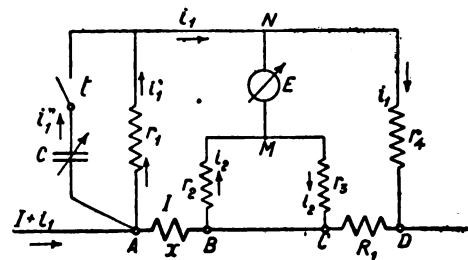


Fig. 1.

La fig. 1 rappresenta lo schema dei collegamenti elettrici; come si vede, le differenze esistenti rispetto al metodo ordinario a corrente continua sono l'impiego del condensatore C derivato sulla resistenza r_1 , e la sostituzione del galvanometro per corrente continua con un galvanometro E per corrente alternata; nel nostro caso supporremo di adoperare un elettrodinamometro con corrente di eccitazione ausiliaria.

La bobina mobile dello strumento si inserisce nel circuito di opposizione tra i punti M ed N, mentre la corrente ausiliaria che percorre le bobine fisse viene alimentata mediante un variatore di fase, non rappresentato nella figura. L'impiego di un elettrodinamometro e di un variatore di fase rende più agevole il procedimento della misura, che si può in tal modo scindere in due operazioni distinte.

In una prima operazione si gira il variatore di fase sino a portare la corrente ausiliaria che percorre le bobine fisse ad essere in fase colla corrente principale I che percorre le due resistenze X ed R che si confrontano tra di loro. In queste condizioni si variano i va-

lori delle resistenze r_1 , r_2 , r_3 ed r_4 fino a portare a zero la indicazione dello strumento.

In una seconda operazione si gira nuovamente il variatore di fase fino a portare la corrente ausiliaria ad essere in quadratura colla corrente I ed in queste condizioni si inserisce nel circuito il condensatore C di cui si varia il valore della capacità fino a ricondurre nuovamente a zero l'indicazione dell'elettrodinamometro.

Però d'ordinario il procedimento della misura risulta alquanto più complesso, e prima di descriverlo in modo dettagliato crediamo opportuno esporre alcune considerazioni di carattere generale che servono a chiarirne il risultato.

Quando il circuito principale è percorso da corrente alternata, tra i punti A e B , B e C , C e D si stabiliranno delle differenze di potenziale che in generale non saranno in fase tra di loro, potendo risultare più o meno spostate in anticipo rispetto alla corrente principale.

È facile però vedere che se le due resistenze x ed R che si confrontano fossero prive di induttanze, oppure se i loro coefficienti di autoinduzione risultassero proporzionali alle resistenze ohmiche, le differenze di potenziale ai loro morsetti sarebbero rappresentate da due vettori paralleli.

In queste condizioni variando semplicemente i valori delle quattro resistenze r_1 , r_2 , r_3 , ed r_4 sarebbe sempre possibile portare a zero l'indicazione dell'elettrodinamometro rendendo completamente nulla la corrente che ne percorre la bobina mobile, e ciò senza ricorrere all'ausilio del condensatore C .

Basta in questo caso procedere alla misura nello stesso modo che con corrente continua, vale a dire mantenendo sempre soddisfatte le relazioni:

$$r_1 = r_2 \text{ ed } r_3 = r_4$$

e variare i valori delle resistenze $r_1 = r_2$ fino a portare a zero l'indicazione dell'elettrodinamometro.

Se rappresentiamo vettorialmente le differenze di potenziale tra i punti A - B , B - C e C - D otteniamo la spezzata $ABCD$ dell'unità figura 2. Variando il rapporto $\frac{r_2}{r_1}$ delle resistenze inserite sul circuito BM C si viene a variare la posizione del punto M lungo il vettore BC della rappresentazione vettoriale, mentre variando il rapporto $\frac{r_4}{r_3}$ delle resistenze del circuito AND si viene a variare la posizione del punto N lungo il vettore AD . Quando i due punti M ed N vengono a coincidere (come è il caso della figura) l'elettrodinamometro o qualsiasi altro galvanometro a corrente alternata derivato tra di essi non darà alcuna indicazione, non esistendo tra i punti M ed N alcuna differenza di potenziale.

In tali condizioni, considerando i triangoli simili ABM ed MCD della figura si ricava:

$$\frac{AB}{CD} = \frac{AN}{ND} = \frac{BM}{MC}$$

ed essendo:

$$AB = xI; CD = R \times I; AN = r_1 i_1; ND = r_4 i_1; \\ BM = r_2 i_2; MC = r_3 i_2,$$

risulta

$$\frac{x}{R} = \frac{r_1}{r_4} = \frac{r_2}{r_3}$$

vale a dire si ottengono ancora le stesse relazioni che si hanno nell'impiego del doppio ponte con corrente continua.

Abbiamo quindi un mezzo relativamente semplice per verificare se due shunt campioni sono realmente antiinduttivi o quanto meno se hanno lo stesso errore di sfasamento per modo che quando si adoperano per confronto si possa trascurare l'effetto della loro induttanza. Ciò interessa, ad esempio, nella prova di un riduttore di corrente, eseguita mediante l'impiego di shunt campioni inseriti sul circuito primario e secondario dell'apparecchio.

Per fare tale verifica basterà impiegare il metodo del doppio ponte con corrente alternata, eseguendo la misura collo stesso procedimento che con corrente continua, naturalmente dopo aver applicato un galvanometro a corrente alternata nel tratto di circuito in opposizione. Se però gli errori di sfasamento dei due shunt non sono eguali tra di loro, non sarà possibile adoperando semplicemente il sistema ora descritto di ridurre a zero l'indicazione del galvanometro.

In questo caso generale i due vettori AB e CD che rappresentano le differenze di potenziale V_{AB} e V_{CD} non risultano più paralleli tra di loro, per cui la rappresentazione vettoriale diventa quella indicata nella figura 3. Al solito per la misura conviene adoperare, sul tratto di circuito in opposizione, la bobina mobile di un elettrodinamometro, le cui bobine fisse siano alimentate da un variatore di fase.

Le indicazioni dello strumento si ridurranno a zero mediante due operazioni distinte.

In una prima operazione si varia la fasatura della corrente di eccitazione che percorre le bobine fisse fino a portarla in fase col vettore V_{AB} . In questa condizione l'elettrodinamometro diventa insensibile alle correnti che percorrono la bobina mobile, le quali siano in quadratura rispetto al vettore V_{AB} .

Ciò equivale a considerare nella misura in luogo dei vettori V_{AB} e V_{CD} le loro due proiezioni nella direzione di AP , vale a dire i due vettori paralleli V_{AB} e V_{CDP} .

Osservando la fig. 1 si rileva difatti che la bobina mobile dell'elettrodinamometro è alimentata dal doppio circuito $MBAN$ ed $MCDN$, sui due lati dei quali agiscono quasi in opposizione da una parte la differenza di potenziale tra A ed M e dall'altra quella tra M e D . Ciascuna di queste differenze di potenziale si trova applicata ad un tratto di circuito formato da una resistenza ohmica e dalla bobina mobile dell'elettrodinamometro per cui produrrà attraverso di questa una corrente in fase con essa. L'induttanza della bobina mobile non influisce praticamente, perchè nella condizione finale di equilibrio, come vedremo, nel circuito di opposizione non circola corrente.



Fig. 2.

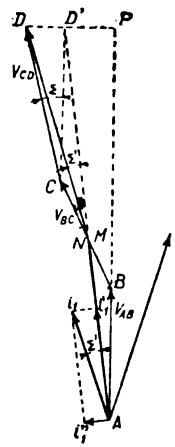


Fig. 3.

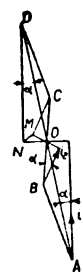


Fig. 4.

Ma il vettore rappresentante la differenza di potenziale tra M e D si può considerare formato di due vettori componenti $V_{MD'}$ e $V_{DD'}$, e quest'ultimo, producendo attraverso alla bobina mobile dello strumento una corrente in quadratura rispetto alla corrente di eccitazione che percorre le bobine fisse, non avrà alcuna influenza nella messa a zero dello strumento.

Quest'operazione si compirà come se fossero applicate soltanto le differenze di potenziale V_{AM} e $V_{MD'}$ e quindi come se le differenze di potenziale ai morsetti dei due shunt fossero tra di loro parallele.

Come abbiamo visto, in questo caso lo strumento segnerà lo zero quando tra le resistenze sia soddisfatta la relazione:

$$\frac{AB}{CD'} = \frac{r_1}{r_4} = \frac{r_2}{r_3}$$

Ma essendo ϵ piccolissimo (fig. 3) si può ritenere che sia $CD' = CD = RI$; $AB = xI$, quindi:

$$\frac{x}{R} = \frac{r_1}{r_4} = \frac{r_2}{r_3}$$

Questa prima misura serve quindi alla determinazione del rapporto $\frac{x}{R}$ tra le resistenze ohmiche dei due shunt con corrente alternata.

In una seconda operazione si sposta di 90° la corrente di eccitazione dell'elettrodinamometro, rendendo così questo strumento sensibile alle correnti che percorrono la bobina mobile e che sono in quadratura col vettore V_{AB} .

Allora, senza più variare i valori delle resistenze r_1 , r_2 , r_3 ed r_4 , si abbassa il tasto t del condensatore C inserendo così questo apparecchio, e si varia il valore della sua capacità fino a ridurre nuovamente a zero l'indicazione dell'elettrodinamometro.

In queste condizioni la differenza di potenziale tra i punti M ed N tra i quali è applicata la bobina dello strumento diventa veramente eguale a zero e le differenze di potenziale tra i punti A , N e D saranno rappresentate dai due segmenti non paralleli AN ed ND .

Colla inserzione del condensatore C , che riduce a zero l'indicazione dell'elettrodinamometro, oltre alla corrente i_1' che percorre la resistenza r_1 si produce una corrente i_1'' che attraversa il condensatore; le due correnti i_1' e i_1'' sono in quadratura tra di loro, e riunendosi formano la corrente risultante i_1 che percorre la resistenza r_1 e produce la caduta di potenziale ND .

Dalla figura risulta che con sufficiente approssimazione si può scrivere:

$$\varepsilon = \frac{D D'}{C D} ; \quad \varepsilon' = \frac{D D'}{N D}$$

da cui

$$\varepsilon = \varepsilon' \times \frac{N D}{C D}$$

Ma $\tan \varepsilon' = \varepsilon' = 2 \pi f c \times r_1$,

quindi: $\varepsilon = 2 \pi f c \times r_1 \frac{N D}{C D}$.

Una proprietà importante del metodo descritto è di permettere la facile verifica della indicazione di zero dell'elettrodinamometro e dell'annullamento della corrente che percorre la bobina mobile. Per far questo basta spostare la fasatura della corrente di eccitazione; lo strumento deve sempre rimanere a zero od indicare sempre la stessa deviazione nel caso di misura con falso zero.

Se il circuito principale, che serve di collegamento tra le resistenze x ed R avesse una resistenza trascurabile, sarebbe: $\frac{N D}{C D} = 1$, e quindi l'espressione precedente diventerebbe:

$$\varepsilon = 2 \pi f c \times r_1$$

In generale però non si può ritenere che il collegamento tra i due shunt abbia una resistenza trascurabile rispetto ad essi e per determinare il rapporto $\frac{N D}{C D}$ occorre eseguire una terza misura, dopo aver aperto il tasto t e di aver così tolto dal circuito il condensatore C .

Si fa cioè $r_3 = 0$ escludendo la resistenza sul lato corrispondente e girando il variatore di fase si porta la corrente di eccitazione dell'elettrodinamometro in fase col vettore V_{AC} ; indi si varia il valore delle resistenze $r_1 = r_2$ fino a far segnare nuovamente lo zero allo strumento.

Se r_1' è il nuovo valore della resistenza r_1 che ristabilisce l'equilibrio, è facile vedere che risulta:

$$\varepsilon = 2 \pi f c \times r_1 \times \frac{r_1' + r_4}{r_1 + r_4}$$

L'espressione dell'errore relativo, dipendente dall'errore di lettura che si commette nella determinazione dello zero dell'elettrodinamometro, che corrisponde al valore della resistenza x , è analoga a quella che si ha col doppio ponte adoperato con corrente continua, e cioè:

$$\frac{dx}{x} = \frac{1}{K I x} (g + 2 r_1) d\delta,$$

in cui K è la costante dell'elettrodinamometro, I la corrente che percorre il circuito principale, g la resistenza della bobina mobile dello strumento $d\delta$ l'errore assoluto di lettura che si commette nella riduzione a zero.

Vedremo invece nel caso analogo sulla prova dei riduttori di corrente che tratteremo in seguito l'espressione di $\frac{d\varepsilon}{\varepsilon}$.

Resistenze del doppio ponte non perfettamente ohmiche. — Se le resistenze r_1 , r_2 , r_3 ed r_4 impiegate nel doppio ponte non sono assolutamente prive di induttanza e capacità, i risultati della determinazione dell'angolo di sfasamento ε possono risultare affetti da errori sistematici; è evidente invece che nella misura del rapporto $\frac{x}{R}$ delle resistenze l'influenza è praticamente trascurabile.

Trattandosi di un metodo di paragone, in cui cioè la misura si compie mediante confronti di resistenze, l'influenza dell'induttanza o della capacità delle singole resistenze possono in parte compensarsi.

La compensazione sarebbe perfetta se le resistenze in serie, ad esempio, r_1 ed r_4 , avessero lo stesso errore di sfasamento, vale a dire risultassero proporzionali ai relativi coefficienti di auto induzione.

Per essere sicuri di questo risultato si potrebbe costituire il doppio ponte mediante due fili metallici calibrati, tesi parallelamente tra di loro ed isolati, sui quali si farebbero scorrere longitudinalmente due cursori, collegati meccanicamente tra di loro in modo da formare una unica parte mobile.

Tra i due morsetti isolati dei cursori si deriverebbe il galvanometro, mentre i morsetti dei due shunt x ed R si collegherebbero alle estremità dei due fili.

Considerando la fig. 2, in tali condizioni, spostando i due cursori i punti N ed M tra i quali è derivato il galvanometro, verrebbero a muoversi nella rappresentazione vettoriale in modo da trovarsi sempre sui segmenti AD e BC , vale a dire come se le quattro

resistenze r_1 , r_2 , r_3 ed r_4 formate dai due fili calibrati fossero perfettamente ohmiche.

Se anche le resistenze del doppio ponte fossero induttive (o presentassero capacità) ed in modo diverso tra di loro è sempre possibile verificare il loro comportamento e correggere l'errore in tal modo prodotto.

Devesi tener presente che in un doppio ponte ordinario le resistenze derivate ai morsetti dello stesso shunt sono eguali e di costruzione identica ($r_1 = r_2$; $r_3 = r_4$); nelle considerazioni che seguono noi supporremo che avvenga questa ipotesi.

Per semplificare le considerazioni supponiamo che le 2 resistenze $r_1 = r_2$ siano induttive in modo non trascurabile, mentre invece le 2 resistenze $r_3 = r_4$ sono perfettamente ohmiche.

In tal caso la rappresentazione vettoriale della fig. 2 si modifica in quella della fig. 4.

Supponiamo che le differenze di potenziale agli estremi dei due shunt x e R siano in fase tra di loro e che si sarebbe raggiunto l'equilibrio qualora le resistenze r_1 , r_2 , r_3 ed r_4 fossero state perfettamente ohmiche.

Invece per essere le resistenze r_1 ed r_2 induttive le correnti i_1 e i_2 saranno spostate in ritardo di un angolo eguale α rispetto alle relative differenze di potenziale V_{AD} e V_{BC} ed i due punti N ed M tra i quali è derivato il galvanometro, anziché coincidere saranno discosti producendo un certo errore.

Dai triangoli simili ONM ed OCD si ricava:

$$MN = ON \frac{OC}{OD};$$

ma: $ON = \alpha \times OD$, quindi:

$$MN = \alpha \times OC$$

In pratica i tre vettori V_{AB} , V_{BC} , V_{CD} saranno pochissimo spostati di fase tra di loro e quindi la spezzata $ABCD$ sarà molto vicina ad una retta.

Nella misura dello sfasamento ε , già descritta, per portare a zero l'elettrodinamometro, visto che i due punti M ed N della rappresentazione vettoriale in questo caso non coincidono, sarà necessario introdurre una capacità ΔC in derivazione sulla resistenza r_1 ; in questo modo il punto N si avvicinerà ad M fino a coincidere.

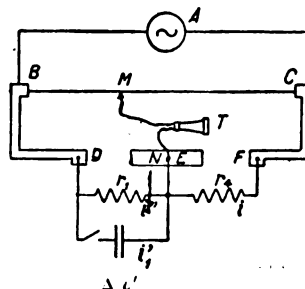


Fig. 5.

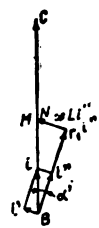


Fig. 6.

Se la spezzata $ABCD$ è molto vicina ad una retta anche i punti OMN saranno pressoché su di una linea retta perpendicolare ad AD , per cui l'errore sistematico $\Delta\varepsilon$ dovuto all'induttanza delle resistenze r_1 ed r_2 sarà espresso dalla relazione:

$$\Delta\varepsilon = \frac{MN}{OD} = 2 \pi f r_1 \times \Delta C.$$

Ma:

$$MN = OC \times \alpha,$$

quindi:

$$\Delta\varepsilon = \alpha \frac{OC}{OD}$$

Abbiamo già avuto precedentemente occasione di determinare il rapporto $\frac{OD}{CD}$; soltanto che avendo allora indicato il punto O colla lettera N tale rapporto era stato rappresentato con $\frac{ND}{CD}$. Tenuto conto di questo possiamo scrivere:

$$\frac{OD}{CD} = \frac{r_1 + r_4}{r_1 + r_4},$$

da cui:

$$\frac{OD - CD}{OD} = \frac{OC}{OD} = \frac{r_1' - r_1}{r_1' + r_4};$$

e sostituendo

$$\Delta\varepsilon = \alpha \frac{r_1' - r_1}{r_1' + r_4}.$$

L'angolo α si determina facilmente con una misura col metodo di Wien alimentando il noto ponte e filo calibrato con un alternatore ad alta frequenza (2000 periodi), nel modo indicato nella figura 5.

Per verificare se le due resistenze r_1 ed r_4 sono induttive in grado diverso tra di loro si sposta il cursore M fino a ridurre silenzioso il telefono T . In questa condizione deve pure essere soddisfatta la relazione:

$$\frac{BM}{MC} = \frac{r_1}{r_4}$$

Se non fosse possibile ridurre al silenzio il telefono, allora vuol dire che le due resistenze r_1 ed r_4 sono induttive in grado diverso tra di loro. In tal caso, in derivazione su l'una o l'altra di esse, secondo i casi, sarà necessario disporre un condensatore $\Delta C'$ il cui valore si varia fino a ridurre al silenzio il telefono.

È facile vedere che (fig. 6) risulta:

$$\alpha' = 2\pi f' r_1 \times \Delta C'$$

essendo f' la frequenza dell'alternatore A . Se invece f è la frequenza della corrente impiegata nella misura col doppio ponte, sarà:

$$\alpha' = \alpha \times \frac{f'}{f}$$

e quindi:

$$\alpha = 2\pi f r_1 \times \Delta C'$$

Da misure eseguite su di un ponte provvisto di filo di mangiana calibrato della lunghezza di un metro, e della resistenza di circa 8 ohm, alimentato con un alternatore Siemens Scuckert ad alta frequenza (circa 2000 periodi), da $\frac{1}{16}$ di HP è risultato che in un ordinario doppio ponte le quattro resistenze r_1 , r_2 , r_3 ed r_4 non producono degli errori di sfasamento apprezzabili.

Prendendo poi due resistenze r_1 ed r_4 e dopo aver ridotto silenzioso il telefono spostando il cursore M , si sentiva nuovamente ed in modo apprezzabile la nota musicale dell'alternatore mettendo in derivazione su $r_1 = 50$ ohm una capacità $\Delta C = 0.02 \mu F$.

Ciò vuol dire che il metodo di Wien permette di apprezzare degli sfasamenti dell'ordine di:

$$\Delta \alpha = 2\pi f r_1 \times \Delta C = 0.0003 \text{ a frequenza } f = 50,$$

vale a dire:

$$100 \times \Delta \alpha = 0.03$$

e quindi praticamente trascurabili.

Col metodo ora descritto abbiamo confrontato tra di loro gli sfasamenti esistenti tra le differenze di potenziale ai morsetti e le correnti di alcuni shunt campioni del Laboratorio di Elettrotecnica del Politecnico di Milano.

Lo shunt in cui la differenza di potenziale ai morsetti era maggiormente in fase colla corrente era un campione costruito del Laboratorio stesso, di resistenza ohmica $S = 0.00765$.

Supposto praticamente eguale a zero l'errore di sfasamento di questo shunt, per gli altri campioni si hanno i seguenti risultati a frequenza 42:

Denominazione del campione	Resistenza	100 sen ϵ	ϵ
shunt non induttivo piccolo	0.03728	0.06	2'
shunt Siemens	0.1	0.13	4' 30''
shunt Drysdale-Tinsley non induttivo	0.01	0.31	10' 45''
shunt Siemens	0.01	0.26	9'

Prova di riduttori di corrente. — Una disposizione analoga a quella già descritta può servire anche per la prova dei riduttori di corrente, sia per la determinazione del loro rapporto di trasformazione, sia per il calcolo dell'errore di sfasamento tra le correnti primarie e secondarie, alla diverse condizioni di carico del circuito secondario.

Numerosi sono già i metodi proposti per la prova dei trasformatori di misura, (vedi articolo Prof. Barbagelata su *L'Elettrotecnica*, anno 1921, pag. 165 e seg.), tuttavia riteniamo che il sistema che stiamo per descrivere presenti qualche caratteristica ed offra qualche vantaggio dal punto di vista della facilità di applicazione, per cui potrà forse interessare i tecnici che si occupano di questo speciale argomento.

La prova dei riduttori di corrente sotto molti aspetti si può benissimo supporre che si riduca ad una misura di piccolissime resistenze alternate, perchè con gran parte dei metodi impiegati essa si compie facendo passare le correnti dei due avvolgimenti attraverso a dei shunt campioni di valore piccolissimo e ricavando il rapporto tra i valori di queste due correnti dalla misura del rapporto delle cadute di potenziale ai morsetti degli shunt.

In questo caso lo schema adoperato è quello indicato nella figura 7 nella quale T è il riduttore da provare, S_1 ed S_2 i due shunt campioni di cui supponiamo conoscere i valori delle loro resistenze ohmiche, e lo sfasamento esistente tra le differenze di potenziale ai loro morsetti.

Vale a dire, adoperando il metodo già descritto del doppio ponte con corrente alternata noi potremo determinare esattamente lo sfasamento esistente tra le loro cadute di potenziale ai morsetti, quando siano percorsi da una stessa corrente.

Abbiamo così il modo di correggere l'eventuale errore di sfasamento prodotto dalle induttanze degli shunt adoperati e quindi non è necessario ricorrere all'impiego di shunt assolutamente antinduttivi.

Nel circuito di opposizione compreso fra i punti F e G (vedi figura 7) quando è raggiunta la condizione di equilibrio non circolerà alcuna corrente; per la misura basterà quindi inserire in tale circuito un galvanometro per corrente alternata.

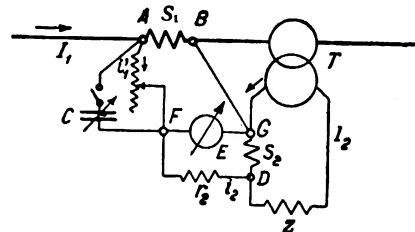


Fig. 7.

Preferiremo però ricorrere all'impiego di un elettroindossimetro la cui bobina mobile verrà inserita tra i punti F e G del circuito di opposizione, mentre le bobine fisse verranno alimentate da una corrente ausiliaria della stessa frequenza, attraverso ad un variatore di fase.

In tal caso la misura si compie nel modo seguente:

Si gira il variatore di fase fino a portare il flusso delle bobine fisse all'elettroindossimetro E ad essere in fase colla corrente primaria I_1 .

In una prima misura si mantiene aperto il circuito del condensatore ausiliario C e si variano i valori di r_1 ed r_2 fino a portare a zero l'indicazione dell'elettroindossimetro.

Le differenze di potenziale lungo i circuiti $ABGD$ e AFD sono rappresentate nella figura 8; è evidente che l'elettroindossimetro segnerà lo zero quando il vettore che rappresenta la differenza di potenziale tra i punti F e B risulterà perpendicolare al vettore AB che rappresenta la caduta di potenziale ai morsetti dello shunt percorso dalla corrente primaria.

Questo risultato si otterrà appunto variando in modo opportuno i valori delle resistenze r_1 ed r_2 e quindi la posizione del punto F sulla retta AD .

Dalla figura risulta:

$$AB = AF \cos \alpha; GD \cos \epsilon = FD \cos \alpha$$

ed essendo α ed ϵ angoli piccolissimi i loro coseni sono eguali all'unità, per cui:

$$AB = AF; GD = FD.$$

$$\text{Ma: } AB = S_1 (I_1 - i_1); GD = S_2 (I_2 - i_2);$$

$$AF = r_1 i_1; FD = r_2 i_2,$$

da cui:

$$\begin{aligned} S_1 (I_1 - i_1) &= r_1 i_1 \\ S_2 (I_2 - i_2) &= r_2 i_2 \end{aligned}$$

In una seconda misura si gira di 90° il variatore di fase in modo da portare la corrente che percorre le bobine fisse dell'elettroindossimetro

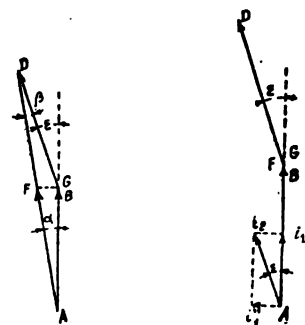


Fig. 8.

Fig. 9.

metro in quadratura colla corrente primaria I_1 , e si inserisce nel circuito il condensatore C variandone il valore sino a ricondurre nuovamente a zero l'indicazione dell'elettroindossimetro. In tali condizioni si rende nulla la differenza di potenziali fra i punti F e B e le differenze di potenziale lungo i circuiti $ABGD$ ed AFD sono rappresentate dalla figura 9.

In questo caso risulta esattamente:

$$AB = AF \text{ e } FD = GD;$$

in cui

$$AB = S_1 (I_1 - i_2); GD = S_2 (I_2 - i_2);$$

Ma:

$$AF = r_1 i_1'; FD = r_2 i_2 i_1' = i_2 \cos \xi$$

e sostituendo:

$$\begin{aligned} S_1 (I_1 - i_2) &= r_1 i_1' \\ S_2 (I_2 - i_2) &= r_2 i_2 \end{aligned}$$

inoltre:

$$\sin \varepsilon = \frac{i_1''}{i_2} = 2\pi f r_1 \times C$$

Essendo ε piccolissimo è $\cos \varepsilon = 1$ e quindi $i_1' = i_2$, per cui si può scrivere

$$\begin{aligned} S_1 (I_1 - i_2) &= r_1 i_2 \\ S_2 (I_2 - i_2) &= r_2 i_2 \end{aligned}$$

donde si ricava:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{S_2}{S_1} \times \frac{S_1 + r_1}{S_2 + r_2}$$

e:

$$\sin \varepsilon = 2\pi f r_1 \times C.$$

Abbiamo quindi le relazioni necessarie per determinare sia il rapporto di trasformazione $\frac{I_1}{I_2}$ sia l'errore di sfasamento del riduttore di corrente.

In questa condizione di equilibrio dell'elettrodinamometro, attraverso la sua bobina mobile non passa più alcuna corrente, per cui comunque si giri il variatore di fase l'indicazione dello strumento non cambia.

Questo risultato è molto importante per l'esattezza della misura, perchè è notorio che un elettrodinamometro impiegato con eccitazione ausiliaria e specialmente se avente un alto grado di sensibilità dà delle indicazioni che sono influenzate dalle correnti di dispersione.

Nel caso del metodo ora descritto, si può ritenere che le correnti di dispersione abbiano un'azione in generale costante, che non dovrebbe variare girando il variatore di fase.

Se lo zero od il falso zero assunto per lo strumento non fosse esatto, l'equilibrio raggiunto nella misura sarebbe soltanto fittizio e ciò si renderebbe palese girando il variatore di fase perchè in tal caso si vedrebbe variare l'indicazione dell'elettrodinamometro sulla scala.

Qualora non si disponesse che di un condensatore di capacità fissa si può egualmente compiere la misura procedendo nel modo seguente:

Dopo aver eseguito la prima misura nel modo già descritto e di aver girato di 90° il variatore di fase, si legge la deviazione v_1 indicata dall'elettrodinamometro senza aver inserito il condensatore. Indi si chiude il tasto del condensatore di capacità fissa C_1 e si leggerà una nuova deviazione v_2 che supporremo sia ancora della stessa parte della scala.

Il valore della capacità C del condensatore che ridurrebbe a zero l'indicazione dell'elettrodinamometro risulta espressa dalla relazione:

$$C = C_1 \frac{v_1}{v_1 - v_2},$$

ed è questo valore che va introdotto nella formula che dà l'errore di sfasamento $\sin \varepsilon$.

In questo modo però non si può più fare il controllo dello zero dell'elettrodinamometro, che è un vantaggio non lieve del metodo.

Volendo ottenere egualmente questo vantaggio anche impiegando un condensatore di capacità fissa si può procedere nel modo seguente:

Si determina l'errore di sfasamento $\sin \varepsilon$ col sistema ora descritto, indi si calcola il valore della resistenza r_1 che soddisfa alla relazione

$$\sin \varepsilon = 2\pi f C_1 \times r_1,$$

essendo C_1 il valore della capacità del condensatore disponibile.

Scelto il nuovo valore per la resistenza r_1 si varierà il valore della resistenza r_2 fino a che sia nuovamente soddisfatta la relazione che dà il valore del rapporto di trasformazione $\frac{I_1}{I_2}$; in tal modo, inserendo il condensatore C_1 , comunque si giri lo sfasatore l'indicazione dell'elettrodinamometro non dovrà variare.

Espressione dell'errore. — Nella determinazione del rapporto di trasformazione l'errore relativo che si può commettere in causa dell'errore assoluto dv commesso nello stabilire lo zero dell'elettrodinamometro durante la prima misura è espresso dalla relazione:

$$\eta = \left(1 + \frac{g}{r_1}\right) (r_1 + g) \frac{dv}{S_1 \times I_1 \times K}$$

in cui r_1 è la resistenza inserita secondo la figura, g è la resistenza interna della bobina mobile dell'elettrodinamometro, S_1 il valore dello shunt percorso dalla corrente primaria I_1 , K è la costante dello strumento. Il valore di r_1 che rende minimo l'errore relativo η è

$$r_1 = g$$

ed in tale condizione il valore dell'errore risulta:

$$\eta = 4g \frac{dv}{S_1 \times I_1 \times K}$$

Come si vede da questa relazione per diminuire l'errore occorre diminuire la resistenza della bobina mobile dell'elettrodinamometro, aumentare la sensibilità di questo strumento e far grande la caduta di potenziale ai morsetti dello shunt percorso dalla corrente primaria. Le stesse considerazioni valgono pure per i valori di r_2 e della caduta di potenziale $S_2 \times I_2$.

Nella determinazione dell'errore di sfasamento l'errore relativo che si può commettere nella misura è espresso dalla relazione:

$$\frac{d\varepsilon}{\varepsilon} = \frac{g}{K \times \varepsilon} \frac{S_2 \times I_2}{S_1 I_1 (S_1 I_1 + S_2 I_2)}$$

Per fare in buone condizioni la misura del rapporto è opportuno che sia:

$$r_1 = r_2 = g$$

ed in tal caso risulta pure:

$$S_1 I_1 = S_2 I_2$$

Sodisfatte queste relazioni, l'espressione dell'errore dell'angolo di sfasamento diventa:

$$\frac{d\varepsilon}{\varepsilon} = \frac{g}{2K\varepsilon} \frac{dv}{S_1 \times I_1}$$

Anche in questo caso conviene diminuire la resistenza della bobina mobile dell'elettrodinamometro ed aumentare la costante dello strumento nonchè le cadute di potenziale ai morsetti degli shunt impiegati.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sul problema finanziario dell'industria elettrica.

Riceviamo:

Palermo, 18 luglio 1923.

Sig. Redattore Capo dell'Elettrotecnica,

La lettera dell'Ing. D. Civita, nel n. 19 dell'Elettrotecnica, in risposta ad altra mia, pubblicata sul n. 13, mi obbliga ad una risposta, che cercherò di mantenere obbiettiva, come i lettori della Rivista hanno diritto che rimanga ogni discussione portata dinanzi a loro.

Anzitutto, io ho criticato soltanto una parte dei concetti sostenuti dall'Ing. Civita nella sua comunicazione, mentre ho approvato esplicitamente la sua principale domanda: che si tolga ogni residuo di bardatura di guerra.

Egli afferma che io mi riferivo a concetti che egli non si è mai sognato di esprimere e mi invita a rileggere la sua comunicazione. Ma ciò è perfettamente inutile, dal momento che egli stesso riassume i suoi concetti, dicendo che chiedeva che l'intervento statale fosse circoscritto:

1) A modificare l'attuale legislazione nel senso di facultizzare la revisione dei contratti fra distributori ed utenti e di togliere ogni e qualsiasi residuo di bardatura di guerra;

2) A mantenere gli impegni presi fin dal 1919 di sussidiare i nuovi impianti, che in base a tali impegni si sono fatti o si stanno facendo;

3) A concedere maggiori agevolazioni fiscali come si è fatto per l'industria edilizia;

4) A facilitare i finanziamenti per i nuovi impianti autorizzando il Consorzio di Credito per le opere pubbliche o altro Istituto del genere ad estendere le proprie operazioni anche al credito elettrico, operazioni che come tutti sanno, si effettuano collocando obbligazioni presso il pubblico, senza che il Tesoro debba sborsare nulla. Un esempio di tali operazioni si è avuto recentemente in confronto degli impianti della Sila per i quali lo Stato non ha dato un centesimo ma ha cooperato a che altri fornisse parte dei mezzi occorrenti.

Il secondo punto è precisamente quello che, sostenevo io, indebolisce la domanda del primo; così pure, in minor misura, fanno il terzo ed il quarto. Chiunque voglia leggere la mia lettera non avrà dubbi in proposito. Certo, formalmente non c'è contraddizione quando uno chiede contemporaneamente che lo Stato sussidi una certa impresa e che non s'immischi nella sua gestione. Se i contribuenti-elettori fossero disposti a concederlo, tutto andrebbe benissimo. Ma io

osservavo appunto: 1) che il pubblico connette strettamente sussidio statale con intervento statale nei rapporti fra impresa ed utente; 2) che ciò è giustificato dall'uso, secondo il quale chi concorre al capitale, ha diritto a partecipare alla gestione; 3) che, in casi concreti, il sussidio aveva poi condotto all'intervento. A fil di logica, l'Ing. Civita avrebbe dovuto dimostrare che queste mie asserzioni non corrispondono alla realtà; oppure, che non infirmavano menomamente le sue richieste. Se sono vere, il pubblico che ne è imbevuto riterrà contraddittorio il primo punto dell'Ing. Civita col secondo, col terzo e col quarto.

A meno che egli non riesca a dimostrare che un sussidio cessa di esser sussidio quando si tratta di un «impegno preso fin dal 1919». Dimostrato ciò, dovrebbe ancora dimostrare che gli impegni del 1919 hanno la precedenza su tutti gli altri; perchè di sussidi alle imprese elettriche non si parlerebbe per secoli se lo Stato dovesse soltanto spendere, p. es., tutto il denaro che si è impegnato a spendere, dal 1860 ad oggi, per le opere pubbliche del Mezzogiorno: cito a caso le ferrovie secondarie siciliane ed il porto di Palermo, che da soli passano il miliardo. Ma ci vorrebbero volumi per elencare tutti gli impegni, più o meno perfetti, che lo Stato italiano non ha mantenuto: dai sovrappiù che poi si vollero avocare, al controllo operaio. Lo Stato, se non altro, ha mostrato molta imparzialità verso tutte le regioni e tutte le classi nel mancare ai suoi impegni; ed è certamente questa graziosa fiducia di non esser obbligato a mantenere che lo ha indotto sempre ad impegnarsi tanto leggermente. Questa condotta non è giusta, lo so; ma è ozioso parlar di giustizia quando si tratta di affari. In affari, gli impegni si valutano in base alla serietà delle firme che portano; non si scontano le cambiali di chi ne ha in sofferenza a mucchi.

Quando poi l'Ing. Civita scrive che, se io avessi letto quanto da tempo va scrivendo, saprei che l'Erario ha sempre ricavato dal 4 al 5 % all'anno dei capitali investiti dalle aziende elettriche nei loro impianti; fa troppo affidamento sulla mia ignoranza. Molte altre industrie si trovano in condizioni simili o peggiori: cito a memoria le ferrovie private, le officine del gas, le società immobiliari. Vedi, p. es., l'inchiesta dei Dott. A. Geisser e G. Borgatta sulla pressione tributaria sulle Società per azioni, compiuta per conto dell'Associazione fra le Società italiane per azioni (STEN, Torino, 1916), che pure si riferisce all'anteguerra, quando la pressione tributaria era tanto minore. Ed i contribuenti non industriali non sono meno sfruttati. Questo stato di fatto mi sembra che dovrebbe far concludere che è necessario alleviare la pressione fiscale, non aiutare una sola industria, aumentando inevitabilmente, a scadenza più o meno lunga, il carico degli altri contribuenti. Lo Stato non può fare neanche investimenti produttivi, finchè il suo bilancio è in deficit; quale privato ne farebbe con debiti al 6 %, per ricavarne il 4 od il 5? Forse che la rete stradale della Sicilia, od i canali della Lombardia, o l'ampliamento della rete telefonica non sarebbero investimenti produttivi per la Nazione in genere?

Che il Tesoro non debba sborsar nulla per il finanziamento da parte di Consorzi di credito o simili istituti, è vero nel senso letterale. Se questi Istituti si limitassero a collocare obbligazioni presso il pubblico, che bisogno ci sarebbe di loro, quando le Banche ordinarie fanno precisamente la stessa cosa? È noto che il nostro sistema finanziario si basa sugli Istituti di emissione, i quali traggono la maggior parte dei loro fondi dall'emissione di carta-moneta; anzi, per i due Banchi meridionali neanche il capitale è di origine privata. Le Banche ordinarie sono sostenute dagli Istituti di emissione soltanto nei momenti di pericolo; i Consorzi, gli Istituti di credito per questo o quello scopo speciale, apparentemente autonomi, invece sono enti che traggono quasi esclusivamente le loro risorse dagli Istituti di emissione, dalla Cassa depositi e prestiti o da altri Istituti dipendenti dal Tesoro, con un giro più o meno lungo. Tutto ciò è stato volgarizzato dai nostri più insigni economisti, perfino sulla stampa quotidiana: anche il grosso pubblico lo sa. Se il Tesoro non ha sborsato, non vuol dir nulla. La maggior parte delle operazioni finanziarie si compiono senza sborso di denaro. Quando si avalla una cambiale, non si sborsa; dunque non è un «vero sacrificio»? Così pure, quando il Tesoro paga un sussidio col provento di debiti e poi paga gli interessi di questi debiti con altri debiti, evidentemente non sborsa nulla; dunque l'operazione è innocentissima! Neanche per la sistemazione della crisi bancaria del dicembre 1921 il Tesoro sborsò: provvidero gli Istituti di emissione, aumentando la carta-moneta in circolazione; similmente è avvenuto in molti altri casi, di cui paghiamo le spese. L'Ing. Civita dovrebbe spiegare dettagliatamente il meccanismo dei recenti finanziamenti; allora si vedrebbe se gli «altri», che hanno fornito i mezzi, sono realmente istituti le cui perdite non finiscono col ricadere sull'Erario e sui contribuenti.

So benissimo che la proposta di sussidiare i nuovi impianti col provento di una nuova tassa sull'energia elettrica differisce dal provvedimento sui biglietti tramviari, perchè questo era a beneficio dei tramvieri, mentre la misura caldeggiata dall'Ing. Civita sarebbe a beneficio delle imprese elettriche. Ma questa differenza nel fine è estranea alla discussione dei danni prodotti dal mezzo.

Lascio, poi, ai lettori di risolvere i seguenti problemi, già accennati nella mia precedente: È ammissibile che gli utenti di Palermo paghino altri 8 cent/kWh di tassa sulla luce che già pagano tre lire/kWh (3,50 fino a gennaio; poi 3,25) per finanziare gli impianti di piazze dove l'energia costa enormemente meno? Se si esentassero gli utenti di Palermo, non si dovrebbero poi esentare altri, che pagano molto anche loro? E che non si finirebbe col creare a Roma un tri-

bunale burocratico-politico per giudicare sulle esenzioni e per distribuire i fondi raccolti, con l'assistenza degli on. deputati, fiduciari di partiti, ecc.? gli elettori non se ne immischierebbero? Vedi la storia delle sovvenzioni marittime e le odierne vicende; ma potrei citare altri precedenti in quantità; vedi anche la ricostruzione di Messina e Reggio, finanziata appunto coi proventi di imposte speciali e degenerata in piattaforma elettorale.

Del resto, io non intendevo e non intendo polemizzare coll'Ing. Civita, perchè, evidentemente, egli non può credere contraddittorie proposte, che pubblica dopo averci riflettuto. Intendevo semplicemente sottoporre le mie osservazioni al giudizio dei lettori dell'Elettrotecnica. Giudichino essi.

Ing. CARLO RODANO'.

:: SUNTI E SOMMARI ::

IMPIANTI.

G. KAPP — Il miglioramento del fattore di potenza. (J. J. E. E., gennaio 1923, pag. 89 e seg.).

Il miglioramento del fattore di potenza tende ad una migliore utilizzazione degli impianti elettrici delle Società distributrici. Interessa a questo scopo che la corrente che i singoli utenti assorbono alla presa sia press'a poco in fase colla tensione; le variazioni del fattore di potenza a valle della presa non riguardano direttamente le Società distributrici. In generale l'impianto utilizzatore dell'utente non si troverà in condizioni così favorevoli e si presenterà perciò la necessità di aggiungere speciali apparecchi capaci di immettere nella rete, in corrispondenza alla presa, tanti kVA sfasati in avanzo quanti occorrono per portare il fattore di potenza complessivo dell'impianto ad un valore sufficientemente elevato. Non si può pretendere, d'altra parte, che tutti gli utenti si sobbarchino volontariamente alle maggiori spese inerenti a tale miglioramento; occorre che le stesse Società distributrici le facciano apparire convenienti accordando opportune agevolazioni sulla tariffa, ed ecco che il problema del miglioramento del f. d. p. cessa di essere una questione puramente tecnica per innestarsi sul problema economico della tariffificazione dell'energia. Tutto questo vale nei confronti delle Società distributrici cogli utenti. Le Società poi, e specialmente quelle con lunghe linee di trasporto ad alta tensione, dovranno a loro volta provvedere alla regolazione del f. d. p. sulle proprie reti poichè a tale regolazione è subordinata la costanza della tensione, condizione essenziale per un buon servizio di distribuzione.

I vari apparecchi impiegati per migliorare il f. d. p. si possono classificare come segue:

a) Apparecchi aventi semplicemente lo scopo di immettere in una linea una certa quantità di kVA in avanzo allo scopo di migliorare il f. d. p. complessivo di un impianto senza tener conto del f. d. p. dei singoli apparecchi utilizzatori.

A questa categoria appartengono i condensatori statici ed i motori sincroni funzionanti a vuoto, detti anche condensatori dinamici, o condensatori rotanti o condensatori sincroni.

b) Il motore sincro sovraeccitato, il quale serve al doppio scopo di fornire lavoro motore e di immettere nella linea una certa quantità di kVA in avanzo.

Appartengono a questa categoria anche le convertitrici, impiegate specialmente nei servizi di trazione; i gruppi motore sincro-generatore ed i motori sincroni ad induzione.

c) I compensatori di fase, rotanti od oscillanti, applicati agli anelli dei motori trifasi, i quali, oltre a migliorarne il f. d. p. vengono ad aumentare, indirettamente, la capacità di sovraccarico del motore.

d) Macchine a corrente alternata a collettore o rifasatori rotanti applicati agli anelli dei motori per variarne lo scorrimento come regolatori di velocità e funzionanti, nello stesso tempo, come compensatori di fase.

Prima di passare all'esame dei diversi tipi di apparecchi, converrà stabilire il limite economico per il miglioramento del f. d. p.

L'adozione di un sistema qualsiasi tendente a migliorare il f. d. p. di un impianto utilizzatore, implica una maggiore spesa la quale può trovare compenso, fino ad un certo punto, in un minor costo della parte elettrica dell'impianto generatore e distributore. Vediamo fino a che punto convenga spingere il rifasamento della corrente. Per trattare la questione in linea generale e con formule matematiche, si considera il caso di un'azienda unica produttrice ed utilizzatrice e ciò perchè non sarebbe possibile esprimere matematicamente i molti fattori accessori che entrano nei rapporti fra Società ed utenti. L'analisi è limitata inoltre alle sole spese di impianto e non riguarda l'esercizio.

Sia:

C il costo per kW dell'impianto elettrico, dalla centrale alla presa dell'impianto utilizzatore, per $\cos \varphi = 1$;

φ_0 l'angolo di sfasamento del vettore della corrente rispetto a quello della tensione quando non fossero impiegati apparecchi rifasatori;

$\frac{C}{\cos \varphi_0}$ il costo per kW dell'impianto come sopra con f. d. p. = $\cos \varphi_0$;
rifasatori in corrispondenza alla presa;

c il costo per kVA svattato fornito alla linea, dagli apparecchi

a il valore del rapporto $\frac{C}{C_0}$;

$\cos \varphi$ il f. d. p. più economico che si ricerca (¹).

I valori di $\cos \varphi_0$ e di $\cos \varphi$ si intendono in corrispondenza al pieno carico, e non valori medi.

Il costo per kW dell'impianto elettrico (esclusi gli apparecchi utilizzatori) sarà rispettivamente:

$\frac{C}{\cos \varphi_0}$ senza apparecchi rifasatori;

$\frac{C}{\cos \varphi} + a C (\tan \varphi_0 - \tan \varphi)$ con apparecchi rifasatori.

Quest'ultima espressione diventa minima per

$$\sin \varphi = a$$

ed il costo totale dell'impianto per una potenza massima di P kW sarà:

$$P C (\sqrt{1 - a^2} + a \tan \varphi_0)$$

invece di $\frac{P C}{\cos \varphi_0}$ quale sarebbe stato senza il miglioramento del f. d. p.

Il fattore di potenza complessivo dell'impianto a pieno carico dovrà essere:

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - a^2} \quad (1)$$

ed il risparmio percentuale risulta di:

$$100 [1 - \cos(\varphi_0 - \varphi)]$$

Appare dall'equazione (1) che il limite economico per il miglioramento del f. d. p. non dipende dal f. d. p. originario dell'impianto, ma soltanto dal rapporto fra il costo per kVA svattato degli apparecchi rifasatori ed il costo per kW dell'impianto con $\cos \varphi = 1$.

La relazione tra a e $\cos \varphi$ è semplicemente quella di una funzione circolare e quindi:

per: a	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
è: $\cos \varphi$	0,995	0,98	0,955	0,915	0,865

Il valore di a è, generalmente, molto piccolo; di solito è compreso fra 0,1 e 0,3, per cui il miglioramento del f. d. p. può essere spinto economicamente fin verso l'unità, ma non oltre.

Ciò, beninteso, quando si consideri il f. d. p. complessivo di un impianto; considerando invece i singoli motori, non è da escludere che qualcuno di essi possa avere un f. d. p. in avanzo quando con questo si possa avvicinare il f. d. p. complessivo al valore più economico. Detto:

K il costo dell'impianto senza apparecchi rifasatori;

K_1 il costo dell'impianto ridotto in seguito all'adozione degli apparecchi rifasatori;

A il costo degli apparecchi stessi;

S il risparmio del capitale d'impianto.

sarà:

$$S = K - K_1 - A$$

$$K_1 = K \frac{\cos \varphi_0}{\cos \varphi}$$

$$A = K a \cos \varphi_0 (\tan \varphi_0 - \tan \varphi)$$

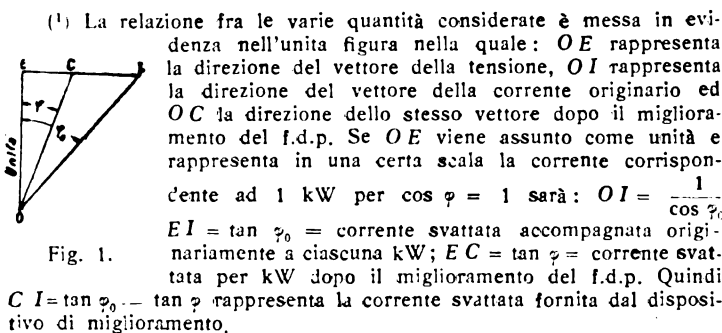
$$A = a \cos \varphi (\tan \varphi_0 - \tan \varphi)$$

$$\frac{S}{K} = 1 - \cos(\varphi - \varphi_0) \quad (2)$$

Nella tabella seguente sono indicati i risparmi percentuali derivanti dal miglioramento del f. d. p. in corrispondenza ad alcuni valori di a e di $\cos \varphi_0$.

$\cos \varphi_0$	0,6			0,7			0,8		
a	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3
S/K per cento .	32	24	18	22	16	11	14	9	5

Mentre il fattore di potenza in corrispondenza alla punta di carico influisce specialmente sulle spese di impianto e sulla potenzialità del medesimo, un cattivo f. d. p. ai carichi minori ha in-



fluenza sulle spese di esercizio aumentando il costo di produzione dell'energia in relazione al diminuito rendimento degli alternatori e dei trasformatori. Essi, infatti, presentano alcune perdite, quali le perdite nel ferro, di attrito, di ventilazione, le quali dipendono esclusivamente dalle dimensioni della macchina e sono indipendenti dal carico, così che il rendimento complessivo delle motrici, degli alternatori e dei trasformatori si abbassa in corrispondenza ad un valore basso del f. d. p. Di più, non bisogna dimenticare che per sopprimere ad un piccolo carico il quale però richiedesse una erogazione di molti kVA, bisognerebbe provvedere un numero di unità maggiore di quello che sarebbe sufficiente se l'impianto potesse lavorare con un f. d. p. più elevato. Anche questo contribuisce ad aumentare le spese di esercizio.

Esaminando più dettagliatamente i singoli apparecchi rifasatori, si può osservare:

Condensatori rotanti. — Non trovano, generalmente, impiego presso gli utenti e sono applicati in misura limitata anche dalle Società distributrici perchè non riescono molto economici. Un condensatore rotante della capacità di alcune centinaia di kVA, presenta all'incirca le stesse perdite di un alternatore di eguale potenza; vale a dire una perdita in kW pari al 6% ÷ 7% della potenza in kVA. Oltre a questo la macchina richiede olio ai supporti, ricambio di spazzole, qualche riparazione ogni tanto, ed una certa sorveglianza. Tutto sommato l'esercizio riesce piuttosto costoso ed è difficile che le Società distributrici accordino per conseguente miglioramento del f. d. p. sconti tali sulle tariffe, da renderne conveniente l'installazione. Queste macchine trovano invece impiego presso le Società distributrici per la regolazione della tensione all'estremità delle lunghe linee di trasporto essendo, allo stato attuale della tecnica, gli unici apparecchi adatti allo scopo.

Condensatori statici. — In generale sono costituiti con elementi di una data capacità, raggruppati in numero conveniente per ottenere la capacità complessiva richiesta ed immersi in una cassa d'olio analogamente ai trasformatori. Come un trasformatore, il condensatore statico non richiede sorveglianza; presenta, inoltre, perdite piccolissime. La tensione massima di esercizio di un elemento è di circa 600 Volt e può arrivare a 750 Volt con elementi di piccola capacità.

Il numero degli elementi occorrenti dipende dai valori della tensione, della corrente e della frequenza della linea. Se si indicano con: E la tensione; ω la pulsazione ($\omega = 2\pi f$); P la potenza reattiva occorrente in avanzo di fase in kVA; c la capacità di un elemento in microfarad ed e la tensione di esercizio di un elemento; il numero n degli elementi necessari è dato dalla:

$$n = \frac{P \cdot 10^9}{\omega \cdot c \cdot e^2}$$

Come si vede il numero e quindi il costo degli elementi è inversamente proporzionale alla frequenza ed al quadrato della tensione per elemento. Se la tensione di esercizio fosse sensibilmente inferiore ai 600 Volt potrebbe convenire di installare i condensatori attraverso ad un autotrasformatore che elevasse la tensione a 600 Volt. A titolo di informazione si riportano i costi di una batteria di condensatori della capacità di 100 kVA alla frequenza di 50 periodi in corrispondenza alle tensioni di 600 e di 440 Volt:

Tensione Volt	600	440
Costo lire (?)	33 600	58 000

Secondo l'affermazione dei costruttori, la perdita in kW di questi apparecchi raggiunge in media, il 0,5% della prestazione in kVA.

Per la manovra si impiegano interruttori in olio con contatti ausiliari, che cortocircuitano il condensatore quando l'interruttore principale è aperto, accoppiati ai consueti relais di massima e per tensione zero.

Il motore sincro a induzione. — Serve al doppio scopo di produrre forza motrice e di fornire alla linea una certa quantità di kVA in avanzo. Naturalmente, perchè simile motore risulti di pratico impiego, conviene possa avviarsi e mettersi in sincronismo facilmente. Se la macchina è a rotore avvolto, come un motore ad induzione, può essere avviata con una resistenza inserita nel rotore e quando è prossima alla velocità di regime, venire eccitata con corrente continua in modo da trasformarla in un motore sincro. Perchè la macchina in queste condizioni possa mettersi in sincronismo è necessario anzitutto che abbia piccolo scorrimento così che sia piccolo lo scarto di velocità, e, secondariamente, che presenti piccolo momento d'inerzia.

Il rotore può essere a poli salienti, sul tipo di quello di un ordinario alternatore, oppure no: nel primo caso la coppia di avviamento è più piccola che nel secondo. Per questa ragione, e per la convenienza di eseguire una parte della lavorazione in serie con quella degli ordinari motori ad induzione, si preferisce generalmente adattare a motore sincro un motore a induzione che non la trasformazione inversa. Quando il carico oltrepassa un certo limite il motore si disincronizza, e continua a funzionare come motore asincrono; si rimette al passo quando il carico discende al di sotto del valore limite.

I sistemi di avviamento e di eccitazione adottati per questi motori variano a seconda dei diversi costruttori. Il loro rendimento è leggermente inferiore a quello di un ordinario motore ad induzione

(²) al cambio di 100 per ogni sterlina.

in causa delle perdite per l'eccitazione. Il costo è superiore a quello del corrispondente motore asincrono all'incirca in ragione del 20 % se costruito per lavorare con $\cos \varphi = 1$ e del 30 % se costruito per dare un $\cos \varphi = 0,9$ in avanzo.

Nella fig. 1 sono segnate le curve caratteristiche di un motore di questo tipo costruito dalla English Electric Co. per la potenza di 550 HP a 1000 Volt, 50 periodi, 428 giri.

La convertitrice. — A prima vista sembrerebbe questa la macchina ideale per fornire kVA in avanzo di fase, ma un più attento esame delle sue condizioni di funzionamento mostra che il suo im-

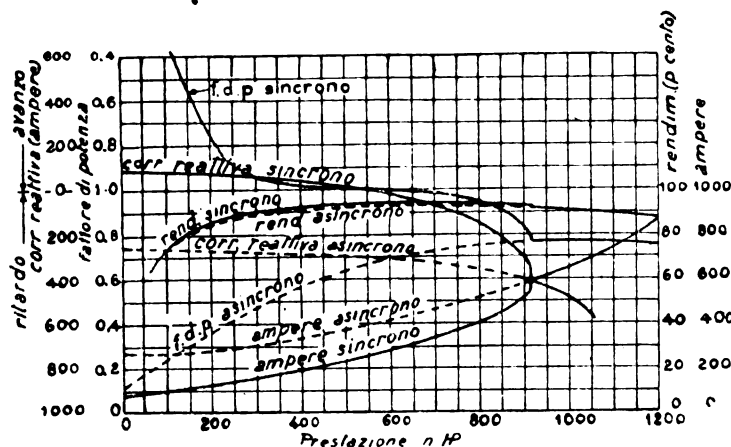


Fig. 2.

piego in questo campo è piuttosto limitato per il rapido incremento delle perdite che si verificano nel rame indotto coll'aumentare della componente svattata. La maggiore prestazione di una convertitrice in confronto di una dinamo ordinaria è dovuta al fatto che l'avvolgimento indotto deve portare solamente la differenza fra la corrente alternata motrice e la corrente continua erogata. Con f. d. p. interno eguale all'unità, questa differenza è minima, ed in queste condizioni il f. d. p. ai morsetti è circa 0,98 in ritardo. Per avere ai morsetti un f. d. p. eguale all'unità o in avanzo, bisognerebbe spostare in avanzo il f. d. p. interno della macchina, cioè introdurre una componente svattata maggiore. Poiché il riscaldamento aumenta col quadrato di questa componente, ne segue che il miglioramento del f. d. p. non può essere ottenuto con questa macchina se non a scapito della potenza. Le perdite nel rame sono minori in una convertitrice esafase che in una trifase però, se si riferisce l'incremento delle perdite dovuto alla componente svattata alle perdite normali a $\cos \varphi = 1$, la percentuale di aumento è maggiore in una convertitrice esafase che in una trifase. Aumentando l'eccitazione in modo da ottenere, per esempio, una componente svattata del 30 % le perdite nel rame a pieno carico, aumentano del 18 % circa in una macchina trifase e del 30 % circa in una esafase. Per mantenere la macchina entro i limiti di riscaldamento normali si dovrà ridurre la prestazione al 92 % nel primo caso ed al 88 % nel secondo, rispetto alla prestazione normale a $\cos \varphi = 1$. Questo vuol dire che i kVA svattati verrebbero a costare troppo cari con questo sistema per cui non converrà, dal punto di vista strettamente economico impiegare la convertitrice come compensatore di fase, ma converrà farla lavorare semplicemente con f. d. p. interno eguale all'unità. In questo modo si otterrà egualmente il vantaggio di migliorare il f. d. p. complessivo della rete, e la macchina non ne disturberà la tensione come potrebbe succedere invece quando si volesse spingerne il f. d. p. oltre l'unità.

Compensatori di fase. — Se agli anelli di un motore si applica una f. e. m. di frequenza eguale allo scorrimento e opportunamente concatenata colla corrente rotorica, si ottiene il risultato di far avanzare il vettore di quest'ultima. Per l'azione mutua fra statore e rotore, i kVA in avanzo immessi nel rotore passano nella linea e perciò con una quantità relativamente piccola di kVA forniti al rotore si può ottenere una grande quantità di kVA in avanzo nella linea.

Consideriamo, per esempio, un motore da 500 kW con scorrimento del 1,5%, e supponiamo di voler fornire alla linea una potenza svattata pari al 50% della potenza effettiva e cioè 250 kVA in avanzo. Se le condizioni di lavoro del motore non cambiassero sarebbe sufficiente un compensatore di potenza ridotta nel rapporto da 100 a 1,5 rispetto a quella richiesta; ma, immettendo nel rotore una certa quantità di kVA in avanzo, si vengono a cambiare le condizioni di lavoro del motore e precisamente se ne aumenta lo scorrimento perché la f. e. m. corrispondente dovrà vincere non solo le maggiori perdite ohmiche ma anche la componente in quadratura della f. e. m. dell'apparecchio compensatore.

Supponiamo che lo scorrimento aumenti da 1,5 a 2,5%; il rapporto di trasformazione fra statore e rotore non sarà più da 100 a 1,5 ma bensì da 100 a 2,5 e quindi per ogni kVA fornito al rotore, la linea beneficerà di 40 kVA. Trascurando le perdite, che sono piccolissime, sarà sufficiente un compensatore della prestazione di 6,3 kVA per ottenere nella linea lo stesso effetto di un condensatore, statico o rotante, della capacità di 250 kVA. Nello stesso tempo si aumenterà la sovraccaricabilità del motore.

In pratica si impiegano due tipi di compensatori: il compensa-

tore rotante ideato da Scherbius ed il compensatore oscillante, o vibratore, di Kapp.

Il primo è una macchina a corrente alternata a collettore la quale ha bisogno di essere comandata da una forza motrice esterna; il secondo è una macchina a corrente continua alla quale deve essere fornita dall'esterno, la corrente di eccitazione.

Nella tabella seguente sono riportati alcuni esempi di risultati pratici ottenuti coll'applicazione del compensatore di Scherbius:

Potenza del motore HP	150	420	500	1700
Tensione agli anelli volt	300	635	770	1030
Tens. fornita dal compensatore, volt	10,5	21,5	25	14
Corrente agli anelli amp.	260	380	350	900
Potenza del compensatore . . . kVA	4,7	14,2	15,1	22
Scorrimento originario per cento . .	3	1,6	2,5	1, —
Fattore di potenza originario . . .	0,87	0,85	0,78	0,91
id. migliorato	1, —	0,95	0,995	0,965
kVA recuperati	65	290	285	960

La frequenza della corrente è di 50 periodi. Nella colonna « kVA recuperati » sono segnati i kVA svattati, in avanzo, mediante i quali altrettanti kVA in ritardo che il motore avrebbe assorbito funzionando da solo, sono stati compensati.

I valori dello scorrimento si intendono per il motore funzionante da solo, ed a pieno carico; col compensatore tali valori risultano più che raddoppiati.

Col vibratore di Kapp, la riduzione della potenza svattata assorbita dalla linea oscilla fra il 40% ed il 70% a seconda dello scorrimento originario del motore e della frequenza della corrente: quanto più piccoli saranno questi valori, tanto maggiore sarà l'economia. Non conviene, con questo apparecchio, spingere il f. d. p. del motore molto al di là dell'unità perché il forte riscaldamento del rame rotorico obbligherebbe a ridurre la prestazione; i valori più convenienti per il miglioramento del f. d. p. sono quelli prossimi all'unità. Lavorando in queste condizioni, non si ha un aumento sensibile della corrente e quindi del riscaldamento del rotore, mentre si verifica una notevole riduzione della corrente statorica per cui, a parità di riscaldamento, la potenza continua del motore può essere leggermente aumentata. L'aumento è più sensibile nel caso di lavoro intermittente con carichi temporanei di breve durata: in questo caso si può arrivare a sovraccarichi superiori del 20% al 30% a quelli ammissibili in un motore ordinario e tale aumento di potenza può compensare in qualche caso il maggior costo del vibratore.

Le perdite nell'apparecchio sono piccolissime e sono compensate, press'a poco, dalla diminuzione della perdita nel rame statorico.

*

Istrumenti di misura e tariffe.

L'Autore accenna anzitutto al contatore Arnò ed osserva che, finora, tale sistema non ha incontrato favore nella pratica applicazione.

In Inghilterra sono adottati essenzialmente due tipi di tariffe: L'una suddivide il canone in due parti: una quota fissa in base al carico massimo in kVA od in ampère ed una quota variabile col consumo effettivo in kW-ora. Questo sistema richiede l'installazione di due strumenti di misura: un indicatore di massima ed un contatore di wattore. L'utente in base alla lettura dei due strumenti può in ogni momento fare il calcolo del canone che dovrà pagare.

L'altro sistema impiega invece due contatori, dei quali uno registra il consumo di energia attiva e cioè $\int_0^t \text{kVA} \cos \varphi dt = A$ e

l'altro il consumo di energia reattiva e cioè $\int_0^t \text{kVA} \sin \varphi dt = B$.

Dal confronto delle due letture si ricava il valore medio del f. d. p.

$$\cos \varphi = \frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2}}$$

ed il canone viene calcolato in base ad un consumo:

$$Q = A \frac{\cos \varphi_0}{\cos \varphi}$$

dove $\cos \varphi_0$ rappresenta il valore minimo del f. d. p. ammesso dalla Società per gli impianti utilizzatori.

Entrambe le tariffe prevedono inoltre un sovrapprezzo in relazione al costo del carbone.

Alcune società francesi hanno adottato un sistema di misurazione analogo a quest'ultimo con una tariffa unica da applicarsi alla somma dell'energia attiva registrata dal primo contatore più una frazione dell'energia reattiva registrata dal secondo contatore. Come si vede questo sistema è informato al principio Arnò e nell'applicazione presenta la maggiore complicazione dei due apparecchi di misura. Oggi però si costruiscono anche strumenti di misura a tre quadranti sui quali viene registrato rispettivamente il consumo di energia attiva, il consumo di energia reattiva e la somma: energia attiva più frazione di energia reattiva alla quale va applicata la tariffa.

L'Autore ha eseguito un'inchiesta presso le principali Società distributrici inglesi per raccogliere le varie opinioni in materia di

tariffe ed ha trovato che tutte sono d'accordo sull'importanza di stabilire le tariffe in modo da invogliare l'utente a mantenere un f. d. p. elevato nel proprio impianto.

Qualche società concede un premio a quegli utenti che migliorassero il f. d. p. del proprio impianto al di sopra di un dato valore; altre stabiliscono una penale per i valori troppo bassi del f. d. p.; osservano però che in pratica, la clausola viene applicata molto raramente.

La tendenza prevalente è in favore della doppia tariffa che tiene conto della punta in kVA e del consumo in kW-ora, la quale è già in vigore presso parecchie Società.

Il secondo tipo di tariffa accennato, non appare molto razionale e può dar luogo ad anomalie contrarie allo spirito della tariffa stessa. Infatti l'utente che volesse spingere il miglioramento del proprio f. d. p. al di là dell'unità verrebbe a pagare di più che non limitandosi ad un f. d. p. eguale a 1, mentre l'utente che installasse condensatori statici per portare il proprio f. d. p. ad un determinato valore otterrebbe gli stessi risultati agli effetti del canone, sia installando una batteria di capacità proporzionata alla potenza ed al f. d. p. originario del suo impianto e lasciandola inserita solamente durante il periodo di lavoro, che supporremo di 8 ore, sia installando una batteria di capacità eguale a un terzo della precedente e lasciandola inserita continuamente per tutte le 24 ore. In quest'ultimo caso però, il f. d. p. a pieno carico sarà sensibilmente inferiore a quello al quale si voleva arrivare e la Società non avrebbe modo di rivalersi della maggiore corrente che l'utente in tal modo verrebbe ad assorbire.

Simili anomalie non si verificano colla doppia tariffa che tiene conto separatamente della massima richiesta e del consumo di energia attiva. Il concetto informatore di tale tariffa è che la quota fissa debba compensare alla Società il capitale di impianto e la quota proporzionale al consumo debba compensare le spese di esercizio. L'autore osserva che in pratica riesce difficile mantenere costante la tensione sulla rete e che perciò la determinazione del massimo carico in kVA basata sulle indicazioni di apparecchi amperometrici viene ad essere influenzata dalle variazioni della tensione: in difetto, per le sopraelevazioni, in eccesso per gli abbassamenti che rappresentano il caso più frequente specialmente nei periodi di punta. Propone quindi un sistema di misura più accurato coll'impiego di tre strumenti:

- a) un indicatore del massimo carico in kW il quale può essere costituito da un ordinario contatore munito di un elemento a tempo;
- b) un contatore di wattore;
- c) un contatore di energia reattiva.

Dalla lettura dei due ultimi strumenti si ricava $\tan \varphi$ e quindi $\cos \varphi$.

Chiamando allora:

- P_0 il massimo carico in kW;
- P il massimo carico in kVA;
- m la quota fissa per kVA;
- Q l'energia consumata;
- n il costo unitario di quest'ultima,

sarà: $P = \frac{P_0}{\cos \varphi}$ ed il canone C risulterebbe:

$$C = m P + n Q$$

Con questa tariffa è superfluo imporre agli utenti limitazioni per il f. d. p. perchè il suo valore influisce sulla prima parte del canone così che la società è sempre compensata delle maggiori spese che incontra anche per servire gli utenti con basso f. d. p.

*

La relazione venne ampiamente discussa presso le varie Sezioni dell'Associazione che vi portarono il contributo di parecchie osservazioni ed informazioni interessanti.

Alla tariffa proposta dall'Autore si osserva che il carico massimo in kVA verrebbe determinato in base ad un valore medio del f. d. p. che certamente sarà differente e, nella massima parte dei casi, inferiore, a quello verificatosi in corrispondenza del massimo carico in kW. Tanto vale, allora, accettare le indicazioni di un strumento amperometrico anche se affette dall'errore derivante dalle variazioni della tensione e limitare a due soli gli strumenti di misura. Tanto più che quest'ultimo sistema permette all'utente di determinare in ogni momento il proprio canone, condizione questa alla quale si attribuisce molta importanza, mentre colla misurazione proposta dall'autore il f. d. p. dal quale dipende una parte del canone verrebbe determinato solo periodicamente all'atto della lettura degli apparecchi lasciati dall'utente all'oscuro dei propri impegni durante gli intervalli fra le letture. Inoltre la determinazione del f. d. p. in base alla lettura di due contatori l'uno di energia attiva e l'altro di energia reattiva può condurre a risultati erronei molto lontani dal vero: un utente che avesse installati nel proprio impianto dei condensatori statici e li lasciasse inseriti durante le ore di riposo dello stabilimento, farebbe girare in seno inverso il contatore di energia reattiva annullando ed anche invertendo le indicazioni registrate nel periodo di lavoro e potrebbe così far risultare un f. d. p. affatto fittizio che non avrebbe nulla a che vedere con quello verificatosi nei momenti di punta. L'ideale sarebbe di poter misurare direttamente il consumo di energia apparente con un contatore di kVA-ora, ma la tecnica non ci ha dato ancora tale apparecchio.

Qualcuno ha creduto di poter determinare il consumo di energia

apparente, in base alla indicazione A di un contatore di energia attiva ed alla indicazione B di un contatore di energia reattiva mediante l'espressione:

$$\text{kVA-ora} = \sqrt{A^2 + B^2}$$

È facile vedere come tale espressione sia esatta solo quando il valore del f. d. p. durante il periodo considerato sia rimasto invariato, nel qual caso sarebbe superfluo il secondo contatore.

Considerando infatti tre periodi successivi durante i quali il f. d. p. abbia assunto tre differenti valori rimanendo però costante durante ciascun periodo, se A_1, A_2, A_3 e B_1, B_2, B_3 sono rispettivamente le indicazioni dei due contatori alla fine di ciascun periodo, il consumo effettivo in kVA-ora sarà dato dalla somma:

$$\sqrt{A_1^2 + B_1^2} + \sqrt{A_2^2 + B_2^2} + \sqrt{A_3^2 + B_3^2} \quad (1)$$

mentre col sistema accennato i kVA totali sarebbero calcolati in base all'espressione:

$$\sqrt{A_1 + A_2 + A_3)^2 + (B_1 + B_2 + B_3)^2} \quad (2)$$

È evidente che le due espressioni non saranno, in generale eguali e si può dimostrare che la (2) è sempre inferiore alla (1) ad eccezione del caso in cui si verifichi la relazione:

$$\frac{A_1}{B_1} = \frac{A_2}{B_2} = \frac{A_3}{B_3}$$

Col sistema accennato si avrebbero quindi, in generale, quantità inferiori alle reali e l'errore può arrivare fino al 30%.

*

Fra i mezzi attuabili per il miglioramento del f. d. p. si è accennato ancora:

- a) al raggruppamento dei comandi, in modo da impiegare pochi motori di grande potenza in luogo di molti motori di piccola potenza;
- b) alla propaganda presso gli utenti per istruirli sul modo migliore di impiegare i loro motori e sulle principali caratteristiche da esigere all'atto dell'acquisto.

Il primo provvedimento, urta contro la tendenza generale nell'impiego della energia elettrica che è quella di frazionare i comandi portandoli ciascuno accanto alla propria macchina. Sulla sua attuabilità i pareri sono discordi. È indubitato che il piccolo motore, il quale deve avere una coppia di avviamento molto elevata relativamente alla sua potenza si trova a lavorare normalmente a carico ridotto, così che il suo f. d. p. che già a pieno carico non potrebbe essere superiore a 0,77 o 0,78 si riduce a valori bassissimi.

L'influenza dell'intraferro sul f. d. p. è affatto trascurata dagli utenti nella scelta dei motori, ed è comune invece la tendenza ad acquistare motori di potenza superiore a quella effettivamente richiesta dalle macchine operatrici nell'intento di coprirsi contro eventuali sovraccarichi o semplicemente per ignoranza delle condizioni di lavoro e di prestazione di un motore elettrico. È stato osservato che la sospensione del lavoro in un reparto, provocata dalla fusione delle valvole del motore, può riuscire assai più dannosa che il maggior onere nell'acquisto dell'energia derivante dai motori lavoranti con basso f. d. p. e che perciò è preferibile in molti casi installare motori con un buon margine di potenza piuttosto che correre l'alea delle interruzioni. È evidentemente impossibile stabilire al riguardo delle norme fisse e generali; certamente coll'esame dei problemi caso per caso e coll'assistenza da parte dei tecnici delle Società distributrici agli industriali ed agli utenti in genere, i quali sono all'oscuro in materia elettrotecnica, molto si potrà ottenere nel miglioramento delle condizioni di lavoro degli impianti. Questo è lo scopo principale al quale dovrebbero tendere le Società distributrici e qualcuno ha osservato che esse non dovrebbero domandare niente di più ai propri utenti perchè, a ragion veduta, la questione del f. d. p. è sorta per il fatto che le Società stesse hanno trovato più conveniente, nel loro interesse, distribuire corrente alternata invece che corrente continua, e perciò gli utenti si sono trovati nella necessità di adottare quegli apparecchi utilizzatori che il mercato poteva fornire. Se la maggior parte di essi per il servizio della propria industria ha bisogno di motori di piccola potenza, i quali necessariamente lavorano con un f. d. p. inferiore a quello dei grossi motori, non è giusto che per questo debbano essere penalizzati coll'applicazione di una tariffa più onerosa per l'acquisto dell'energia. In base a quest'ordine d'idee è stata avanzata la proposta che le Società distributrici invece di basare le loro tariffe su di un valore unico del f. d. p. abbiano ad adottare una scala di valori da 0,75 per esempio a 0,95 da applicarsi caso per caso in relazione alla potenza media dei motori installati ed al valore più elevato del f. d. p. ad essa corrispondente nei migliori tipi di macchine che si trovano in commercio. In questo modo il carico massimo in kVA verrebbe determinato non dal rapporto $\frac{\text{kW}_{\max}}{\cos \varphi \text{ medio}}$ ma dal prodotto $\text{kW}_{\max} \times \frac{\cos \varphi \text{ stabilito}}{\cos \varphi \text{ medio}}$ e l'utente il quale volesse introdurre apparecchi speciali per migliorare il proprio f. d. p. sentirebbe un beneficio proporzionale all'entità del miglioramento stesso, anzichè beneficiare esclusivamente in base ad un valore fisso del f. d. p., sistema questo che porta necessariamente a sperequazioni.

Secondo altri, la questione del f. d. p. sarebbe stata male impostata, e precisamente non si dovrebbe cercare il miglioramento del

f. d. p. sulle reti di distribuzione, ma si dovrebbe tendere a migliorare quello degli apparecchi utilizzatori. A questo riguardo è interessante la dichiarazione di un addetto al reparto costruzione motori presso una Ditta del continente il quale informa che durante la guerra, mentre per i motori destinati alla vendita sul continente era molto curato il f. d. p. così da ottenere valori da 0,93 a 0,946 a pieno carico e di 0,89 a mezzo carico per potenze da 6 a 8 HP a 1000 giri e da 10 a 15 HP a 750 giri, per una partita di motori destinata all'Inghilterra, dove la maggior parte delle Società distributrici tollerava un valore limite del f. d. p. di 0,8, si trovò conveniente progettare macchine più economiche, trascurando la questione del f. d. p.

Circa l'impiego dei vari apparecchi per migliorare il f. d. p. si può osservare che la scelta dipende in gran parte dalle circostanze locali.

I compensatori di fase convengono, in generale, per grossi motori isolati con potenze superiori ai 100 ÷ 120 HP o dove il motore sia soggetto a forti sovraccarichi, mentre negli impianti complessi, con parecchi motori, converrà sostituire qualcuno di essi, scelto fra quelli di maggior potenza, con motori sincroni. Questi ultimi possono dare senza inconvenienti un f. d. p. in avanzo mentre coi compensatori di fase conviene limitarsi a valori prossimi all'unità senza però oltrepassare questo limite. Inoltre l'aumento dello scorrimento che si accompagna a questi apparecchi può riuscire dannoso nei casi di motori che comandino ventilatori o pompe centrifughe.

Il motore sincro ad induzione costa più di un ordinario motore asincrono, presenta un rendimento inferiore e richiede manutenzione e sorveglianza più accurata; inoltre la coppia limite nel funzionamento sincro è relativamente bassa.

Quando il prezzo lo consenta, converrà installare in corrispondenza ad un motore o ad un gruppo di motori asincroni, una batteria di condensatori, la quale conserva all'impianto tutti i pregi della macchina asincrona e permette di realizzare nello stesso tempo i vantaggi del motore sincro. Ci sono parecchi esempi in cui quest'ultima soluzione ha dato ottimi risultati, riuscendo ad ammortizzare in un paio d'anni le spese di impianto colla semplice economia sull'acquisto dell'energia.

Non mancano esempi, infine, in cui anche l'installazione di un motore sincro funzionante a vuoto (condensatore rotante) sia riuscita conveniente, risparmiando, per esempio, l'impianto di nuove unità nelle centrali generatrici.

*

Ritornando al calcolo per la determinazione del valore più economico del f. d. p. esposto nella prima parte della relazione, è stato osservato che il procedimento vale per un impianto nuovo che sia allo studio, ma non sarebbe applicabile ad impianti esistenti.

In questo caso si può ancora stabilire una relazione matematica basata sulla doppia tariffa proposta dall'autore. Chiamando con Y la spesa annua di esercizio dell'impianto rifasatore (compresi interessi e ammortamento) per kVA fornito e con X il prezzo di vendita del kVA annuo misurato sulla punta, il valore più economico del f. d. p. è quello che soddisfa alla relazione:

$$\sin \varphi = \frac{Y}{X}$$

sostituendo per Y e X i valori medi normali, si trova per il f. d. p. un valore prossimo all'unità.

Se col miglioramento del f. d. p. si tendesse invece a diminuire le perdite in una rete di distribuzione, l'angolo di fase più economico sarebbe dato dalla relazione:

$$\tan \varphi = \frac{50}{K} \times \frac{Y}{M}$$

dove:

- K = perdita percentuale nella rete per $\cos \varphi = 1$;
- M = costo effettivo del kW anno;
- Y = come sopra.

Anche in questo caso, sostituendo alle lettere dei valori medi, si trova per $\cos \varphi$ un valore prossimo all'unità.

L'Autore richiama l'attenzione sul fatto che le diverse formule concordano nell'assegnare al f. d. p. valori prossimi all'unità, contrariamente alla opinione generale che non convenga spingere il miglioramento molto al di là del valore 0,9.

Il triangolo dei vettori riportato nella nota esplicativa in principio dell'articolo, ha avuto una interpretazione interessante come metodo grafico per la determinazione del f. d. p. più economico.

Consideriamo, per esempio, un impianto di produzione e utilizzazione della potenza di 1000 kW con un f. d. p. originario $\cos \varphi_0 = 0,75$ per il quale siano:

- C = costo per kW dell'impianto a $\cos \varphi = 1$ = L. 1200 (¹);
- c = costo per kVA degli apparecchi rifasatori, L. 300 (²)

$$a = \frac{c}{C} = 0,25.$$

Il calcolo di massima convenienza dà:

$\cos \varphi = 0,965$; $\varphi = 14^\circ 20'$; $\varphi_0 = 41^\circ 25'$; $\varphi_0 - \varphi = 26^\circ 55'$; $\cos(\varphi_0 - \varphi) = 0,89$ e l'economia percentuale risulta di: $100 - 89 = 11\%$.

Allo stesso risultato si può arrivare graficamente:

Nel triangolo OEI nel quale l'angolo in O ha coseno = 0,75, sup-

poniamo che la lunghezza del vettore OE rappresenti il costo dell'impianto con $\cos \varphi = 1$ e cioè L. 1.200.000. La lunghezza del vettore $OI = OE / \cos \varphi_0$ rappresenterà allora il costo dell'impianto con f. d. p. = 0,75 e cioè L. 1.600.000 e la lunghezza di un vettore qualsiasi compreso fra il punto O e la retta EI rappresenterà il costo dell'impianto con un f. d. p. eguale al coseno dell'angolo compreso fra il vettore considerato e la OE . La lunghezza del vettore IE può rappresentare, scegliendo opportunamente la scala, il costo dell'impianto rifasatore. Se fosse $\frac{c}{C} = 1$ i valori sulla EI si leggerebbero nella stessa scala di OE . Nel nostro caso è $\frac{c}{C} = 0,25$ per cui la scala di EI sarà quattro volte quella di OE .

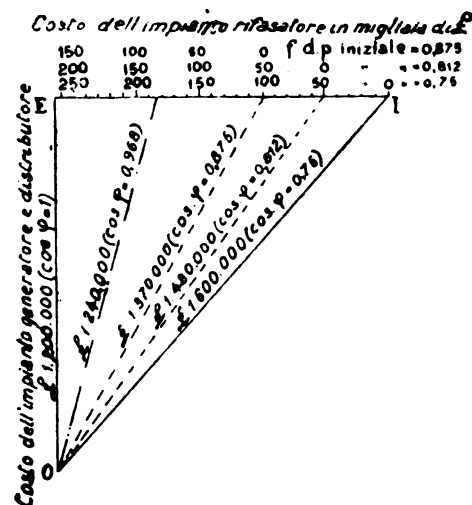


Fig. 3

Segnando lungo la IE a partire da I una scala dei costi come è indicata nella figura 3 e facendo uscire da O un vettore che formi colla OE un angolo il cui coseno corrisponda ad un dato valore, per esempio: 0,812, nell'intersezione di esso colla IE si leggerà direttamente la spesa occorrente per migliorare il f. d. p. dal valore originario di 0,75 al valore stabilito di 0,812.

Si hanno in tal modo tutti gli elementi per stabilire l'economia corrispondente e precisamente:

economia = costo originario dell'impianto — costo dell'impianto con f. d. p. migliorato — costo dell'impianto rifasatore
che tradotto in cifre diventa:

$$L. 1.600.000 - 1.480.000 - 50.000 = 70.000$$

e perciò il risparmio percentuale risulta:

$$70.000 \times \frac{100}{1.600.000} = 4,4\% \text{ circa.}$$

Ripetendo la costruzione per altri valori del f. d. p. e riportando i risultati sul diagramma della fig. 4 si può costruire la curva

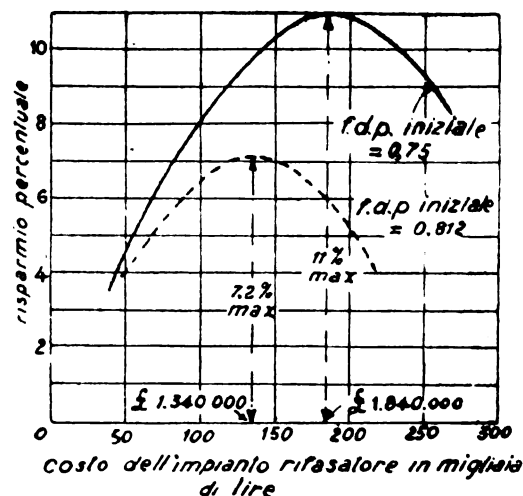


Fig. 4.

dell'economia (linea continua) dalla quale appare che l'economia massima arriva all'11% in corrispondenza ad un angolo (dalla fig. 3) di $14^\circ 5'$ al quale corrisponde un $\cos \varphi = 0,968$. La spesa per l'impianto rifasatore ammonterebbe a L. 184.000.

Come si vede i risultati concordano molto bene con quelli dedotti matematicamente.

Se il valore iniziale del f. d. p. invece di 0,75 fosse, per es., di 0,812, bisognerebbe spostare in corrispondenza ad esso lo zero della scala dei costi.

Ripetendo la costruzione, come sopra si otterrebbe sul diagramma

(¹) al cambio di L. 100 per 1 sterlina.

della fig. 4 una seconda curva (linea punteggiata) dalla quale appare come in questo caso l'economia massima arrivi soltanto al 7,2% in corrispondenza allo stesso angolo di $14^{\circ}5'$ come nel caso precedente. La spesa per l'impianto rifasatore ammonterebbe a L. 134.000.

L'angolo costante φ al quale corrisponde la massima economia dell'impianto è precisamente quello al quale corrisponde $\sin \varphi = 0,25$ eguale cioè al valore del rapporto $\frac{C}{C}$. Questo conferma l'affermazione dell'autore che il valore più economico del f. d. p. è indipendente dallo sfasamento originario φ_0 e dipende solo dal rapporto $\frac{C}{C}$ fra il costo per kVA dell'impianto rifasatore ed il costo per kW a $\cos \varphi = 1$ dell'impianto elettrico generatore e distributore. g. a. r.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Alcuni aspetti della radiotelegrafia a grande distanza.

In una recente conferenza alla Inst. of El. Eng. di Londra (The El. 2-III-23, vol. 90, N. 2337, pag. 220) H. W. Nicholls ha dato rilievo ad alcuni dei più moderni concetti adottati negli esperimenti di radiotelegrafia a grande distanza. Come è noto, la trasmissione vien fatta con l'aiuto di un'onda supporto (altri dicono onda vetriccia) di alta frequenza, modulata dalla corrente telefonica. È anche noto che la modulazione ordinaria, la quale richiede per una buona trasmissione della voce la riproduzione di frequenze fino a 3000, dà luogo a una emissione composta, la quale comprende oltre ad una parte notevole di energia emessa sull'onda supporto, anche tutto un fascio (o spettro) di emissione sulle frequenze comprese fra $f + 3000$ ed $f - 3000$, essendo f la frequenza dell'onda supporto. Se si pensa che per le trasmissioni a grande distanza le frequenze f utilizzabili non solo per la radiotelegrafia, ma anche per la radiotelegrafia sono all'incirca quelle comprese fra 37 500 e 10 000, si vede facilmente come basterebbero pochissime trasmissioni telefoniche a invadere tutta la gamma disponibile, quando ciascuna di esse dovesse occupare un intervallo di 6000 unità di frequenza (cicli al secondo).

Con i moderni perfezionamenti è stato possibile ottenere una buona trasmissione telefonica sopprimendo nell'emissione sia quello che resta della frequenza supporto, sia una delle due zone laterali di modulazione, e conservando solo l'altra. La prima eliminazione si fa con metodi di bilanciamento, la seconda mediante circuiti filtri. La parte residua viene energeticamente amplificata ed emessa dall'antenna di trasmissione. Nell'impianto ricevente si deve aggiungere, mediante un generatore locale, la frequenza supporto a quelle in arrivo affinché, per raddrizzamento, si possa ottenere di nuovo la corrente telefonica. Le recenti prove di trasmissione radiotelefonica dall'America all'Inghilterra sono state eseguite con questo sistema.

* *

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

PH. THOMAS — Un microfono senza diaframma per la radiotelegrafia. (Journal A. I. E. E., marzo 1923, Vol. 42, N. 3, pag. 219).

Le trasmissioni radiotelefoniche destinate al gran pubblico hanno dimostrato che il microfono a granuli di carbone si presta male alla buona riproduzione della musica. Per raggiungere questo scopo, ammesso che si disponga di un amplificatore senza distorsione, occorre che il dispositivo microfonico soddisfi ai seguenti requisiti:

- 1) Un'onda sonora incidente di data nota e di data intensità deve produrre sempre il medesimo effetto sul microfono.
- 2) La dipendenza fra intensità del suono ed effetto prodotto deve essere lineare.
- 3) Il dispositivo deve funzionare intorno al valore critico dello smorzamento per riprodurre correttamente onde sonore complesse.
- 4) La curva del modo di variare dell'effetto prodotto, per una data intensità di suono, in funzione della frequenza, non deve presentare punti di risonanza, ma deve invece preferibilmente essere una retta parallela all'asse delle ascisse.
- 5) È molto desiderabile che la curva ora detta dell'effetto del microfono in funzione della frequenza sia entro certi limiti regolabile a piacere dell'operatore e ciò per compensare dannose azioni selettive in altra parte dell'impianto.

Com'è noto, il funzionamento dell'ordinario microfono a granuli di carbone dipende dalla resistenza di contatto fra numerose particelle di carbone. È questa è fatta variare dal movimento di un diaframma, azionato a sua volta dalle onde sonore in arrivo. Nell'uso ordinario, parlando di fronte al diaframma, si mantengono in agitazione i granuli e ciò conserva una buona sensibilità al microfono. Ma nel caso di musica, specialmente se prodotta da vari strumenti, bisogna per necessità accontentarsi di una molto minore intensità di suono sul diaframma. Ne segue che il microfono perde gradualmente di sensibilità (taluni dicono che si «impasta») ossia la condizione

(1) non può essere soddisfatta. Se le condizioni (2) e (3) sono di solito a loro volta soddisfatte, non così può dirsi della (4), specialmente se il diaframma è «caricato», perchè esso risuona allora di preferenza per una certa frequenza (che si sceglie a bella posta intorno a quella di 800 periodi al secondo, considerata come frequenza media della voce) e per le sue armoniche. Questo è il motivo principale per cui il microfono a carbone risulta inadatto allo scopo.

Per di più il microfono a carbone, anche se desse variazioni di resistenza perfettamente fedeli, presenterebbe sempre nella corrente prodotta una sensibile distorsione, se usato in un circuito a f. e. m. costante. Ciò è dovuto al fatto che nell'espressione della corrente la resistenza variabile comparisce al denominatore ⁽¹⁾ e la distorsione è quindi tanto maggiore, quanto più energica la variazione di corrente. A ciò si potrebbe rimediare inserendo il microfono in un circuito a corrente costante (con grandi resistenze o reattanze in serie) e utilizzando, opportunamente amplificate, le variazioni di tensione ai capi del microfono prodotte dall'azione del suono. Ma con ciò non si migliora la caratteristica di risonanza ed è stato quindi necessario cercare altre vie.

Dapprima è stato tentato l'uso del microfono elettrodinamico (o a bobina mobile) in cui un rocchetto, solidale col diaframma è fatto muovere da quest'ultimo in un intenso campo magnetico e diventa quindi sede di f. e. m. d'induzione. Il sistema ha una risonanza meccanica assai accentuata per una sua frequenza caratteristica e i dannosi effetti di ciò dovrebbero essere compensati dalle proprietà elettriche dei circuiti filtri usati nel dispositivo di amplificazione. Ma tale compensazione non si è potuta raggiungere per le componenti del suono di frequenza elevata e l'apparecchio è stato abbandonato.

Altri importanti tentativi sono stati fatti col microfono a condensatore, o microfono elettrostatico che teoricamente sembrava il più adatto, data la possibilità di costruirlo con smorzamento critico e con sensibilità praticamente indipendente dalla frequenza. Dopo alcuni mesi di effettivo servizio nella radiotelegrafia anch'esso ha dimostrato inconvenienti pratici notevoli (difficoltà di mantenere costante e buono l'isolamento, deformazioni permanenti del diaframma, comparsa di una frequenza di risonanza, ecc.). Ciò malgrado il microfono a condensatore è oggi il migliore degli apparecchi a diaframma da usarsi in radiotelegrafia. Ma per le ragioni accennate diventava evidente l'opportunità di disporre di microfoni «senza diaframma».

Diversi tipi di apparecchi senza diaframma sono stati ideati, ma non tutti sono privi di inerzia o sono esenti da altri inconvenienti so-

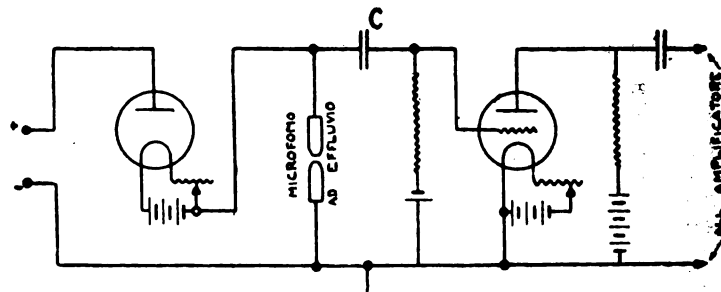


Fig. 1.

stanziali. Così il microfono termico (termofono del Goldschmidt usato in senso invertito), in cui l'onda sonora fa variare la temperatura e quindi la resistenza di un filo riscaldato, ha una sensibilità che decresce troppo rapidamente con la frequenza. Così pure gli apparecchi in cui si utilizzano le variazioni di impedenza di uno spazio di aria ionizzata (dal radio o dall'emanazione o da raggi ultravioletti) presentano impedenze interne ancor più elevate che quelle del microfono a condensatore. Un altro microfono è stato costruito traendo profitto dalla ionizzazione prodotta da un catodo di Nernst; ma anche qui, insieme con una sensibilità rapidamente decrescente con la frequenza, è stata riscontrata una notevolissima inerzia, dovuta a ciò che il funzionamento dipende assai più dalle variazioni di temperatura del catodo che non dalle variazioni di ionizzazione.

L'A. ha tentato con successo un'altra via, quella di utilizzare la scarica elettrica silenziosa e luminescente fra elettrodi posti nell'aria a pressione atmosferica. Questo fenomeno è meno noto che non la scarica nei gas rarefatti; ma anche nell'atmosfera, applicando fra due elettrodi di forma e natura convenienti una elevata tensione continua e avendo disposto in serie una grande resistenza che impedisca la scarica disruptiva, si può ottenere un effluvio di elettricità silenzioso e stabile. L'intensità della corrente può essere da 1 a 20 milliampere o ancor più e la tensione da 200 a 1000 V. Con elettrodi di rame la scarica è particolarmente tranquilla e costante. Le sue parti principali, passando dall'anodo al catodo sono: la luminescenza anodica, la colonna anodica, lo spazio oscuro di Faraday, la luminescenza catodica, e infine, tra questa e il catodo, lo spazio oscuro di Crookes, che ha nell'aria piccolissimo spessore, ma assorbe una parte notevole della caduta di tensione.

Un dispositivo del genere può servire come microfono, se inserito in circuito ad es. nel modo indicato dalla fig. 1, in cui un diodo mantiene costante la corrente di scarica e le sole variazioni di tensione ai capi del microfono vengono comunicate, attraverso al condensatore di arresto C, al circuito di griglia del primo triodo amplificatore. L'apparecchio ha dimensioni di poco maggiori che un orologio da tasca e consta di un anello di ebanite nell'interno del quale sporgono i due elettrodi, orientati secondo un suo diametro. Provato

in effettivo servizio il nuovo microfono ha presentato alcuni difetti, quali: 1) una curva di sensibilità che si abbassa al crescere della frequenza; 2) una abbondante presenza di rumori estranei che non coprono il suono utile, ma riescono assai molesti; 3) una estrema sensibilità alle correnti d'aria; 4) una certa tendenza al funzionamento come generatore di correnti ad alta frequenza. Tuttavia i vantaggi dell'eliminazione del diaframma insieme con i pregi di semplicità, durata, moderata impedenza, alta sensibilità hanno mostrato desiderabile cercare di perfezionare ulteriormente l'apparecchio.

Con l'aggiunta di un terzo elettrodo forato e spostabile lungo il cammino della scarica è stato possibile studiare la sensibilità delle varie parti di essa e constatare che, mentre la colonna anodica è la parte più sensibile, solo il tratto rimanente fra essa e il catodo dà una sensibilità indipendente dalla frequenza. Utilizzando questo tratto si ha bisogno di una amplificazione maggiore, ma si elimina il primo difetto e si può addirittura entro certi limiti influire in modo predefinito sull'andamento della curva di sensibilità. Quanto alle correnti d'aria se ne possono evitare gli effetti con opportune cautele e specialmente con vari schermi, disposti tuttavia in modo da non chiudere, neppure da un solo lato lo spazio in cui avviene la scarica. Già con l'aggiunta dell'elettrodo ausiliario si sono di molto attenuati i rumori estranei, ma a questo scopo ha servito ancor meglio l'adozione di speciali leghe per gli elettrodi, che negli apparecchi attuali non hanno bisogno di esser ricambiati se non a lunghi intervalli. Infine è stato studiato un tipo adatto di diodo raddrizzatore e un circuito di alimentazione che rendono facile l'innesco e lo spegnimento della scarica silenziosa. Con questi perfezionamenti l'apparecchio usato da parecchi mesi nella stazione americana KDKA per l'emissione di programmi di radiotelegrafia, ha dato risultati soddisfacenti.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

MATERIALI.

Ghisa non magnetica. — Nell'E. T. Z. del 24 maggio 1923 (volume 44, n. 21, pag. 486), il Gumlich riferisce su un tipo di ghisa non magnetica messa recentemente in commercio dalla Ditta Ferranti in Inghilterra col nome di «No-Mag». Si tratta di un materiale, che mentre presenta per tutto il resto proprietà identiche a quella della ghisa ordinaria, è praticamente non magnetico e dovrebbe quindi essere prezioso per molte applicazioni, in cui fino ad oggi si doveva ricorrere all'ottone o ad altre leghe. In particolare dovrebbe trovare impiego nelle costruzioni elettromeccaniche, per quelle parti in cui si vogliono eliminare le perdite per isteresi e correnti parassite dovute a campi dispersi. Si può avere una idea delle proprietà del «No-Mag» in confronto con la ghisa ordinaria e con l'ottone per mezzo della seguente tabella:

Materiale	Permeabilità massima	Resistività in ohm per m.m. ²
Ghisa ordinaria.	330	0,95
No-Mag.	1,03	1,40
Ottone	1,00	0,075

Come avviene per molte altre leghe, il coefficiente di temperatura del «No-Mag» è limitatissimo, circa 0,0009 in media tra 0° e 100° C. Perciò il nuovo materiale dovrebbe adattarsi bene anche per la costruzione di resistenze di avviamento e simili.

Nulla è detto circa la sua composizione, ma secondo il Gumlich si tratta molto probabilmente di ghisa al manganese (con 12-16% di Mn).

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Alcune nuove idee riguardo alla trasmissione r. t. — In una conferenza tenuta recentemente alla Royal Institution W. H. Eccles (The El. 11-V-1923 vol. 90 N. 2347 pag. 502) ha presentato alcuni apparecchi ed esposto alcune nuove idee riguardo alla r. t.

La fig. 1 illustra un oscillatore elettro-meccanico mantenuto in funzione da un diodo. L'equipaggio mobile oscilla intorno ad un asse verticale e comprende un magnete permanente leggermente ricurvo agli estremi, che presenta i suoi poli N ed S dinanzi a due rocchetti del circuito del diodo, e un'asta di ebanite, la quale, elettrizzata per strofinio, influisce sulla resistenza dello spazio fra filamento e anodo. Poichè questa influenza (che si manifesta in una diminuzione di corrente quando l'asta si avvicina al bulbo, e in un aumento quando si allontana) è funzione della distanza fra l'asta e il diodo, il sistema può essere disposto in maniera da rimanere stabilmente in oscillazione. La fig. 2 illustra la possibilità di far vibrare in modo permanente un diapason coll'aiuto di un triodo e senza bisogno di contatti, quali si usano negli ordinari elettrodiapason.

Un fenomeno interessante è quello osservato di J. H. Vincent (Phys. Soc. Proc., febbraio 1920, pag. 84) e che si presenta quando due oscillatori a triodo sono messi in funzione l'uno in presenza dell'altro, così che possano moderatamente influenzarsi. Se si predispone un terzo circuito risonante, su cui i due primi possano

agire, e comprendente un rivelatore (a cristallo) e un galvanometro, e si fa variare lentamente la frequenza propria di uno degli oscillatori nell'intorno di quella dell'altro, si rileva al galvanometro del circuito risonante (accordato per la frequenza fissa) una variazione di lettura, che diviene molto brusca in corrispondenza della risonanza e si svolge all'incirca secondo il diagramma della fig. 3. Il fenomeno si spiega qualitativamente ammettendo che quando le frequenze dei due oscillatori sono abbastanza prossime, esse tendono a fondersi in una frequenza sola per effetto dell'accoppiamento fra i due cir-

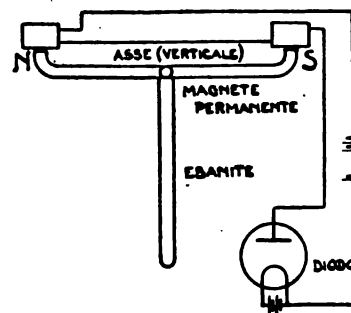


Fig. 1.

cuiti e che la brusca diminuzione dell'indicazione del galvanometro sia dovuta al rapido variare della fase relativa delle due correnti oscillatorie principali.

L'Eccles pensa che questo fenomeno possa utilizzarsi praticamente in vari modi. Si supponga ad esempio che uno dei due circuiti sia l'antenna ricevente, mantenuta in oscillazione dalle onde in arrivo, e che l'altro sia un oscillatore locale, di cui si regoli la frequenza in modo da portare l'indicazione nel circuito del rivelatore al minimo corrispondente alla cuspidine inferiore del diagramma della fig. 3. In tali condizioni basta una variazione di frequenza dell'onda in arrivo (ossia dell'onda emessa dalla stazione trasmittente) assai

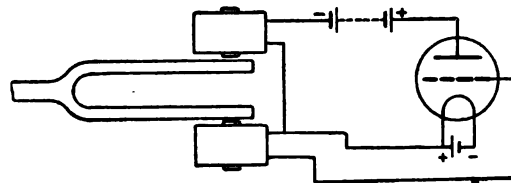


Fig. 2.

più piccola che quelle usate nella ordinaria manipolazione a doppia onda, per provocare una forte variazione di corrente nel circuito del rivelatore e permettere quindi la ricezione. Che anzi l'Eccles ritiene possibile effettuare un certo numero di diverse variazioni di frequenza, a cui corrisponderebbero altrettante diverse indicazioni del galvanometro lungo il ramo quasi verticale del diagramma e ciò permetterebbe naturalmente l'uso di un metodo di trasmissione assai più rapido che non il codice Morse. Le piccole variazioni di frequenza nella stazione trasmittente si otterrebbero chiudendo in corto circuito varie spire secondarie, ovvero dando diverse posizioni a una spira chiusa rispetto all'induttanza del circuito generatore.

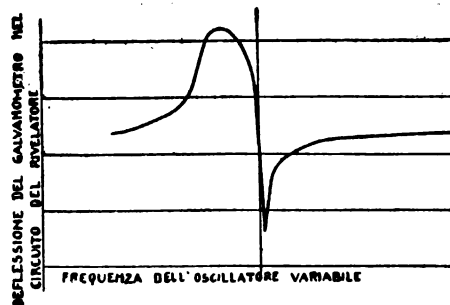


Fig. 3.

Altri metodi di segnalazione si possono ideare utilizzando il principio già noto dei battimenti (ricezione a eterodina). Se la corrente raccolta dall'antenna ricevitrice ha ad es. una frequenza di 200 000 e si genera sul posto una frequenza di 200 500, si hanno nella oscillazione risultante dei battimenti con frequenza 500, i quali, mediante raddrizzamento, permettono la ricezione acustica. Se si fa variare la frequenza locale ad es., fra 199 300 e 200 700 si ha, come è noto, una variazione continua di nota nel telefono, accompagnata da una variazione di intensità quale è indicata all'incirca dal diagramma della fig. 4. Si comprende come di ciò si possa trarre partito per ideare nuovi modi di trasmissione. Si può ad esempio pensare di trasmettere i punti e le linee del codice Morse mediante due emissioni di durata eguale, ma di frequenza diversa, così da dar luogo nel ricevitore a due suoni musicali distinti. Naturalmente con un maggior numero di frequenze si possono avere altrettante note

e effettuare quindi sistemi di trasmissione ancora più rapidi, se pure alquanto più complicati nei riguardi delle esigenze, a cui l'orecchio musicale dell'operatore ricevente dovrebbe soddisfare.

L'Eccles ha anche sperimentato un dispositivo con cui è possibile ottenere la ricezione dei punti e delle linee del Morse sotto la forma dei suoni di due vocali, per esempio, *a* ed *o*, ciò che non richiede più speciali attitudini musicali da parte degli operatori. Si è infatti constatato che per riprodurre le più semplici vocali bastano

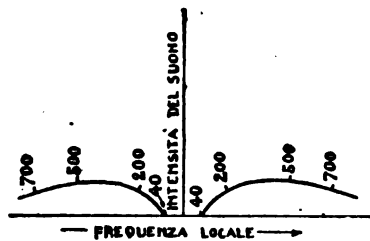


Fig. 4.

approssimativamente due frequenze, per es., per *a* bastano le frequenze 810 e 1360 circa. Se allora il trasmettitore emette simultaneamente due onde di frequenze ad es., 201 360 e 200 810 e l'eterodina locale oscilla con frequenza 200 000, la corrente composta, raddrizzata, conterrà le due frequenze volute. L'esperienza dimostra che, per ottenere nel telefono il suono della vocale occorre ancora aggiungere una nota gutturale mediante un elettrovibratore (cicala) inserito nel ricevitore. Con una coppia di frequenze leggermente di-

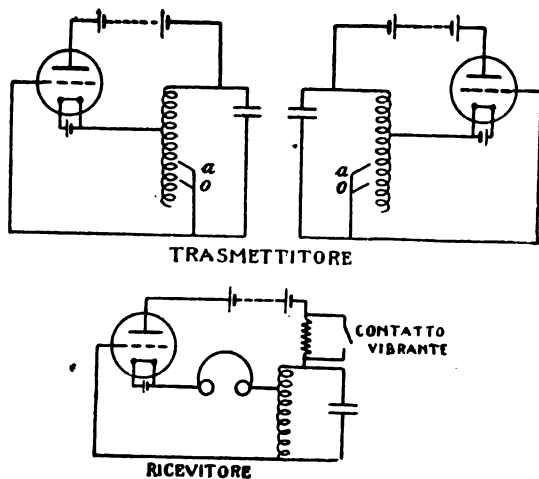


Fig. 5.

verse si può ottenere la vocale *o*. La fig. 5 rappresenta schematicamente il dispositivo sperimentale di cui si è servito l'Eccles. Con lo stesso apparecchio, anziché due, è stato possibile produrre 6 distinti suoni di vocali; e questi, combinati a due a due, danno 36 simboli, che, insieme con le vocali semplici, possono costituire un alfabeto convenzionale di gran lunga più rapido nell'uso che non il codice Morse.

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, CONCORSI, ECC.

Comitato Nazionale Scientifico Tecnico. — Sabato 16 giugno u. s. ebbe luogo in Milano nella Sede dell'Associazione Industriali d'Italia l'Assemblea Generale ordinaria del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico. Il Presidente Ing. Semenza, dopo aver riferito sull'opera del Comitato nell'anno sociale decorso, per organizzare l'ordinazione ed il ritiro dalla Germania in conto riparazioni di materiale scientifico per il valore di 4 milioni di marchi-oro per i laboratori scientifici di istruzione superiore, comunicò la costituzione sotto gli auspici del Comitato, presso il quale avrà sede, della *Federazione Italiana degli Enti di Unificazione* (standardizzazione), formata per ora dalla Associazione fra Industriali Meccanici ed Affini, Associazione per gli Studi dei Materiali da Costruzione, Associazione Elettrotecnica Italiana; tale Federazione ha lo scopo di promuovere la costituzione di Enti per l'unificazione in quei rami d'industria per i quali non ancora esistono, di determinare i limiti del campo d'azione dei vari Enti in modo da evitare interferenze, di intensificare e dirigere la propaganda per l'unificazione fra gli Enti pubblici e privati.

Comunicò poi il Presidente che, in seguito al recente provvedimento della P. I. col quale vennero ridotte del 30 % tutte le dotazioni degli Istituti scientifici universitari, venne fatto presente al Ministero il grave danno che ne deriva al progresso scientifico nazionale per l'impossibilità dei Laboratori di far progredire intensamente le ricerche sperimentali, che oggi richiedono grandi mezzi; e come per riparare a tale iattura che avrà le sue ripercussioni a non lunga scadenza nel campo industriale, il Comitato intende lanciare un appello agli Industriali ed a tutti quanti sono convinti dell'importanza del progresso della scienza, per raccogliere fondi da destinarsi d'accordo col governo a favore dei laboratori scientifici. La proposta venne unanimemente applaudita.

VARIE.

Onoranze al Dr. Blathy. — La Società Anonima «Ganz» di Elettricità di Budapest, ha festeggiato recentemente il giubileo professionale del proprio consulente tecnico Cav. Uff. Dr. Ing. Otto Tito Blathy che da ben quarant'anni dedica alla Società stessa la sua attività instancabile ed il suo ingegno.

Ci associamo ai plausi ed agli auguri, pervenuti in tale occasione da ogni parte all'indirizzo dell'eminente elettrotecnico.

(Questa nota doveva precedere, nell'ultimo fascicolo, la notizia del telegramma inviato dalla Sezione di Torino; ma, nell'ultima correzione, fu per errore soppressa. N. d. R.)

DECRETI, LEGGI E REGOLAMENTI

Statuto del Comitato Nazionale Italiano dell'Illuminazione e del Riscaldamento.

1. — È costituito un «Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento».
2. — Scopo del Comitato è lo studio di tutte le questioni scientifiche e pratiche che riguardano l'industria dell'illuminazione e quella del riscaldamento sotto tutte le loro forme.
3. — Il Comitato funge da «Comitato Nazionale della Illuminazione» per rapporto alla «Commissione Internazionale della Illuminazione» e perciò nelle questioni di interesse internazionale è tenuto a conformarsi allo Statuto ed alle decisioni di detta Commissione.
4. — Il Comitato è formato da delegati nominati:
 - a) da Ministeri e da Amministrazioni Pubbliche;
 - b) dall'Associazione Elettrotecnica Italiana;
 - c) dall'Associazione Italiana delle Industrie Gas ed Acqua;
 - d) dall'Associazione fra Esercenti Imprese Elettriche;
 - e) da Società o Enti privati.
5. — Le associazioni o gli Enti privati di cui all'articolo 4 sono rappresentate in seno al Comitato come segue:
 - a) da un Delegato per ciascun Ministero ed Ente Pubblico partecipante.
 - da un Delegato di ciascuna delle Società ed Enti privati che individualmente concorrano alle spese del Comitato per una quota annua non inferiore a L. 500.
 - da un numero di delegati uguali per ciascuna delle tre Associazioni partecipanti, e complessivamente non inferiore alla somma dei delegati delle altre due categorie.
6. — Il Comitato eleggerà nel proprio seno 1 Presidente, 2 Vice-Presidenti e 1 Segretario-Cassiere.
7. — Tutti i membri del Comitato durano in carica 3 anni; allo spirare del triennio gli enti delegati saranno invitati a rinnovare le loro delegazioni e la mancata designazione sarà considerata come rinnovamento dell'incarico per il successivo triennio.
8. — Il Comitato può costituire nel proprio seno Sottocommissioni speciali per lo studio delle questioni che riterrà opportune e di quelle altre proposte dalla Commissione Internazionale. All'uopo i Sottocomitati speciali possono essere aggregati, in qualità di Membri straordinari, con persone estranee che abbiano in materia una particolare competenza.
9. — Perchè le deliberazioni del Comitato siano valide è necessario l'intervento alla seduta di almeno un terzo dei delegati, diversamente le proposte, in esse formulate dovranno essere sottoposte a votazione per referendum. Ogni deliberazione del Comitato sarà presa a maggioranza di voti.
10. — Il Comitato compila entro 6 mesi dalla fine di ciascun esercizio, che chiude al 31 dicembre, un rapporto sui propri lavori e su quelli della Commissione Internazionale per l'Illuminazione. Tale rapporto sarà pubblicato nei giornali ufficiali delle Associazioni partecipanti.
11. — Concorrono a sostenere le spese del Comitato i Ministeri, gli Enti Pubblici, le Società e gli Enti privati, nonché le tre Associazioni fondatrici e queste ultime nella misura massima di L. 2.500 per ognuno di esse. I versamenti debbono farsi entro i primi tre mesi di ciascun anno.
12. — Gli Enti e le Società che non intendono di continuare il loro contributo al mantenimento del Comitato ne devono dare comunicazione alla Presidenza con lettera raccomandata almeno un anno prima, affinché delle contribuzioni mancanti si possa tener conto nella compilazione del bilancio.
13. — Tutti i facenti parte del Comitato prestano opera gratuita. Ai delegati incaricati ad intervenire alle riunioni plenarie o parziali della Commissione Internazionale dell'Illuminazione all'estero, vengono rimborsate le spese di viaggio in prima classe dalla loro residenza e corrisposta una diaria da stabilirsi di volta in volta dal Comitato.
14. — Al Presidente e Vice Presidente del Comitato, ai Presidenti dei Sottocomitati ed al Segretario vengono pure rimborsate le spese di trasporto effettivamente sostenute per le riunioni del Comitato e rispettivamente dei Sottocomitati, alle quali essi sieno obbligati ad intervenire.
15. — Il presente Statuto potrà essere modificato per referendum fra i Delegati, ma accorrerà per la validità delle deliberazioni, il voto favorevole di almeno due terzi dei componenti del Comitato.

ATTESTATI DI PRIVATIVE INDUSTRIALI

(Per accordi presi con Società Consorelle possiamo riprendere questa rubrica che dovemmo sospendere quando cessò la pubblicazione del Bollettino Ministeriale).

Macchinario elettrico, accumulatori, ecc.

- 2.1.1922; 539-109 — RAVA ANTONIO, Torino: Rotore elettrico con motore a stella per piccole potenze - Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 2.1.1922; 539-118 — COMP. GÉNÉRALE FLECHIGNE, Nancy: Appareil de démarrage et d'accrochage combiné pour moteur asynchrone - Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 3.1.1922; 539-157 — ROBERT BOSCH AKTIENGESellschaft, Stuttgart (Germania): Dispositif de couplage pour machines à courant continu devant tourner en sens différents. - Priv. 30.9.1920 - anni 15.
- 4.1.1922; 539-182 — UGHETTI LA CORSA LUIGI, Torino: Motore elettrico a campo rotante a velocità variabile e a coppia costante - Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 7.1.1922; 540-21 — MAX GRUBER, Genève (Svizzera): Aimant de champ tournant pour machines électriques à grande vitesse - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 12.1.1922; 540-147 — GOUIN PAUL e ROESEL EDMOND, Parigi: Perfectionnements aux accumulateurs alcalins - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 17.1.1922; 541-2 — CHARLES BODMER - SOC. AN. DES ATELIERS DE SECHERON, Ginevra (Svizzera): Machine électrique de grande puissance à courant continu à haute tension. - Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 18.1.1922; 541-61 — SIEMENS SCHUCKERT WERKE GES. Siemens-Stadt (Germania): Motore sincro con poli ad espansione pronunziata ed avvolgimento ausiliario per l'avviamento asincro. - Priv. 30.9.1920 - anni 5.
- 19.1.1922; 541-118 — CANTULLI UGO, Rovigo: Nuovo sistema di alimentazione e regolazione di motori a corrente continua a mezzo di trasformatori di corrente trifase in corrente continua a tensione variabile. - Priv. 30.9.1920 - anni 1.
- 20.1.1922; 541-125 — ENRICO TRETTEL e CANTULLI UGO, Roma: Trasformatore statico di frequenza tensione e fase - Priv. 30.9.1920 - anni 1.
- 21.1.1922; 541-153 — SOC. DE L'ACCUMULATEUR TUDOR, Parigi: Perfectionnements apportés à la suspension des plaques dans les recipients d'accumulateurs électriques. - Priv. 31.12.1952 - anni 6.
- 23.1.1922; 541-184 — PESTARINI LUIGI, Milano: Perfezionamenti nelle macchine elettriche. - Priv. 31.12.1920 - anni 5.
- 26.1.1922; 542-38 — ROBERT BOSCH AKTIENGESellschaft, Stuttgart (Germania): Dispositivo per fissare le estremità dei fili negli organi di connessione. - Priv. 30.9.1918 - anni 15.
- 26.1.1922; 542-47 — FRANK GREAVES WARBURTON, Londra: Sistema di controllo per mantenere costante la velocità relativa di motori elettrici. - Priv. 31.3.1920 - anni 6.
- 30.1.1922; 542-101 — RINGE e C., Klotzsche, Dresda (Germania): Sistema per rendere conservabili le pile a biossido di piombo e zinco. - Priv. 31.3.1919 - anni 15.
- 30.1.1922; 542-104 — POUCHAIN ADOLFO, Torino: Perfezionamenti agli accumulatori elettrici. - Priv. 30.6.1920 - anni 3.

Apparecchi e materiali riguardanti gli impianti elettrici, le linee, ecc.

- 2.1.1922; 539-107 — EMIL HAEFELY et Cie A. G., Basilea (Svizzera): Isolateur électrique. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 3.1.1922; 539-141 — METROPOLITAN WICKERS ELECTRICAL Co. Ltd., Londra: Innovazioni negli apparecchi scaricatori elettrici a spazio esplosivo. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 4.1.1922; 539-200 — POZZI GIOVANNI, Milano: Dispositivo applicato sul portalampade e sul peduncolo delle lampadine per impedirne le oscillazioni e lo slittamento. - Priv. 31.12.1921 - anni 5.
- 5.1.1922; 539-20a — GALLA PIETRO, Torino: Dispositivo di montaggio di un portalampada elettrico per l'illuminazione dei pianoforti. - Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 5.1.1922; 539-227 — CHARLES EDWARD FAIBURN, Londra: Perfezionamenti agli inseritori a controllers per motori elettrici. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 7.1.1922; 539-250 — CUTTER ELECTRICAL and MANUFACTURING Co, Filadelfia (S. U. A.): Appareil interrupteur disjoncteur. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 7.1.1922; 540-19 — CREPALDI ETTORE, Milano: Collegamento snodato per giunzione e sdoppiamento di conduttori elettrici in filo e corda - Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 9.1.1922; 540-51 — MARTIN HOCHSTAEDTER, Wilmersdorf (Germania): Conduttore elettrico a forma di cavo - Priv. 31.3.1922 - anni 1.
- 11.1.1922; 540-108 — FONTANA MARIO, Torino: Perfezionamenti negli interruttori commutatori - Priv. 30.9.1920 - anni 3.

- 12.1.1922; 540-148 — AKT. GES. BROWN BOVERI et Cie, Baden (Svizzera): Mode de couplage pour commandes électriques à distance, en particulier pour installations ed couplages automatiques. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 13.1.1922; 540-181 — PESTARINI GIUSEPPE MASSIMO, Milano: Sistemi di trasporto da energia elettrica a corrente continua in energia meccanica. - Priv. 31.3.1920 - anni 5.
- 16.1.1922; 540-232 — PAUL BISCHOFBERGER, Lucerna (Svizzera): Procédé et installation pour l'emploi simultané de courants électriques de différente nature. - Priv. 30.9.1919 - anni 6.
- 18.1.1922; 541-55 — JEAN LEONARD LAFEUILLE, Nogent s/Oise (Francia): Resistances électriques. - Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 18.1.1922; 541-73 — HEINRICH GUTTINGER e HANS BURGERZ, Baden (Svizzera): Résistance électrique. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 21.1.1922; 541-141 — BERNARD JOSEPH FRANCIS, Londra: Perfezionamenti nei condensatori elettrici. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 21.1.1922; 541-148 — ANDOLFATTO CESARE, Milano: Isolatore per la costruzione di catene di isolatori per alte tensioni. - Privativa 31.12.1920 - anni 3.
- 21.1.1922; 541-156 — VELLANI GREGORIO, Casale Monferrato: Limitatore elettromagnetico di corrente. - Priv. 31.12.1920 - anni 5.
- 24.1.1922; 541-233 — GUERELLI ANTONIO, Genova: Interruttore commutatore per impianti domestici di illuminazione elettrica. - Priv. 30.6.1920 - anni 2.
- 30.1.1922; 542-109 — COMP. AN. CONTINENTALE (ci-devant J. Brunt e C.), Milano: Compteur d'induction à socle perfectionné pour la mesure de la puissance consommée en courant alternatif. - Priv. 30.9.1921 - anni 1.
- 31.1.1922; 542-123 — KORTING e MATHIESSEN C. G., Lutzsch-Lipsia (Germania): Compteur d'électricité indiquant la consommation déwattée dans les installations à courant alternatif et à courant triphasé. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 31.1.1922; 542-133 — SHIO BRASS CO, Mansfield (Ohio, S. U. A.): Perfectionnements dans les isolateurs. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 31.1.1922; 542-134 — LA STESSA: Isolatore. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.

Applicazioni varie e apparecchi relativi.

- 2.1.1922; 539-101 — MORIGI GIOVANNI e PASSARDI AMILCARE, Torino: Dispositivo per segnalare il funzionamento del fanalino elettrico montato alla parte posteriore dei veicoli. - Priv. 30.9.1920 - anni 1.
- 2.1.1922; 539-104 — SARTORI ANGELO, Torino: Interruttore automatico per impedire la messa in marcia abusiva dei motori. - Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 2.1.1922; 539-114 — IRIVIANI VIRGILIO, Torino: Sistema di disposizione delle resistenze per apparecchi elettrici di riscaldamento. - Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 3.1.1922; 539-148 — ARNO' RICCARDO, Milano: Perfezionamenti nei comuni processi di combustione impiegando aria calda prodotta elettricamente. - Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 3.1.1922; 539-155 — FABRIQUE DES MONTRES ZENITH, Successeur de Fabriques de Montres Zénith Georges Favre Jacot et Cie., Le Locle (Svizzera): Perfectionnements aux magnétos à induit tournant. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 4.1.1922; 539-170 — FREDERICK von SCHLEGEL, Svaston (S. U. A.): Système perfectionné de réglage pour arcs électriques et dispositifs d'arc électrique. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 4.1.1922; 539-171 — BERNARD PIERRE JOSEPH HENRI, Montreal (Canada): Appareil de chauffage électrique. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 4.1.1922; 539-153 — SCAMUZZI GIOVANNI, Torino: Saldatore elettrico. - Priv. 30.9.1920 - anni 1.
- 5.1.1922; 539-231 — FRITZ FREI, Berna: Rechaud électrique à immergeur. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 5.1.1922; 539-232 — ALDOVRANDI FERNANDO, Torino: Stufa elettrica a rapida circolazione d'aria. - Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 5.1.1922; 539-234 — RIDELLI ARTURO, Borgo Tossignano (Imola): Forno elettrico ad arco e resistenza per la produzione di ossido di zinco puro o mescolato ad altri ossidi direttamente dai minerali e da sottoprodotti. - Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 5.1.1922; 539-235 — LA MAGNETO BELGE Soc. An. Bruxelles: Magnéto à double blindage. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 5.1.1922; 539-240 — LA STESSA, Perfectionnements dans la construction des magnétos d'allumage. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 7.1.1922; 540-7 — ROPELAT ODARIO, Trento: Ferro da stirare elettrico. - Priv. 30.9.1920 - anni 12.
- 9.1.1922; 540-34 — KENYON OSIS ALLEN, New York: Saldatura elettrica. - Priv. 31.3.1920 - anni 6.
- 9.1.1922; 540-58 — FOSSATI MARINO e VIVENZA GREGORIO, Taino: Processo e forno elettrico per l'ossidazione dell'azoto. - Priv. 30.9.1920 - anni 1.
- 9.1.1922; 540-63 — STUART ELECTROLYTIC CELLS INC-WILLMINGTON, Delaware (Gr. Bret.): Electrode et bacterie electrolytique. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 9.1.1922; 540-69 — CERRI VINCENZO, Milano: Ricevitore elettrico per orologio sistema Cerri. - Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 11.1.1922; 540-96 — ROBINOT DE LA PICHARDAIS DANIEL MARIE GUILLAUME, Vichy (Francia): Système de commutateurs à prise de courant automatique. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.

- 10.1.1922; 740-90 — LENTI STEFANO (a Castelletto Scazzoso) e ROSSINI LUIGI (a Roma): Lampadina elettrica ad incandescenza.
- 11.1.1922; 540-98 — HAGLUND GUSTAF, Falun (Svezia): Disposizione delle vasche per elettrolisi con celle a diaframmi. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 13.1.1922; 540-175 — LA MAGNÉTO BELGE, Forest Lez-Bruxelles (Belgio): Magnéto d'éclairage pour bicyclettes, motocyclettes, etc. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 13.1.1922; 540-178 — JOHANN ZEHETMAIER e RICHARD WOLF, Monaco (Germania): Pendola a riscaldamento elettrico. - Priv. 30.9.1920 - anni 1.
- 13.1.1922; 540-179 — GLI STESSI: Ferro da stiro elettrico. - Priv. 30.9.1920 - anni 1.
- 13.1.1922; 540-185 — FRIEDR. KRUPP AKT., Essen-Ruhr (Germania): Dispositif de déclenchement pour interrupteur à maxima. - Priv. 30.9.1920 - anni 15.
- 14.1.1922; 540-196 — LÉPINEY LÉOPOLD AUGUSTE, Parigi: Lampe électrique démontable à incandescence et à intensité variable. - Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 14.1.1922; 540-198 — TORSIELLO ALBERTO e BIONDI VINCENZO, Milano: Lisciviatrice elettrica per uso domestico. - Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 14.1.1922; 540-200 — FIORENTINI PASQUALE, Padova: Apriporta elettrico. - Priv. 30.9.1920 - anni 2.
- 16.1.1922; 540-212 — BONELLI ALFREDO e SOTTILI ERNESTO, Roma: Perfezionamenti nella disposizione dei carboni degli archi elettrici per proiezioni fisse e cinematografiche e altri usi. - Priv. 30.3.1919 - anni 1.
- 16.1.1922; 540-214 — LUZY ANTOINE, Parigi: Dispositif pour aimanter les aimants permanents multipolaires monoblocs. - Priv. 30.12.1919 - anni 3.
- 16.1.1922; 540-226 — SCHNEIDER ANTONIO, Milano: Innovazione negli apparecchi elettrici soffiatori di aria calda. - Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 16.1.1922; 540-243 — FRANZ GRAF, Baden (Svizzera): Dispositivo per il riscaldamento elettrico dei forni di cottura. - Priv. 30.6.1920 - anni 6.
- 18.1.1922; 541-60 — GILLES HOLDST, EKKO OOSTERHUIS e N. V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIKEN, Eindhoven (Olanda): Procédé permettant d'éliminer des tubes à décharges ou similaires, les restes des gaz y contenus et de purifier les gaz inertes. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 18.1.1922; 541-7q — HENRI MOLLA Parigi: Bougie à réglage d'étincelle. - Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 19.1.1922; 541-81 — SANTUCCI GIANFRANCO, Roma: Apparecchio di riscaldamento elettrico a resistenza induttiva. - Priv. 30.9.1920 - anni 2.
- 19.1.1922; 541-104 — SOC. AN. FRANCO TOSI, Milano: Forno elettrico. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 19.1.1922; 541-116 — LASAGNA FRANCESCO e VENTURI GIAN ANTONIO, Parma: Nuovo apparecchio elettrico d'inalazione a ricarica senza interruzioni a resistenza a voltaggio registrabile e facilmente riparabile. - Priv. 30.9.1920 - anni 1.
- 20.1.1922; 541-123 — MUCCHETTI PAOLO e MUCCHETTI LORENZO, Brescia: Gambiera per la stiratura delle calze a riscaldamento elettrico sistema Fratelli Mucchetti. - Priv. 30.9.1920 - anni 2.
- 20.1.1922; 541-126 — TRONI CESARE, Palermo: Lampada elettrica fusiforme a meandro. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.

Telecomunicazioni con e senza fili.

- 2.1.1922; 539-110 — RAVA ANTONIO, Torino: Segnalatore od avvisatore elettro-fonico. - Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 2.1.1922; 539-131 — WESTERN ELECTRIC ITALIANA, Milano: Sistema di segnalazione elettrica. - Priv. 30.6.1920 - anni 6.
- 30.1.1922; 539-141 — LA STESSA: Commutatori automatici. - Priv. 30.6.1920 - anni 6.
- 30.1.1922; 539-142 — SIGNAL GESELLSCHAFT M. F. H., Kiel (Germania): Dispositif pour le fonctionnement sans perturbation des appareils acoustiques électromagnétiques polarisés. - Priv. 30.6.1920 - anni 5.
- 16.1.1922; 540-237 — SOC. INDUSTRIELLE DES TELEPHONES (Constructions électriques, caoutchouc, câbles), Parigi: Perfectionnements aux câbles téléphoniques et télégraphiques. - Priv. 30.6.1920 - anni 6.
- 18.1.1922; 541-46 — DICTOGRAPH PRODUCTS CORP., New York: Perfectionnements aux réhostats pour appareils téléphoniques. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 18.1.1922; 541-58 — WESTERN ELECTRIC ITALIANA, Milano: Perfectionnements apportés aux systèmes téléphoniques. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 19.1.1922; 541-103 — LOUIS IMEGG, Lana a/d Etsch (Austria): Téléphone pour funiculaire à câbles aériens. - Priv. 30.6.1920 - anni 6.
- 20.1.1922; 541-137 — MONTINI DINO, Firenze: Apparecchio da applicarsi a qualsiasi trasmettitore telefonico allo scopo di parlare senza essere udito dai presenti. - Priv. 30.9.1920 - anni 1.
- 24.1.1922; 541-207 — WESTERN ELECTRIC ITALIANA, Milano: Arrangement pour la transmission de courants de sonneries dans les systèmes de signalation pour courants porteurs. - Priv. 31.12.1920 - anni 6.

infrangibile smontabile a filamento sostituibile «Leni e Rossini». - Priv. 31.12.1921 - anni 3.

- 24.1.1922; 541-239 — CASTELLI VITALE EGISTO e GUALERZI ORLANDO, Roma: Apparecchio elettromagnetico di segnalazione o di controllo. - Priv. 31.12.1920 - anni 3.
- 25.1.1922; 541-249 — WESTERN ELECTRIC ITALIANA, Milano: Appareil répéteurs pour systèmes de signalation multiples par ondes partentes. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 25.1.1922; 541-250 — LA STESSA: Perfectionnements dans les systèmes de signalation multiplex. - Priv. 31.12.1920 - anni 6.
- 25.1.1922; 542-10 — CERVELLI LORENZO, Roma: Sistema di fusione della membrana telefonica a quella fonografica e di rafforzamento delle sue vibrazioni. - Priv. 30.9.1921 - anni 6.
- 31.1.1922; 542-182 — INDEPENDANTE DE TÉLÉGRAPHIE SANS FILS, Parigi: Nouveau montage de tube à v'de à 3 électrodes spécialement applicable à la télégraphie et à la téléphonie sans fils. - Priv. 31.12.1920 - anni 6.
- 31.1.1922; 542-187 — LA STESSA: Nouveau dispositif de production d'oscillations électriques entretenues spécialement applicable à la télégraphie et téléphonie sans fils. - Priv. 31.12.1920 - anni 6.

Trazione elettrica.

- 5.1.1922; 539-226 — CHARLES EDWARD FAIRBURN, Londra: Perfezionamenti alle condutture per trazione elettrica. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 7.1.1922; 539-243 — FRIEDR. KRUPP AKT. GES., Essen Ruhr (Germania): Locomotive électrique. - Priv. 30.9.1920 - anni 15.
- 13.1.1922; 548-186 — FREDERIC HUNGERFORD BOWMAN e RALPH LEONARD ASPDEN, Manchester (Gr. Bret.): Perfectionnements apportés à l'équipement électrique des véhicules automobiles et des machines volantes. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 17.1.1922; 541-19 — AUTOMATISME ET APPAREILLAGE, Parigi: Dispositif spécial de block-système pour traction électrique avec alimentation de la voiture motrice par contact frottant, glissant ou roulant. - Priv. 30.9.1920 - anni 1.
- 20.1.1922; 541-130 — ENRICO TRETTEL e CANTULLI UGO, Roma: Nuovo sistema di collegamento meccanico ed elettrico di motori per trazione trifase. - Priv. 30.9.1920 - anni 1.

Macchine termiche, idrauliche, ecc.

- 5.1.1922; 539-201 — CROSSLEY KENNETH IRVIN e WEBB WILFRED LE PLASTRIER, Manchester (Gr. Bret.): Perfectionnements apportés aux moteurs horizontaux à combustion interne à gaz et à pétrole. - Priv. 30.9.1918 - anni 6.
- 5.1.1922; 539-202 — GLI STESSI: Perfectionnements apportés aux moteurs verticaux à combustion interne à gaz et à pétrole. - Priv. 30.9.1918 - anni 6.
- 5.1.1922; 539-228 — BABCOCK e WILCOX Ltd e ARTHUR SPYER, Londra: Perfezionamenti agli ugelli spruzzatori per combustibili liquidi. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 7.1.1922; 539-248 — JOHN B. VILLA, Milano: Dispositivo spia per motori a combustione interna. - Priv. 30.9.1920 - anni 1.
- 7.1.1922; 540-9 — STILL WILLIAM JOSEPH, Londra: Perfectionnements aux moteurs à combustion interne à deux temps. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 9.1.1922; 540-65 — LO STESSO: Perfectionnements aux moteurs à combustion interne. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 12.1.1922; 540-140 — ARROWOOD MILTON WALLACE, Chicago (S. U. A.): Combustible pulvérisé. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 12.1.1922; 540-141 — MASSIGNON JULES, St-Mandé (Francia): Dispositif pour la récupération des chaleurs perdues. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 14.1.1922; 540-202 — SMITH JOHN HENRY DAVISON, Newcastle (Australia): Perfezionamenti nei motori a combustione interna. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 16.1.1922; 540-249 — WILLIAM BROWN, Annandale (Sydney, Australia): Torno e processo di combustione polverulento. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 18.1.1922; 541-51 — JOHN GEORG GROUVALL, Stoccolma: Motore a combustione interna con stantuffo contrapposti. - Priv. 30.9.1920 - anni 7.
- 18.1.1922; 541-52 — DIAMOND POWER SPECIALTY Co., Detroit Michigan (S. U. A.): Pulitore per caldaie a vapore. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 20.1.1922; 541-116 — CROSSLEY NOHRT LTD. e THOMAS DIEK WISHART, la prima a Manchester; il secondo a Heaton Chapel: Perfectionnements aux moteurs à combustion interne. - Priv. 30.9.1920 - anni 6.
- 21.1.1922; 541-155 — SELFEUERUNGSWERK MAYER E CO «SEM-CO», Francoforte s/m (Germania): Procédé et appareil pour la pulvérisation de combustibles liquides. - Priv. 31.12.1920 - anni 6.
- 30.1.1922; 542-95 — SOC. AN. SULZER FRÈRES, Winterthur (Svizzera): Dispositivo per regolare l'ammissione dell'aria compressa di avviamento nei motori a combustione. - Priv. 31.3.1919 - anni 15.
- 31.1.1922; 542-155 — WILSON FREDERICK MONTAGUE, Toronto (Canada): Perfectionnements dans les moteurs à combustion interne. - Priv. 31.12.1920 - anni 6.
- 31.1.1922; 542-159 — DRITH CHARLES, Londra: Perfectionnements dans les foyers mécaniques. - Priv. 31.12.1920 - anni 6.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

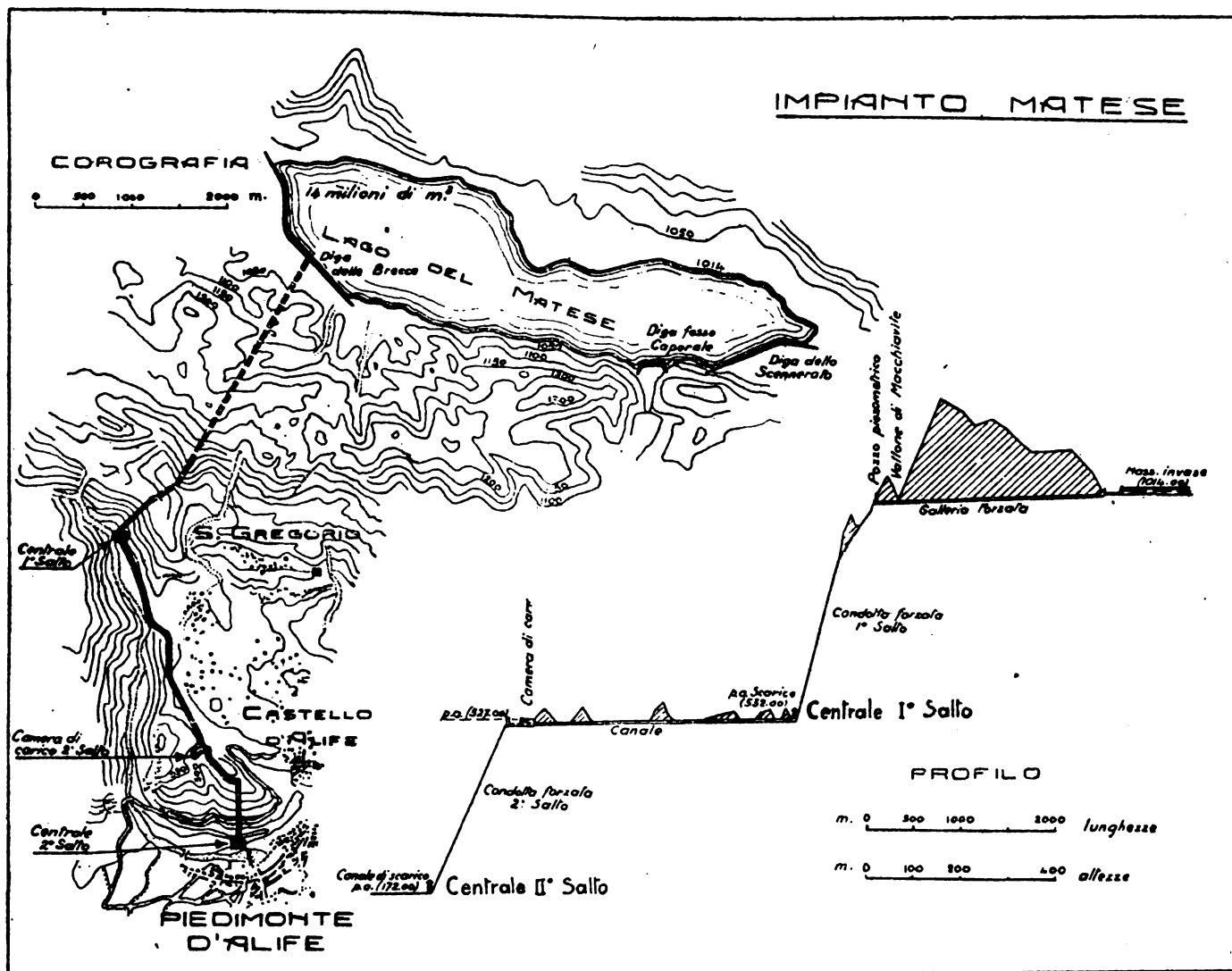
La visita ai grandiosi impianti del Matese delle Sezioni di Roma, Napoli e Bari.

Per iniziativa delle Sezioni di Roma, Napoli e Bari, si è svolta, il 25 giugno u. s. una gita all'impianto del Matese della Società Meridionale di Elettricità; la ottima organizzazione e la scrupolosa cura con la quale quest'ultima aveva predisposto il programma, e la signorile ospitalità di cui i gitanti poterono godere, permisero che la gita avesse un vero successo, sia dal lato tecnico, quanto da quello turistico.

I partecipanti sono stati in totale 106.

L'Ing. Fano, «denunziandolo» apertamente, fra gli applausi generali, come l'autore geniale, ma troppo modesto, di quanto di nuovo e di interessante, dal punto di vista elettrotecnico, i gitanti avevano potuto apprezzare nelle visite fatte; e, accennato alle linee generali del programma che la Soc. Meridionale si propone di svolgere nei prossimi anni, terminò esprimendo il suo rammarico (insieme a sincere congratulazioni) per l'avvenuto passaggio del Fano, al quale lo legano tanti anni di fraterna amicizia, alla Direzione Generale dei Servizi elettrici della Società Anglo-Romana.

Segui il nostro Presidente Generale Comm. U. Del Buono, il quale esprime il proprio vivo compiacimento per la nuova prova di vitalità delle Sezioni dell'A.E.I., e, augurando che simili gite intersezionali abbiano a ripetersi, ringraziò calorosamente, a nome di tutti, la Società Meridionale di Elettricità per la magnifica organizzazione della visita e la signorile ospitalità offerta; si congratulò con i valorosi tecnici della Società, e in particolare con l'Ing. Fano, per la perfezione degli impianti visitati; rilevò efficacemente l'importanza, di carattere addirittura nazionale, del vasto ed organico pro-



Da S. Maria Capua Vetere, punto di ritrovo, raggiunsero Piedimonte d'Alife con treno speciale dell'Alifana offerto dalla Soc. Meridionale, e quindi la Centrale II° salto, a mezzo di camion. Dopo una breve sosta, durante la quale venne offerto un rinfresco, i gitanti furono divisi in quattro squadre le quali, sotto la guida rispettivamente degli Ing. Fano e Rocca, Cenozato e Buttiglione, Motti e Guglielmi, Le Coultre e Rota, ed opportunamente sfalsati nel tempo come era previsto da orari grafici accuratamente studiati, servendosi di vari mezzi di locomozione (funicolare, camion, carrelli trainati da muli o da piccoli locomotori ad accumulatori) ebbero agio di ammirare le varie parti costitutive del magnifico impianto il quale, tanto nelle concezioni generali, quanto nei particolari atti a fronteggiare le più varie eventualità di esercizio, presenta delle spiccate caratteristiche di novità.

Alle 13.30 circa, gli ospiti ed i gitanti si riunirono a banchetto in un capannone adiacente alla Centrale del II° salto, simpaticamente decorato con profusione di piante e bandiere; ed il banchetto riuscì improntato a quella simpatica e schietta cordialità che è la caratteristica delle riunioni della nostra Associazione.

Alle frutta, l'Ing. Cenozato, Direttore della Società Meridionale, portò a tutti gli intervenuti, con felice ispirazione, il saluto della Società Meridionale e, in particolare, del suo Amministratore Delegato, Gr. Uff. M. Capuano, che impegni eccezionali avevano trattato a Napoli; improvvisò un argutissimo «atto di accusa» contro

gramma che la Soc. Meridionale sta attuando per merito principalmente del Gr. Uff. M. Capuano, e del quale gli impianti del Matese non sono che l'inizio; propose, fra il consenso cordiale dei presenti, l'invio di un telegramma di ringraziamento, di compiacimento e di augurio al Capuano; e suscitò gli applausi generali annunciando ufficialmente un lieto avvenimento «di famiglia», da lungo tempo atteso, dell'A.E.I.: la recentissima costituzione della Sezione Sarda, alla quale, interprete del pensiero di tutti, inviava telegraficamente l'augurio più fervido di vita operosa.

Chiamato da acclamazioni ripetute si alzò allora l'Ing. Fano. Visibilmente commosso da una così cordiale manifestazione, egli tentò — senza, a giudizio dei presenti, potervi riuscire — di ribattere qualcuno dei «capi d'accusa» formulati dall'amico Ing. Cenozato; ricordò come la parte idraulica degli impianti fosse stata studiata dall'Ing. Omodeo, e come egli avesse avuto numerosi e valenti collaboratori, a cui dovevano andare buona parte degli elogi, fra i quali l'Ing. Motti per lo studio e la direzione della parte elettrica, l'Ing. Rota, direttore dei lavori, coadiuvato dagli ingegneri Guglielmi, Pelleri, Steiner e Buttiglioni, oltre i capitecnici; ricordò ancora con quale precedente accortezza gli amministratori ed i dirigenti, primo fra questi l'Ing. Cenozato, avessero elaborato ed andassero attuando il programma dello sviluppo graduale della Società Meridionale; e ringraziò infine tutti i presenti della affettuosa dimostrazione.

A nome dei colleghi della Sezione di Roma, il Presidente Prof. Bordoni esprime all'Ing. Cenato, all'Ing. Fano ed a tutti i loro collaboratori la più viva ammirazione per la genialità e la importanza delle ardite innovazioni felicemente introdotte negli impianti del Matese, il più schietto entusiasmo per il modo brillante nel quale sono state risolte tante e così gravi difficoltà, tutto prevedendo ed a tutto provvedendo, per quanto ad uomini è possibile di fare; ricordò come siano apprezzate e seguite all'estero queste manifestazioni della ingegneria elettrotecnica italiana, e di quanta riconoscenza, anche per questo motivo, gli italiani siano debitori verso gli autori di quelle opere; ringraziò ancora la Società Meridionale e la Sezione di Napoli delle tante cortesie usate ai Colleghi; e terminò, tra gli applausi più insistenti, invitando i presenti a bene augurare, in un giorno nel quale ricorreva una data che tutti gli italiani ricordano con commozione, alle fortune del Paese ed allo sviluppo della scienza e della industria elettrotecnica.

Vivi ringraziamenti alla Società Meridionale esprime pure l'Ing. Ascoli della Sezione di Bari, ricordando che anche le Puglie aspettano con ansia l'energia che potrà ottenersi dai grandiosi impianti che la Società Meridionale ha in animo di fare.

Ripetutamente e cordialmente invitato, si alzò poi, fra applausi generali, l'Ing. Selmo, Presidente della Sezione di Napoli, uno dei maggiori «colpevoli», per adottare la terminologia dell'Ing. Cenato, della magnifica riuscita della riunione. Egli porse il benvenuto ai colleghi di Roma e di Bari; ricordò quale appoggio cordiale la Società Meridionale avesse dato alla idea della visita al Matese, e con quale interessamento il Gr. Uff. M. Capuano avesse seguito lo svolgersi della laboriosa organizzazione; e chiuse brillantemente con l'augurio che presto potessero rinnovarsi altre gite intersezionali.

Da ultimo l'on. Ing. Netti rilevò quali benefici l'economia nazionale potesse attendersi dallo sviluppo degli impianti idroelettrici, specie se attuati con quel senso di previdente opportunità e con quella perfezione tecnica che i gitanti avevano potuto ammirare negli impianti del Matese; affermò che la comunanza di propositi e di indirizzo e la frequenza dei rapporti fra Società Meridionale e Società Anglo-Romana avrebbero reso meno dolorosa, per la Società Meridionale l'allontanamento del Fano al quale la S. A. R. è stata lieta di poter affidare i suoi servizi elettrici; e, riferendosi agli auguri espressi dall'Ing. Del Buono e dall'Ing. Selmo di nuove riunioni intersezionali, invitò, vivamente applaudito, i colleghi di Napoli e di Bari a partecipare alla visita all'impianto del Farfa per la quale egli ha già iniziato gli accordi col Prof. Bordoni.

Le prime ore del pomeriggio furono dedicate alla visita minuziosa, per quelle squadre che già non l'avevano compiuta, della Centrale secondo salto; poi i colleghi di Napoli e di Bari partirono con treno speciale da Piedimonte d'Alife alla volta di S. Maria Capua Vetere, per prendere qui il diretto per Napoli, mentre i soci della Sezione di Roma venivano guidati alle pittoresche sorgenti del Torano, e poi, in automobile ed in camions, venivano condotti a Caianello per prendere, alle ore 19.30, il diretto per Roma.

*

Riportiamo il testo dei due telegrammi inviati, a nome di tutti i Colleghi, dal Presidente generale:

«Gr. Uff. Maurizio Capuano — Napoli,

«Colleghi Associazione Elettrotecnica Italiana, Sezioni Bari, Napoli, Roma, entusiasti visita impianto Matese auspicano fortuna «Gruppo Società Meridionale sicuro successo compimento magnifico «programma da Lei perseguito base risorgimento Mezzogiorno interressante intera Nazione. — Presidente: Del Buono».

«Comm. Dolcetta — Cagliari,

«Colleghi Sezioni Bari, Napoli, Roma, riuniti visita magnifico «impianto Matese Società Meridionale Eletticità, augurano prosperità Sezione consorella grandioso sviluppo impianti isola sacra cuore «tutti italiani. — Presidente: Del Buono».

*

La regione che comprende l'altipiano del Matese si presenta con una impronta tipicamente carsica, tanto che si presentava in principio dubbia la possibilità, sostenuta dall'Ing. M. Bonghi, della utilizzazione del lago omonimo come serbatoio, a causa dei numerosi «inghiottitoi» che, come è noto, sono disseminati frequentemente nei terreni con tale costituzione geologica. Gli studi, iniziati nel 1906 e proseguiti col concorso di tecnici specialisti e di eminenti geologi, hanno in seguito permesso di assodare la esistenza, sull'intero fondo del lago, di un grosso bacino impermeabile di tufo (proveniente dalle ceneri dello spento gruppo vulcanico di Roccamonfina), in parte alterato in argilla il quale, mentre da un lato permetteva di spiegare la apparente anomalia della parziale conservazione delle acque anche nella stagione estiva, dava dall'altra tranquillità circa la riuscita dell'opera, ove con dighe opportunamente disposte si fosse riusciti ad isolare alcuni tratti di pareti permeabili e gli inghiottitoi principali, i quali erano peraltro assai appariscenti e costituivano, per così dire, gli emissari del lago.

Le dighe all'uopo costruite sono tre: una di piccola importanza

in località Caporale; due maggiori intorno agli inghiottitoi dello Scennerato e delle Brece; si è in tal guisa realizzato un serbatoio, atto a differire ai mesi estivi la utilizzazione delle acque defluenti dai monti circostanti l'altipiano durante i mesi invernali, con una capacità di 14 milioni di m³ (che diverranno 25 in seguito, col sopraelevamento delle dighe).

Le acque raccolte nel lago sono convogliate mediante un canale a sezione trapezia alla presa propriamente detta, in località delle Brece. Esse attraversano quindi il massiccio del Monte Raspato con una galleria forzata di 2600 m che fa capo al pozzo piezometrico, dal quale ha inizio la condotta forzata del primo salto.

Agli effetti della utilizzazione, lo studio comparativo delle varie soluzioni, in rapporto alle condizioni del mercato dei materiali, ha fatto scegliere la divisione in due salti.

La condotta forzata (delle Officine di Savigliano) del primo salto (465 m) è in lamiera d'acciaio, in parte chiodata e in parte saldata, con diametri variabili tra m 1.30 e 1 e con spessori fino a 30 mm. Nella centrale, di semplice ma elegante costruzione, sono installate due gruppi da 7300 HP costituiti da turbine Pelton di costruzione Riva e da alternatori del Tecnomasio Italiano, capaci di fornire 7000 kVA alla tensione di 10.000 V.

L'energia prodotta in questa centrale viene convogliata, alla stessa tensione di generazione, alla centrale secondo salto mediante cavi sottopombo immersi nelle acque del canale e nelle tubazioni fra la prima e la seconda centrale: questa soluzione, adottata per aumentare la portata dei cavi, è nuova, ed ha richiesto un accurato studio dei dettagli in concorso coi tecnici della Società Pirelli, fornitrice dei cavi stessi.

Dopo aver azionato le macchine del primo salto, le acque defluiscono in un canale (~3 km di lunghezza, parte in galleria e parte in trincea) a pelo libero, con piccolissima pendenza e che sbocca nella camera di carico della centrale secondo salto.

La condotta forzata della seconda centrale è pure in acciaio, con diametri variabili tra m 1.30 e 1 e con spessori fino a 22 mm (salto utile 355 m). Nella centrale sono installati due gruppi, costituiti ciascuno da una turbina Pelton di 5700 HP della Ditta Tosi e da un alternatore del Tecnomasio Italiano da 5000 kVA alla tensione di 10.000 V.

Le acque di scarico della turbina sono raccolte in un canale che si svolge in parte in galleria artificiale (sotto la sala macchina) e in parte all'aperto fino alla confluenza del Rio Maretto col Rio Paterno.

Come si è già detto, l'energia generata nella prima centrale è convogliata nella seconda. Quivi tutta l'energia vien trasformata da 10.000 a 66.000 V a mezzo di tre (in seguito quattro) trasformatori trifasi da 12.000 kVA ed è quindi immessa nelle linee di trasporto (due linee verso Napoli, che diverranno in seguito quattro, nonché, tra breve, una linea Benevento-Foggia-Bari, la quale effettuerà il collegamento tra i trasporti di forza della Società Meridionale e quelli, in costruzione, della Società per le forze idrauliche della Sila).

Le due centrali possono dare attualmente 25.000 kVA, ma tutto è predisposto per raddoppiare tubazioni e gruppi, in guisa da poter raggiungere una potenza di 50.000 kVA.

I quadri, sia ad alta che a bassa tensione, sono stati costruiti dalla Ditta Magrini su progetto dell'Ufficio della Società Meridionale diretto dall'Ing. Fano. Sono stati minutamente studiati e largamente adottati i più moderni e perfezionati sistemi di regolazione automatica, di segnalazione a distanza (tutte le manovre inerenti alla centrale primo salto, come parallelo, regolazioni, ecc., vengono fatte dalla centrale secondo salto) ed i dispositivi di commutazione ed interscambiabilità in caso di guasti, nel duplice intento di assicurare la più completa regolarità del servizio e la più grande economia di personale. Non è quindi esagerato dire che l'impianto del Matese è certamente uno dei più interessanti fra quelli che in questi ultimi anni sono stati eseguiti; e siamo sicuri che la cortesia dei tecnici della Società Meridionale ci permetterà di darne presto ai nostri soci una descrizione sufficientemente completa.

Comitato Nazionale Italiano dell'Illuminazione e del Riscaldamento.

L'antico Comitato Italiano dell'Illuminazione fu recentemente trasformato, pur rimanendo come prima l'emanazione nazionale della Commissione Internazionale dell'Illuminazione, in perfetto parallelismo col Comitato Elettrotecnico Italiano nei riguardi della Commissione elettrotecnica internazionale. Pubblichiamo in altra parte del giornale lo Statuto del nuovo Ente.

* *

S. E. Corbino, Ministro dell'Economia Nazionale.

Apprendiamo in questo momento che il nostro illustre Consocio è stato chiamato a reggere il nuovo ministero dell'Economia Nazionale. Non possiamo che associarci al plauso generale con cui fu accolta la nuova nomina, convinti che sotto la illuminata guida del Corbino le sorti dell'industria nazionale non possono che prosperare.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La prossima Riunione a Venezia.

Poco più di un mese ci separa dalla XXVIII riunione sociale per la quale, a giudicare dall'affluenza delle adesioni, numerosissimi soci converranno a Venezia da ogni parte d'Italia, e, mentre fervono — a Venezia e presso l'Ufficio Centrale — i lavori per l'organizzazione, noi faremo il possibile per pubblicare tutte le relazioni e le memorie, giunte od ancora semplicemente annunciate, che dovranno essere discusse nelle sedute del Congresso. Se ancora in questo fascicolo ci è possibile far posto a qualche scritto non relativo al Congresso, chiediamo fin d'ora venia a tutti gli autori che attendono la pubblicazione dei loro lavori, non destinati alla discussione di Venezia, se non potremo fare altrettanto nei tre fascicoli del settembre, e se, per conseguenza, dovremo farli attendere ancora.

È certo ad ogni modo che il successo tecnico del Congresso, è già fin d'ora assicurato: basterebbe a ciò l'importante gruppo di relazioni e di studi sulle radio-trasmissioni — del quale abbiamo già iniziato e proseguiamo la pubblicazione — presentato dai colleghi dell'Istituto Elettrotecnico e r. t. della R. Marina. Le radio trasmissioni e, in genere, tutte le nuovissime applicazioni dell'energia elettrica imperniate su quel meraviglioso apparecchio che è la valvola ionica, avranno larga parte nel prossimo congresso; e sarà gran bene perchè troppi sono gli elettrotecnici nostri che ancora non hanno voluto o potuto familiarizzarsi con tali applicazioni, le quali, a torto, sono ritenute una «specialità» mentre potrebbero, in un non lontano avvenire, invadere e «rivoluzionare» tutti i campi della grande elettrotecnica. Questa parte della riunione culminerà, com'è noto, nella mostra di apparecchi organizzata nel laboratorio di elettrotecnica della Scuola per gli Ingegneri, a Padova, sotto gli auspici del nuovo Comitato Italiano di r. t. scientifica. Dei primi lavori del nuovo Ente diamo notizia più avanti, nella Cronaca.

Comunicazioni elettriche ad alta frequenza su fili.

A proposito di uno studio sulla telefonia a grande distanza e sui ripetitori telefonici, esprimevamo mesi or sono ⁽¹⁾ il desiderio di veder comparire una trattazione italiana relativa ad un altro importante ed attraente argomento qual'è quello della telefonia e della telegrafia ad alta frequenza su fili. A tale desiderio ci sembra risponda assai bene lo scritto del collega BORGATTI che fa parte del gruppo di lavori ai quali abbiamo sopra accennato e che riassume le più importanti notizie su quanto è stato fatto all'estero e specialmente in America e in Germania per l'applicazione della tecnica delle alte frequenze ai sistemi di comunicazione elettrica su fili.

Anche la nuova applicazione, ormai uscita dalla fase sperimentale per affermarsi con sicuro successo nella pratica, può considerarsi in certa maniera un frutto della grande guerra. Infatti, sebbene i primi tentativi del genere siano antecedenti, è stata la guerra a dare da un lato un enorme impulso al perfezionamento dei metodi e degli apparecchi per l'uso delle alte frequenze e dall'altro a rendere quasi proibitivo il costo di nuove linee telegrafiche e telefoniche, favorendo i nuovi sistemi che permettono una utilizzazione assai migliore delle linee esistenti.

Inutile dire che le comunicazioni ad alta frequenza su fili sono un nuovo trionfo dei triodi (tubi o valvole elettroniche a tre elettrodi) e che la molteplicità e la ingegnosità degli schemi e dei modi di uso per essi ideati, appaiono veramente straordinari ed offrono per gran numero di delicati problemi tecnici soluzioni imprevedute e felici, che sarebbero sembrate altrimenti irraggiungibili.

A parte le applicazioni alla telefonia guidata, lungo linee di trasporto di energia, applicazioni che con iniziativa coraggiosa e assidua sta sviluppando una nota ditta italiana, non risulta sia stato fatto da noi gran cosa nel campo delle comunicazioni ad alta frequenza, mentre non sembra si possa senz'altro affermare che le condizioni siano sfavorevoli ad un'utile impiego dei nuovi sistemi anche in Italia. Comunque, dati gli ulteriori prevedibili perfezionamenti di essi, è sommamente desiderabile che l'argomento attiri l'interesse di cui è ben degno, e provochi nuovi studi e soprattutto prove ed esperimenti di carattere scientifico e pratico.

Nè il fatto che queste non facili applicazioni siano state sviluppate da organismi provvisti di mezzi di ricerca veramente

colossali, come accade appunto, ad esempio, per il gruppo americano detto del «Bell System», deve scoraggiarci, sia perchè non è detto che anche la ricerca isolata non possa recare qualche utile contributo, sia perchè la ripetizione indipendente e accurata di prove già eseguite altrove è sempre istruttiva e spesso produttiva; ed in ogni caso ci mette in condizione assai più vantaggiosa, di quella in cui si trovano i paesi di inferiore livello scientifico e tecnico, costretti a prendere ogni cosa già completa e finita dai grandi fornitori stranieri.

*

La seconda parte dello studio dell'Ing. Borgatti tratta specialmente della telefonia e della telegrafia multipla realizzate coll'aiuto delle alte frequenze. Il problema fu già affrontato parecchi anni or sono per i casi della telegrafia, così all'estero come in Italia, mediante l'uso di frequenze musicali; ma non si era giunti a risultati capaci di soddisfare a tutti i requisiti della pratica. Col sussidio prezioso delle alte frequenze e di tutta l'attrezzatura che ha dato magnifici risultati nelle radiotrasmissioni, il problema ha trovato invece una soluzione che si può già considerare più che soddisfacente e che è ad ogni modo tecnicamente interessantissima e ricca di promesse di ulteriore sviluppo.

L'avviamento automatico dei motori asincroni.

Qualunque sia per essere lo sviluppo avvenire delle applicazioni delle valvole ioniche alla grande elettrotecnica, certo oggi al motore ad induzione spetta ancora la parte più importante nelle applicazioni industriali dell'energia elettrica. Esso è giunto ormai ad un così alto grado di perfezione costruttiva, è così perfettamente noto nel suo funzionamento e nelle sue svariate forme ed applicazioni, che non è certo facile ricavarne nuovi argomenti di studio o di ricerca. Sarebbe stato tuttavia spiacevole che in un Congresso destinato genericamente alle applicazioni dell'energia elettrica, non si fosse trattato un po' anche del motore ad induzione: il Prof. SARTORI, un vero benemerito per l'attività tecnica delle nostre riunioni, colma le lacune con l'odierna pubblicazione su un nuovo tipo di avviatore automatico destinato a sostituire in molti casi l'ordinario reostato e che, pel suo principio, potrebbe anche consentire un più largo uso dei motori con rotore in corto circuito.

Ci auguriamo che l'interessante studio del Prof. Sartori possa appunto portare la discussione sui limiti di impiego di tali motori: limiti che, come è noto, sono da noi finora assai più ristretti che non in altri paesi.

La ferrovia monofase Centrale Umbra.

Nel fervore della discussione degli scorsi anni sulla questione del sistema — ora sopita, ma non esaurita certamente — non si è da noi quasi mai trattato del sistema monofase, nonostante il notevole favore ch'esso ha incontrato in altri paesi di Europa. Pure, mentre più vivaci erano i dibattiti ed attraverso tutte le difficoltà create dalla guerra si lavorava in Italia ad una notevole elettrificazione monofase che merita di essere conosciuta: vogliamo dire della ferrovia centrale Umbra della quale oggi tratta ampiamente l'Ing. SONA. Si tratta di una linea per molti aspetti interessante e di un impianto che fa onore ai tecnici che lo hanno eseguito. La descrizione del Sona sarà quindi assai gradita ai nostri lettori, tanto più ch'essa è completata da quei dati statistici di esercizio che ci augureremmo di poter avere per ogni altro impianto di trazione elettrica, perchè costituiscono sempre il miglior elemento di giudizio nel confronto dei vari sistemi.

LA REDAZIONE.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

(1) L'Elettrotecnica, 5 settembre 1922, Vol. IX n. 25, pag. 559.

AVVIAMENTO AUTOMATICO DI MOTORI ASINCRONI SOTTO COPPIA MOTTRICE COSTANTE E MASSIMA □ □ □ □

(Contributo all'argomento 2°:

Applicazioni meccaniche dell'energia elettrica).

GIUSEPPE SARTORI



:: :: XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I., 1923 :: ::

Scopo della presente Nota. — Motori destinati a servizio intermittente (s'intende trifasi asincroni) e particolarmente quelli adibiti agli apparecchi di sollevamento (grù, montacarichi, ascensori, argani, verricelli, ecc.);

motori da comandarsi a distanza e in modo automatico (ascensori, impianti autonomi di pompatura, ecc.);

motori destinati a partire sotto coppie resistenti elevate od obbligati a vincere allo spunto grandi reazioni inerziali (volanti, apparecchi di centrifugazione, ecc.) e per i quali occorre effettuare una manovra «a tempo» delle resistenze di avviamento;

motori inseriti su reti dove frequentemente si presentano interruzioni di energia con ripristino sollecito della tensione senza che vi sia stato il tempo per reinserire le resistenze di avviamento con apertura del corto circuito sulle spazzole;

per non dire che dei casi principali, si avvantaggerebbero grandemente nel loro funzionamento, se fosse possibile provvederli di un avviatore automatico il quale, senza richiedere manovra alcuna, compiesse le funzioni cui attualmente provvede il solito reostato e si trovasse permanentemente inserito ad ogni interruzione (voluta o non voluta) di corrente.

Della possibilità di risolvere praticamente questo interessante problema si occupa la presente Nota, non tanto per presentare cosa nuova, quanto per mettere in evidenza i pregi di una vecchia e caduta (a parere dello scrivente) ingiustamente in oblio.

Coppia motrice di un asincrono durante l'avviamento. — Come è noto la coppia motrice di un motore asincrono in funzionamento normale ha per espressione (in unità elettriche) per un motore bipolare

$$C_n = \frac{1}{2} p \Phi_0^2 10^{-10} \frac{\sigma \omega R_i}{R_i^2 + \sigma^2 \omega^2 L_i^2}$$

dove p è il numero dei circuiti in cui il rotore si può ritenere suddiviso; Φ_0 è il valore massimo del flusso risultante nel circuito magnetico (statore e rotore) che risulta concatenato con uno dei p circuiti del rotore) σ lo scorrimento in frazioni dell'unità; ω la pulsazione $2\pi f$ essendo f la frequenza delle correnti alternative che alimentano lo statore; e finalmente R_i L_i rispettivamente la resistenza ohmica di uno dei p circuiti e la parte dell'induttanza di questo circuito che si riferisce al flusso disperso.

Durante l'avviamento invece, supposto che sia inserita in ognuno dei p circuiti del rotore una resistenza esterna R_e puramente ohmica, la coppia è espressa da

$$C_a = \frac{1}{2} p \Phi_0^2 \cdot 10^{-10} \frac{\sigma \omega (R_i + R_e)}{(R_i + R_e)^2 + \sigma^2 \omega^2 L_i^2}$$

e quindi anche da

$$C_a = \frac{1}{2} p \Phi_0^2 \cdot 10^{-10} \frac{1}{\frac{R_i + R_e}{\sigma \omega} + \frac{\sigma \omega L_i^2}{R_i + R_e}}$$

I termini che costituiscono il denominatore avendo per prodotto una quantità costante (L_i^2) danno una somma di valore minimo quando risultano eguali, cioè quando

$$R_i + R_e = \sigma \omega L_i$$

ed in queste condizioni la coppia assume il suo valore massimo.

Soltanto in prossimità del sincronismo la resistenza variabile R_e assume valori dell'ordine di grandezza di R_i . Questa è tanto piccola che, di regola, può essere trascurata di fronte ad R_e durante l'avviamento; talchè nell'intervallo che va dallo spunto fino a quasi alla fine dell'avviamento noi avremmo permanentemente la coppia motrice massima se potessimo modificare R_e in modo che fosse sempre

$$R_e = \sigma \omega L_i$$

cioè se R_e fosse costantemente proporzionale allo scorrimento.

In pratica questa condizione viene raggiunta in modo molto approssimato con la manovra graduale di una resistenza a gradini. In essa si dissipa sotto forma termica una potenza $R_e I^2$ se I è il valore (efficace) attuale della corrente, nel circuito considerato del rotore.

Ne traiamo immediatamente come conseguenza che qualunque fenomeno dissipativo proporzionale allo scorrimento o meglio alla frequenza delle correnti rotoriche, può costituire un tipo di avviatore automatico capace di realizzare la condizione di mantenere la coppia al valore massimo durante il periodo di avviamento e fino a tanto che la resistenza interna si può ritenere trascurabile rispetto la esterna; dopo di che il massimo valore declinerà, mantenendosi comunque superiore al valore che dovrà avere in funzionamento normale del motore, questo valore non superando, di regola, i 2/3 del massimo raggiungibile.

L'avviatore a correnti parassite. — Fenomeni dissipativi proporzionali alla frequenza sono quello di isteresi e quello dipendente da correnti di Foucault; il primo proporzionale alla prima potenza della frequenza nei riguardi della energia dissipata, il secondo proporzionale alla seconda potenza della frequenza. Talchè parrebbe il primo fenomeno più adatto del secondo a realizzare un avviamento a coppia motrice costante e massima. Ma l'energia dissipata è proporzionale anche al valore della induzione B elevato ad una certa potenza (1,6 per l'isteresi (Steinmetz); 2 per le correnti di Foucault); e poichè per la variabilità di I (corrente rotorica che suscita il fenomeno dissipativo) varia anche H e quindi B , funzione implicita di μ e di H ($B = \mu H$) sarà da studiarsi l'andamento del fenomeno nel suo complesso prima di concludere se realmente si può con vantaggio ricorrervi per raggiungere lo scopo che ci siamo prefissi.

Come già avvertito l'idea di un avviatore a correnti parassite non è nuova. Fu la Casa costruttrice Alioth di Basilea che lo propose in tempi molto lontani. A mia cognizione l'unico che ne abbia fatto pratica applicazione è il nostro consocio, Ing. Carlo Pedretti (Trieste), che in suo particolare sistema di ascensori (1) lo ha adottato con pieno successo, i vantaggi ad esso inerenti essendo di gran lunga superiori ai suoi inconvenienti, di cui, come vedremo, purtroppo non va scevro.

Avendo dovuto recentemente occuparmi di un ascensore del tipo Pedretti esistente qui a Bologna, fui tratto inevitabilmente a riflettere sull'avviamento automatico che vi è predisposto e ne feci oggetto di qualche determinazione sperimentale, non priva di interesse, come si vedrà. Sull'argomento specifico (avviatore per motore asincrono a correnti parassite) non esistono, che io sappia, studi particolari, se ne eccettui un breve cenno dello Steinmetz (2) in una sua opera recente, dal quale però emergono subito le caratteristiche del detto avviatore; ma le conclusioni, dedotte da particolari ammissioni fatte sulle condizioni del circuito destinato a provocare il fenomeno dissipativo, non sono suffragate da alcun dato sperimentale.

Esiste invece una ricca serie di indagini di carattere tanto teorico quanto sperimentale sull'effetto pellicolare magnetico che è in giuoco nell'avviatore a correnti parassite; indagini di cui rendono conto i trattati generali di elettrotecnica (Grassi, Lombardi, Steinmetz ed altri) e molte memorie speciali, fra le quali è necessario ricordare quelle pregevolissime del Prof. Donati (3) e del Prof. Lombardi (4) pubblicate negli Atti della nostra Associazione.

L'avviatore automatico sopra accennato, è costituito da un tozzo nucleo di trasformatore trifase, in ferro, sui tre nuclei massicci del quale sono avvolte tre spirali attraversate dalle correnti rotoriche. Congiunte tre estremità con le spazzole poggianti sugli anelli del rotore, le altre tre sono congiunte a stella.

L'avviatore è dunque permanentemente inserito nel rotore e compie in modo perfettamente automatico la sua funzione, l'influenza sua andando affievolendosi col diminuire della frequenza delle correnti rotoriche fino a ridursi quasi nulla; e sarebbe praticamente perfetto se la presenza di una induttanza esterna non tendesse a peggiorare il fattore di potenza del motore, comportandosi esso, ad avviamento effettuato, come un motore a dispersione più elevata della normale.

In queste condizioni il rotore trovasi collegato con un vero e proprio trasformatore; il primario costituito dalle spirali di rame (di

(1) Ing. CARLO PEDRETTI. - Gli ascensori elettrici Sistema Pedretti Trieste, Tipog. G. Caprin, 1912.

(2) STEINMETZ. - Theory and Calculations of Electrical Apparatus, 1917, pag. 8.

(3) Prof. L. DONATI. - Sugli effetti delle alte frequenze nelle trasmissioni di correnti alternate. — Atti A.E.I., Vol. XIV, 1910.

(4) L. LOMBARDI. - Su la disuniforme distribuzione delle correnti alternate e dei flussi periodici di induzione nelle aste cilindriche di ferro. — L'Elettrotecnica, giugno 1915.

resistenza ohmica trascurabile) avvolte sui nuclei; il secondario costituito dai circuiti elementari entro cui si chiudono le correnti parassite suscitate con la polarizzazione alternativa del ferro massiccio. Questi circuiti elementari sono gli strati successivi del ferro (dalla superficie esterna verso il centro) in cui noi possiamo ritenere idealmente suddiviso il nucleo.

Allora, come in un trasformatore, noi potremo ritenere che nel rotore risulti inclusa una resistenza fittizia R_f entro cui si dissipa l'energia che le correnti parassite assorbono ed espressa da $R_f \cdot I_r^2$ se I_r è il valore efficace della corrente rotorica; e risulti pure inclusa una induttanza fittizia L_f dipendente non solo dalla dispersione, ma anche dal ritardo caratteristico introdotto dal fenomeno pellicolare magnetico e che per il ferro piatto polarizzato alternativamente nel senso in cui fu laminato, si dimostra essere di $1/8$ di periodo (Steinmetz) ⁽⁵⁾.

In queste condizioni, supponendo come prima la resistenza ohmica interna della spirale del rotore trascurabile di fronte a quella esterna (reale o fittizia che sia), la coppia motrice durante l'avviamento risulta espressa da

$$C_a = \frac{1}{2} p \Phi_0^2 \cdot 10^{-16} \frac{1}{\frac{R_f}{\sigma \omega} + \sigma \omega \frac{(L_i + L_f)^2}{R_f}}$$

Se potessimo realizzare la condizione che la resistenza fittizia variasse in modo direttamente proporzionale allo scorrimento, fosse cioè

$$R_f = R_0 \sigma \omega$$

($R_0 \omega = R_f$ per $\sigma = 1$ allo spunto del motore) noi avremmo raggiunto la prima condizione per l'avviamento, cioè la costanza della coppia. Infatti risulterebbe

$$C_a = \frac{1}{2} p \Phi_0^2 \cdot 10^{-16} \frac{1}{\frac{R_0 \sigma \omega}{\sigma \omega} + \sigma \omega \frac{(L_i + L_f)^2}{R_0 \sigma \omega}} = \frac{1}{2} p \Phi_0^2 \cdot 10^{-16} \frac{1}{R_0 + \frac{(L_i + L_f)^2}{R_0}}$$

Ma scegliendo convenientemente R_0 in modo da far risultare $R_0 = (L_i + L_f)$ o meglio, $R_0 \omega = (L_i + L_f) \omega$ si avrebbe anche la coppia massima, espressa, come sempre, da

$$(C_a)_{\max} = \frac{1}{2} p \Phi_0^2 \cdot 10^{-16} \frac{1}{2(L_i + L_f)}$$

La relazione che deve essere costantemente soddisfatta per avere la coppia motrice massima durante l'avviamento ci avverte che quanto al fattore di potenza proprio dell'avviatore

$$\tan \varphi = \frac{\omega (L_i + L_f)}{R_f} = \frac{\omega (L_i + L_f)}{\omega R_0}$$

dovrà verificarsi un valore costante, sempreché $(L_i + L_f)$ rimanga costante. In proposito sappiamo che L_i può essere ritenuto tale se i denti del rotore non riescono eccessivamente saturati; ma non potremo certamente attenderci la costanza di L_f , così che è probabile che $\tan \varphi$ subisca delle variazioni.

Vediamo adesso, con la fatta ipotesi $R_f = R_0 \sigma \omega$, come dovrà variare la potenza W assorbita dall'avviatore.

La fem. indotta nel circuito del rotore che noi consideriamo è espressa in unità pratiche e col suo valore massimo da $\sigma \omega \Phi_0 \cdot 10^{-16}$. Il valor massimo della corrente che sorge è pertanto

$$I_0 = \frac{\sigma \omega \Phi_0 \cdot 10^{-16}}{\sqrt{R_f^2 + \sigma^2 \omega^2 (L_i + L_f)^2}}$$

e la potenza assorbita dall'avviatore è completamente dissipata sotto forma termica

$$W = \frac{1}{2} R_f I_0^2 = \frac{1}{2} R_f \frac{\sigma^2 \omega^2 \Phi_0^2 \cdot 10^{-32}}{R_f^2 + \sigma^2 \omega^2 (L_i + L_f)^2}$$

che, con la condizione $R_f = R_0 \sigma \omega$, dà

$$W = \frac{1}{2} R_0 \sigma \omega \frac{\Phi_0^2 \cdot 10^{-32}}{R_0^2 + (L_i + L_f)^2}$$

cioè la potenza assorbita dall'avviatore deve risultare proporzionale allo scorrimento, a parte gli scostamenti dalla legge rettilinea che possono essere dovuti alla variazione di L_f durante l'avviamento.

⁽⁵⁾ STEINMETZ. - Theory and Calculations of Transient Electric Phenomena and Oscillations, pag. 366. Ediz. 1920.

Verifica sperimentale. — Questi due importanti risultati, cioè:

1°) L'avviatore a correnti parassite assorbe una potenza direttamente proporzionale allo scorrimento;

2°) Il suo fattore di potenza rimane pressochè invariato durante l'avviamento;

e quindi è da attendersi la costanza della coppia motrice in questo intervallo, ho voluto verificare mediante l'esperimento, valendomi dell'avviatore dell'ascensore di cui precedentemente ho fatto parola e applicandolo al rotore di un motore asincrono Marelli, abbastanza corrispondente a quello per il quale l'avviatore fu costruito.

Trattasi di un motore asincrono Marelli tipo *AN*, 50/4 *N* senza sollevamento spazzole HP 4,2 volt 110/190, periodi 42, giri 1200, direttamente connesso con una dinamo a corrente continua Marelli a doppia eccitazione (derivazione e serie) del Laboratorio di Elettrotecnica della Scuola Ingegneri di Bologna.

Per questo esperimento era necessario effettuare letture di istruimenti a tutte le successive velocità per le quali passa il rotore durante l'avviamento; occorreva dunque trovare un freno adatto, capace di consentire condizioni di stabilità anche per gli scorrimenti elevati. Sia N la velocità in giri del rotore a cui si vuol sperimentare. Bisogna opporre alla coppia motrice del motore una coppia resistente che abbia l'andamento rappresentato dallo schizzo; (fig. 1) abbia cioè, in corrispondenza al punto P una tangente il cui coefficiente angolare sia $>$ di quello analogo per la coppia motrice.

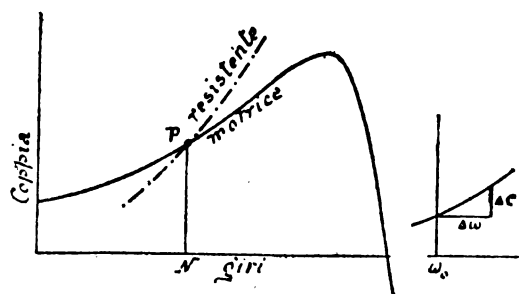


Fig. 1.

Questa condizione, necessaria per ottenere la stabilità in corrispondenza al punto P , è intuitiva e se ne può dare una dimostrazione in modo molto semplice osservando che se la velocità dovesse aumentare per una qualsiasi causa, vi sarebbe eccesso di coppia resistente e quindi frenamento; se dovesse diminuire vi sarebbe all'incontro eccesso di coppia motrice e quindi accelerazione. La stabilità esiste dunque soltanto per il punto P che è comune alle due curve. Si può però dare una dimostrazione più completa in base al principio delle forze vive ⁽⁶⁾.

⁽⁶⁾ Sia C_m la coppia motrice applicata al rotore (di momento d'inerzia J) di un motore per il quale è ω la velocità angolare e sia C_r la corrispondente coppia resistente. Se indichiamo con ΔC uno scarto finito della coppia motrice, esso determinerà uno scarto $\Delta \omega$ della velocità angolare. L'equazione delle forze vive ci dà immediatamente

$$J \frac{d \cdot \Delta \omega}{dt} = \Delta C = C_m - C_r$$

ricordando che, a seconda che C è una coppia acceleratrice o ritardatrice si ha

$$C = \pm J \frac{d \omega}{dt}$$

Ma poichè in generale le coppie, sia motrici che resistenti variano con ω , se individuiamo con C_m , C_r le coppie corrispondenti al punto P potremo scrivere.

$$C_m = C_{m0} + \Delta C_m$$

$$C_r = C_{r0} + \Delta C_r$$

con ΔC_m diverso da ΔC_r . E volendo mettere in evidenza che le coppie dipendono dalla velocità angolare.

$$C_m = C_{m0} + \Delta \omega \left(\frac{\partial C_m}{\partial \omega} \right)_{\omega = \omega_0}$$

$$C_r = C_{r0} + \Delta \omega \left(\frac{\partial C_r}{\partial \omega} \right)_{\omega = \omega_0}$$

Avremo dunque

$$J \frac{d \cdot \Delta \omega}{dt} = (C_m - C_{r0}) + \Delta \omega \left(\frac{\partial C_m}{\partial \omega} - \frac{\partial C_r}{\partial \omega} \right)_{\omega = \omega_0}$$

In condizioni di stabilità deve essere nulla qualsiasi coppia acceleratrice o ritardatrice, cioè deve essere $\frac{d \omega}{dt} = 0$ e poichè noi intendiamo che questo si verifichi alla velocità particolare $\omega = \omega_0$ dovrà essere per essa

Ho fatto pertanto ricorso alla duplice eccitazione della dinamo a corrente continua accoppiata al motore asincrono, per costituire il freno opportuno. Variando la resistenza esterna su cui la dinamo lavorava e registrando opportunamente la eccitazione in derivazione, fu possibile modificare entro larghissimi limiti il numero dei giri. Per ogni condizione di regime potei rilevare con tutto agio le grandezze necessarie per studiare il comportamento del motore asincrono durante l'avviamento. E precisamente: numero dei giri, potenza assorbita e totalmente dissipata nell'avviatore, la tensione ai morsetti, l'intensità di corrente, il fattore di potenza.

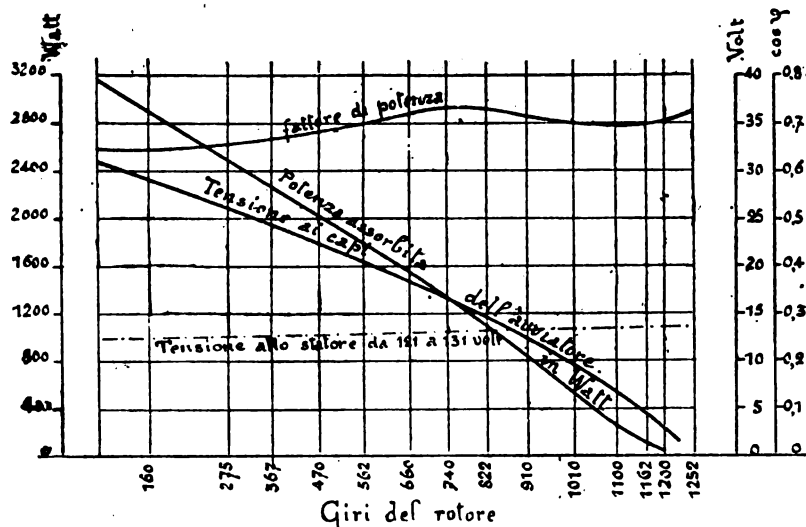


Fig. 2.

I risultati delle prove sono riassunti nel grafico della fig. 2 dove è pure visibile l'andamento della tensione ai morsetti dello statore che non mi fu possibile mantenere costante, causa la caduta di tensione in linea.

L'andamento quasi rettilineo della energia assorbita dall'avviatore sta a dimostrare che realmente un avviatore a correnti parassite è atto a soddisfare alla posta condizione che cioè la resistenza fittizia entro cui va a dissipare la sua energia la corrente rotorica varia direttamente e linearmente con lo scorrimento; e la discreta costanza del fattore di potenza sta ancora a dimostrare che se si avrà la coppia motrice massima allo spunto, questa si manterrà tale per tutto il periodo di avviamento.

Data la discreta costanza del fattore di potenza, si sarebbe indotti a credere che la tensione U ai morsetti dell'avviatore (o quella alle spazzole poggianti sugli anelli del rotore) dovesse variare anch'essa proporzionalmente allo scorrimento, così come varia la fem. indotta nella spirale del rotore che si considera. Infatti se trascuriamo di fronte ad R_f la resistenza R_i della spirale del rotore considerata, il diagramma delle fem. è quello segnato in fig. 3 e col modificarsi di E_r il triangolo OAC dovrebbe mantenersi con angoli immutati se fosse L_f costante e quindi U_0 dovrebbe variare come E_r , cioè prop. allo scorrimento τ . Invece U_0 assume andamento parabolico appunto perchè L_f non rimane costante, causa le variazioni del coefficiente di permeabilità μ del ferro dell'avviatore. Nè diversamente del resto può essere, perchè potendo trascurare la resistenza

con che la nostra equazione differenziale in $\Delta\omega$ diventa

$$J \frac{d\Delta\omega}{dt} + \Delta\omega \left(\frac{\partial C_r}{\partial \omega} - \frac{\partial C_m}{\partial \omega} \right) = 0$$

L'integrale generale di questa equazione è

$$\Delta\omega = A \cdot e^{-\left(\frac{\partial C_r}{\partial \omega} - \frac{\partial C_m}{\partial \omega} \right) t / J}$$

il quale per t crescente tende a zero quando sia

$$\left(\frac{\partial C_r}{\partial \omega} - \frac{\partial C_m}{\partial \omega} \right)_{\omega=\omega_0} > 0$$

Detto altrimenti quando

$$\left(\frac{\partial C_r}{\partial \omega} \right)_{\omega=\omega_0} > \left(\frac{\partial C_m}{\partial \omega} \right)_{\omega=\omega_0}$$

cioè per la stabilità è indispensabile che il coefficiente angolare della curva relativa alla coppia della macchina mossa sia maggiore di quello relativo alla coppia della macchina motrice, presi questi coefficienti in corrispondenza al punto dove si intende raggiungere l'equilibrio.

ohmica dell'avvolgimento dell'avviatore, sappiamo che la tensione ai capi di esso è proporzionale a $\frac{dB}{dt}$ cioè a $\frac{d(\mu H)}{dt}$. La curva che mostra come varia la tensione ai morsetti dell'avviatore ci rappresenta quindi, a parte la scala, la curva della magnetizzazione del ferro impiegato per l'avviatore. Ritorniamo più avanti su questa constatazione.

Funzionamento normale del motore con e senza avviatore inserito. — Una serie di misure fu poi riservata a mettere in evidenza fino a quanto possa essere pernicioso la presenza dell'avviatore in funzionamento normale del motore. Se infatti si vuol evitare qualsiasi manovra, come è desiderabile per buona parte dei casi specificati in principio (a parte la possibilità di cortocircuitare in modo automatico l'avviatore con dispositivi a forza centrifuga) ogni qualvolta

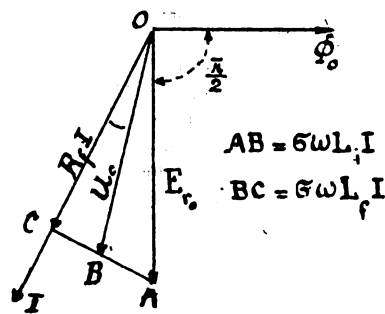


Fig. 3.

si tratti di funzionamenti intermittenti (ascensori, per esempio) occorre lasciare stabilmente inserito l'avviatore. Abbiamo allora un motore a forte dispersione; diminuirà il fattore di potenza, diminuirà la potenza massima raggiungibile per il cresciuto scorrimento. Solo vantaggio: sarà accresciuta la stabilità di marcia per il caso di improvvisi sovraccarichi.

Il grafico della figura 4 mostra come varii nei due casi (avviatore inserito, avviatore escluso) la intensità della corrente nello statore, il fattore di potenza, la velocità del rotore, in funzione della potenza elettrica assorbita dallo statore a vari carichi. Si comprende come con l'avviatore inserito anche la caduta di velocità debba essere più accentuata. Evidentemente le condizioni apparirebbero meno favorevoli se il diagramma si tracciasse in base alle potenze rese sull'albero; ma nel complesso pare di poter concludere che gli in-

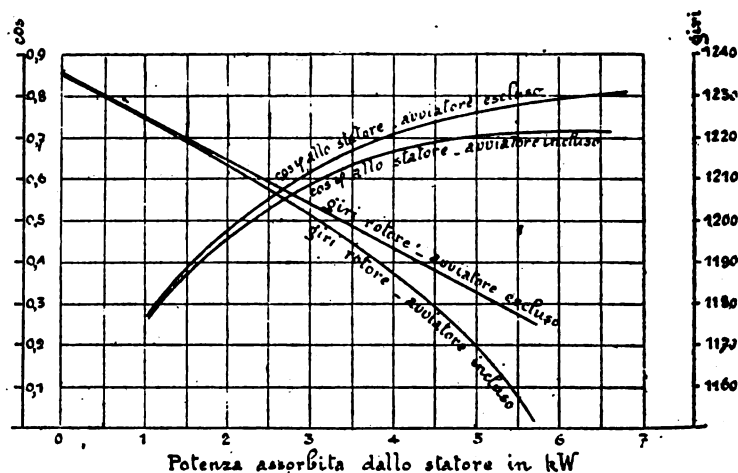


Fig. 4.

convenienti non sono gran che rilevanti e che per molti casi della pratica l'avviatore a correnti parassite, purché convenientemente proporzionato, può rendere utilissimi servizi per la sua automaticità e per essere privo di qualsiasi contatto metallico; mentre gli avviatori con resistenze a gradini impiegati nei casi di servizi discontinui sono, non infrequentemente, sorgente di seri guai.

Forma più opportuna da darsi all'avviatore a correnti parassite. —

Dissi già che l'avviatore sul quale ebbi ad sperimentare è costituito da un blocco di ferro a forma di tozzo trasformatore. Tre nuclei cilindrici del diametro di 94 mm, alti 82 sono magneticamente collegati con due blocchi lunghi 380 mm a sezione quadrata di 72 mm di lato. I nuclei sono avvolti con tre spirali di filo di rame isolato del diametro di 3 mm. Vi sono per ogni colonna due strati con 37 spire complessivamente. L'avviatore pesa circa 46 kg.

Trattandosi di un avviatore esterno al motore, il peso suo ha poca importanza. Ma è ovvio che un avviatore del genere può es-

sere foggiate opportunamente, a forma di 3 razze sporgenti radialmente da un mozzo e chiuse magneticamente da una corona in modo da poter montare il tutto all'estremità dell'albero del motore o addirittura a fianco del rotore entro il supporto, eliminando così la necessità degli anelli e rispettive spazzole ed arrivando in tal guisa ad un rotore in corto circuito a dispersione elevata.

Già l'Ing. Pedretti, nella pubblicazione ricordata, accenna alla possibilità della completa soppressione degli anelli e delle spazzole e mostra, in una vignetta illustrativa, la forma da lui data al rotore del motore applicato ad alcuni ascensori costruiti a Trieste.

Viene adesso in acconcio di rilevare come volendo dare ad un avviatore a correnti parassite il minimo peso, nell'intendimento di montarlo sullo stesso rotore, non è affatto necessario di costruirlo massiccio. La dissipazione avvenendo per un fenomeno pellicolare magnetico, del tutto analogo al fenomeno pellicolare elettrico (vedasi Prof. Donati e Prof. Lombardi, Memorie citate) si può ridurre il ferro ad un leggero spessore dove resterà confinata la trasformazione di energia elettrica in energia termica. Ed allora si viene spontaneamente a domandarci se non sia senz'altro possibile di dare al rotore stesso struttura tale da corrispondere a tutte le esigenze, compresa quella di non presentare, in funzionamento normale, dispersione più elevata di quella inerente ad un comune rotore di asincrono; idea non nuova, neppure questa, non essendo mancati tentativi del genere, in un tempo però in cui il fenomeno pellicolare magnetico non era ancora ben conosciuto.

Un esame delle possibili strutture sarebbe qui alquanto fuori di luogo; più opportuno sarà invece qualche considerazione sul fenomeno pellicolare magnetico prendendo senz'altro in riflesso la forma anulare circolare essendo quella che meglio si presta sia per ricerche analitiche, che per le costruzioni pratiche.

Considerazioni intorno al valore medio dell'induzione magnetica ($\bar{B}_m$). — Prendiamo a considerare un tubo di materiale ferromagnetico sulla cui superficie esterna sia avvolta la spirale di eccitazione del campo, percorsa da corrente alternativa. In dipendenza degli ampergiri per cm di altezza h del tubo avremo un valore B , della induzione alla superficie del tubo; ma questo valore andrà modificandosi nello spessore δ del tubo, mentre lo potremo ritenere costante lungo una circonferenza di raggio R (fig. 5). Infatti tutto il flusso che

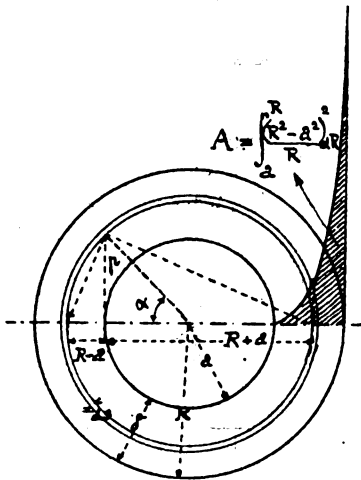


Fig. 5.

risulta concatenato con una circonferenza di raggio R provoca nello straterello di spessore infinitesimo ds una f. e. m. $\bar{E}$ cui compete una certa intensità di corrente $\bar{I}$. Se prendiamo a considerare un tronco di altezza $h = 1$ cm abbiamo evidentemente

$$\bar{I} = \frac{E}{\rho \cdot 1 \cdot ds} = \frac{\bar{E} \cdot ds}{\rho \cdot C}$$

essendo ρ la resistenza specifica per cm del materiale ferromagnetico e C la circonferenza in corrispondenza al raggio R che si considera.

Ora questa corrente $\bar{I}$ origina per suo conto una forza magnetomotrice $0,4\pi\bar{I}$; così che procedendo dall'esterno verso l'interno, il valore della induzione $\bar{B}$ alternativa sarà dipendente non soltanto dalla f. e. m. impressa con la spirale esterna, ma dalla somma vettoriale di questa con quella dovuta ad ognuna delle correnti elementari che si stabiliscono negli straterelli infinitesimi, in cui mentalmente possiamo supporre suddiviso lo spessore δ del tubo. Ma le correnti

parassite così prodotte possiamo ritenere ritardino come le rispettive f. e. m. (cioè $\pi/2$) sul flusso che con ognuna di esse riesce concatenato, così che il flusso magnetico all'interno riuscirà in ritardo rispetto a quello attivo per lo straterello più esterno, ritardo che andrà gradualmente aumentando, mentre andrà riducendosi in valore quello concatenantesi con gli straterelli di raggio R gradualmente minore. In sostanza è sempre l'effetto di schermo che si produce, come quando facciamo agire un flusso alternativo sopra una spessa lamina metallica. Il fenomeno della polarizzazione magnetica nel ferro procede come un'onda, riuscendo analogo a quello della propagazione delle correnti lungo i conduttori e ciò fu messo in evidenza da tutti coloro che ebbero ad investigare sopra questo fenomeno (Vedasi Donati e Lombardi, Memorie citate).

Il materiale ferromagnetico esalta il fenomeno di schermo, così che, come si vedrà, l'effetto pellicolare non è sensibile soltanto alle frequenze elevate, ma anche a quelle industriali.

Seguendo un procedimento di calcolo analogo a quello che lo Steinmetz svolge a proposito delle lastre piane rettangolari si può arrivare a stabilire una equazione generale che rappresenta la legge secondo la quale varia nell'interno del tubo l'induzione B , a partire da un massimo B_1 alla parete esterna ad un minimo B_0 alla parete interna; equazione del tipo

$$\bar{B} = A_1 e^{(1+j)b s} + A_2 e^{-(1+j)b s}$$

dove b è un parametro particolare nel quale entra il coefficiente di permeabilità μ

$$b = \sqrt{\frac{10^{-9} \cdot 0,2 \pi \mu \omega}{\rho}}$$

ed A_1, A_2 sono opportune costanti.

Trascurando i termini con esponente negativo, lo Steinmetz riesce anche a stabilire il valore medio $\bar{B}_m$ della induzione magnetica arrivando ad una espressione del tipo

$$B_m = k \frac{\bar{B}_1 (1-j)}{b \delta_m}$$

dove k è un coefficiente numerico dipendente dalla forma della sezione considerata e δ_m è lo spessore da sostituire al reale quando si ammetta che vi sia uniforme distribuzione di flusso alternativo $\bar{B}_m$ nella sezione tubulare.

Ma la scelta del coefficiente μ da impiegare non è scevra di difficoltà; il trascurare, per semplicità, termini esponenziali negativi può essere poco legittimo per basse frequenze; così che, senza suffragio di esperienze dirette che ancora non mi fu possibile intraprendere, non ho creduto di giovarmi del concetto del valore medio della permeabilità per calcolare effettivamente le perdite raggiungibili con tubi di determinate dimensioni.

Mi sono tuttavia giovato di questo concetto della induzione media $\bar{B}_m$ per qualche ulteriore considerazione che ritengo non superflua.

Spessore attivo nel fenomeno pellicolare magnetico. — Partendo pertanto dal concetto che nello spessore δ vi sia una uniforme distribuzione di flusso dovuto ad una induzione $\bar{B}_m$ e che le correnti parassite che in esso si formano non alterino questa distribuzione, concepiremo come prenda origine una f. e. m. $\bar{E}$ attiva che verrà completamente asservita alla caduta di tensione nello spessore circolare di ferro. Questa f. e. m. è data in valore efficace da

$$E = \frac{\omega}{\sqrt{2}} B_m C \cdot \delta \cdot 10^{-8}$$

prendendo per C la circonferenza mediana nello spessore δ . Questa f. e. m. provoca una corrente $\bar{I}$ cui corrispondono $1\bar{I}$ ampergiri. Ma questi (teoria del trasformatore) bilanciano approssimativamente gli ampergiri Ag di eccitazione che noi impieghiamo per cm di lunghezza del tubo per provocare l'induzione. Avremo dunque

$$Ag = \frac{\frac{\omega}{\sqrt{2}} B_m C \cdot \delta \cdot 10^{-8}}{\rho \cdot 1 \cdot \delta}$$

donde subito

$$\delta = \sqrt{\frac{\sqrt{2} \cdot Ag \cdot \rho \cdot 10^{-8}}{\omega B_m}}$$

Supposto che con 40 Ag per cm si riesca a provocare una indu-

zione media $B_m = 10000$ gauss, prendendo per il ferro dolce $\rho = 0,15 \cdot 10^{-4}$ abbiamo per $f = 42$

$$\delta^2 = \frac{1,414 \cdot 40 \cdot 0,15 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-8}}{2 \cdot 3,14 \cdot 42 \cdot 10000} = \frac{8,484 \cdot 10^{-11}}{264 \cdot 10^{-4}} = \frac{8,484}{264}$$

$$\delta^2 = 0,032 \quad \delta = 0,179 \text{ cm}$$

qualche cosa meno di 2 millimetri.

L'esperienza sta a confermare che solo in un esilissimo strato superficiale vi ha produzione di calore. Nell'avviatore sperimentato, quando la frequenza delle correnti era dell'ordine di $30 \div 40$ al 1'', dopo pochi minuti la temperatura del ferro alla superficie era tale da non poter reggerci la mano, mentre l'interno del nucleo era ancora freddo. Appare pertanto superfluo adoperare nuclei e gioghi massicci per costituire avviatori a correnti parassite.

Importo della energia dissipata. — Per trovare quanta energia va dissipata si potrebbe calcolare la resistenza ohmica dello straterello interessato nel fenomeno pellicolare e moltiplicare per il quadrato dell'intensità. Ma questo spessore è inversamente proporzionale a $\sqrt{f}$ e si noti che in un avviatore destinato a restare inserito anche a funzionamento normale del motore bisognerà mettere pochissime spire per cm di altezza dei nuclei. La corrente allo spunto sarà molto intensa e conseguentemente molto elevati gli ampergiri Ag , da cui dipende direttamente lo spessore δ interessato nel fenomeno. Così nell'esempio precedente se gli ampergiri fossero stati 320 anziché 32, lo spessore δ sarebbe risultato notevolmente superiore. Nell'avviatore sperimentato gli ampergiri allo spunto salivano a circa 350.

Occorre dunque un certo spessore di ferro e perciò la ricerca della energia dissipata deve essere fatta con maggiore approssimazione. Volendo almeno rendersi conto dell'andamento del fenomeno che concerne le perdite, partiremo ancora dall'ipotesi semplificativa che nella sezione di spessore $\delta = R - a$ vi sia una distribuzione magnetica con valore massimo B_m . Allora ad ogni strato cilindrico di raggio R corrisponderà una f.e.m. indotta dovuta al flusso concatenato $B_m \pi (R^2 - a^2)$, f.e.m. che avrà per valore efficace

$$E = \frac{\sigma \omega}{\sqrt{2}} B_m \pi (R^2 - a^2) \cdot 10^{-8} \text{ volt}$$

mettendo adesso in evidenza anche lo scorrimento σ trattandosi di alimentare l'avviatore con correnti rotoriche.

Poiché questa f.e.m. è interamente assorbita dalla resistenza ohmica formata dal cilindro elementare di raggio R , spessore $ds = dR$, ed altezza $h = 1$ e l'energia che corrisponde alla corrente che nasce è completamente dissipata sotto forma termica, scriveremo

$$dW = \frac{E^2}{\text{resistenza}} = \frac{\frac{1}{2} \sigma^2 \omega^2 B_m^2 \pi^2 (R^2 - a^2)^2 \cdot 10^{-16}}{\frac{2 \pi R}{\rho \cdot 1 \cdot dR}}$$

$$dW = \frac{10^{-16}}{4} \cdot \frac{\pi \sigma^2 \omega^2 B_m^2}{\rho} \cdot \frac{(R^2 - a^2)^2}{R} dR$$

E la potenza dissipata nello spessore totale δ del ferro diventa

$$W = \frac{10^{-16}}{4} \cdot \frac{\pi}{\rho} \cdot (\sigma \omega B_m)^2 \int_{R=a}^R \frac{(R^2 - a^2)^2}{R} dR$$

Con ciò trascuriamo le perdite per fenomeno di isteresi, supponendo che tutti i fenomeni dissipativi si riducano a quello Joule.

Se fosse $a = 0$, cioè se si trattasse di un cilindro massiccio l'integrale diventerebbe $\int_0^R R^3 dR$ cioè, le perdite varierebbero come le ordinate di una parabola cubica; risultato già noto (7). Ma per frequenze industriali è da attendersi maggiore approssimazione considerando soltanto attivo uno spessore δ verso la superficie.

Con la sezione vuota l'andamento delle perdite è ancora dato dalle ordinate di una curva che può immediatamente costruirsi per punti, osservando che

$$(R - a) : p = p : (R + a) \quad p^2 = R^2 - a^2$$

Per ogni valore di R , costruito p (fig. 5) se ne forma la quarta potenza; dividendo per R si ha l'ordinata corrispondente sulla curva

delle perdite. Ma si può anche osservare che $p = a \tan \alpha$ e perciò l' $\int$ è subito trasformabile in

$$\int_{R=a}^R \frac{(R^2 - a^2)^2}{R} dR = \int_0^{\alpha} a^4 \tan^5 \alpha \cdot d\alpha$$

O con questo $\int$ o graficamente dopo aver costruito la curva per punti o direttamente con

$$\int_{R=a}^R \frac{(R^2 - a^2)^2}{R} dR = \left(\int R^3 dR - 2a^2 \int R dR + a^4 \int \frac{dR}{R} \right)_{R=a}^R$$

si procederà al calcolo dell'area A e trovata si potrà scrivere:

$$(12) \quad W = \frac{10^{-16}}{4} \cdot \frac{\pi}{\rho} (\sigma \omega B_m)^2 \cdot A \cdot \text{watt}$$

perdita complessiva per correnti parassite per cm di altezza del tubo considerato.

Dal quale risultato emerge subito che, a parità di altre condizioni, le perdite saranno tanto più elevate quanto più piccola sarà la resistenza specifica del materiale ferromagnetico adoperato. La ghisa che ha un coefficiente di resistenza da 4 a 5 volte superiore di quello del ferro è dunque da proscriversi. Volendo raggiungere potenze dissipate rilevanti con piccoli pesi bisogna far ricorso al ferro dolce; ciò è a tutto vantaggio del numero di ampergiri da impiegarsi per suscitare la prescritta polarizzazione B_m nel materiale.

Ma il risultato cui si perviene con la formula (12) (perdite proporzionali al quadrato dello scorrimento) sembra, a primo tratto, essere poco conforme a quello che noi andiamo cercando per un avviatore per motori asincroni, cioè perdite per correnti parassite proporzionali alla prima potenza dello scorrimento per avere durante l'avviamento coppia motrice costante e massima. Di più non sarebbe conforme alla esperienza, risultando invece dalle prove fatte che le perdite sono realmente proporzionali alla prima potenza dello scorrimento.

Basta però riflettere che W è funzione implicita di σ e di B_m e come cresce σ diminuisce B_m , gli ampergiri di eccitazione essendo massimi allo spunto, minimi a velocità finale raggiunta. Si osservi infatti sulla fig. 2 come varia la tensione ai morsetti dell'avviatore. È palese il suo andamento parabolico. Abbiamo già osservato che prescindendo dalla resistenza ohmica delle spirali che servono per eccitare il campo possiamo scrivere

$$U = \frac{\sigma \omega}{\sqrt{2}} B_m \times \text{Sezione ferro}$$

donde

$$B_m = k_1 \frac{U}{\sigma \omega} \quad B_m^2 = k_1^2 \frac{U^2}{\sigma^2 \omega^2}$$

e poichè (12)

$$W = K \sigma^2 \omega^2 B^2$$

abbiamo sostituendo

$$W = K \sigma^2 \omega^2 k_1^2 \frac{U^2}{\sigma^2 \omega^2} = K k_1^2 U^2$$

cioè, in definitiva, le perdite sono proporzionali al quadrato della tensione attualmente esistente ai morsetti dell'avviatore. E quanto più la curva di magnetizzazione del ferro avrà andamento prossimo alla parabola di tipo $y = C \sqrt{x}$ che dà $y^2 = z = C^2 x$ equazione di una retta, tanto più potremo attenderci da un avviatore del tipo esaminato la triplice funzione: essere completamente automatico; dare una coppia motrice costante; far sì che questa risulti massima durante l'avviamento.

Determinazioni sperimentali per la costruzione di un avviatore.

— Nella memoria più volte citata del Prof. Lombardi si trovano, dopo una acuta ed esauriente disamina delle molte esperienze da lui fatte, riassunti i criteri con i quali si può procedere a stabilire i diversi parametri necessari per le calcolazioni che si intendessero fare sopra materiali ferromagnetici massicci percorsi longitudinalmente da flussi alternativi. Ciò nonostante molte incertezze potranno ancora sussistere e sarà pertanto preferibile affrontare qualche determinazione sperimentale preventiva con la quale si potrà forse arrivare a stabilire, per il materiale di cui si dispone, qualche formula pratica che tenga conto di tutte le complesse manifestazioni del fenomeno pellicolare, in forma molto comprensiva.

In questo senso ho intrapreso una modesta serie di determinazioni sperimentali sulle quali riferirò in una prossima occasione.

(7) Prof. G. GRASSI. Principi Scientifici della Elettrotecnica. Vol. 1° pag. 274, Ediz. 1911.

In chiusa intendo mettere nuovamente in chiaro come io non pensi affatto a dare soverchia importanza a questo tipo di avviatore, che nei riguardi della ripercussione che esercita sullo statore (e quindi sulle linee di alimentazione) non può affatto competere con il comune avviatore con resistenze ohmiche a gradini. Ma esso possiede pure peculiarità interessanti che possono prevalere su altri argomenti; e — come già avvertito — esse lasciano intravedere come il motore asincrono in corto circuito sia ancora ben lontano dall'aver raggiunto il massimo della potenza per la quale potrà essere inserito senza inconvenienti sulle nostre reti di distribuzione di energia.

Valga così la modestissima Nota che presento, ad incitare, in occasione della prossima riunione dell'A.E.I., una proficua discussione sul campo di applicazione dei motori asincroni in corto circuito e sui limiti di potenza entro i quali essi possono essere utilizzati, senza alcun danno per le reti di distribuzione.

TELEFONIA E TELEGRAFIA AD ALTA FREQUENZA SU FILI □ □ □ □

PAOLO BORGATTI



Comunicazione alla XXVIII Riunione dell'A. E. I. - Venezia

1. Generalità. - 2. Principio su cui si basa il sistema. - 3. Modulazione. - 4. Demodulazione. - 5. Linee. - 6. Telefonia multipla ad alta frequenza. - 7. Telegrafia multipla ad alta frequenza. - 8. Altre applicazioni delle comunicazioni ad alta frequenza. - 9. Conclusione.

1. Generalità. — L'utilizzazione per comunicazioni telefoniche e telegrafiche di correnti ad alta frequenza, definendo come tali le frequenze superiori a quelle che sono capaci di far vibrare la lamina di un ricevitore telefonico, è stata effettuata in questi ultimi anni con successo; ed anche se il problema non si può considerare ancora risolto in modo del tutto definitivo dal punto di vista commerciale, tuttavia l'attenzione dei tecnici è stata ad esso seriamente attirata dai molteplici vantaggi che il sistema presenta in particolari circostanze. Di ciò fanno fede le applicazioni che sono già in esercizio a servizio del pubblico, specialmente in alcuni paesi stranieri.

Il metodo si presenta come conveniente, quando si possa utilizzare una linea già esistente, e che serva ordinariamente per altri scopi: quali il trasporto di energia elettrica o le comunicazioni telefoniche e telegrafiche ordinarie. In quest'ultima ipotesi si può risolvere il problema di ottenere due comunicazioni simultanee usufruendo di un'unica linea; o meglio ancora, si può raggiungere un maggior numero di comunicazioni contemporanee, mettendo sulla linea ad un estremo varie correnti ad alta frequenza e separandole all'altro estremo con mezzi adatti.

Gli impianti risultano naturalmente più complessi e più costosi di quelli basati sui metodi ordinari, e però il sistema si dimostra vantaggioso quando, per la distanza che separa le località da collegare fra loro, l'impianto di una nuova linea riuscirebbe più dispendioso che l'installazione degli apparecchi ad alta frequenza. Questa condizione di convenienza si manifesta, nelle condizioni attuali della tecnica, per distanze maggiori all'incirca di 100 a 200 km.

Ma, oltre la convenienza economica che il sistema presenta in vari casi, si devono considerare anche altri vantaggi, che si renderanno manifesti dall'esposizione dei metodi con cui il problema è stato risolto e che derivano dall'uso dell'alta frequenza.

I principali sono:

a) non si hanno disturbi da parte di linee per trasporto di energia con corrente alternata passanti in vicinanza. Possono invece causare disturbi le stazioni radiotelegrafiche che usano particolari lunghezze d'onda, ma questa causa di interferenze è eliminabile nel progettare l'impianto.

b) si ha una riproduzione della voce migliore che con l'ordinaria telefonia, perchè la distorsione è molto minore.

c) la segretezza delle comunicazioni, quando l'apparecchio trasmettente e quello ricevente sono entrambi direttamente applicati alla linea ad alta frequenza, è maggiore che con qualunque altro metodo di comunicazione telefonica. Se invece la linea ad alta frequenza è connessa ad un estremo o ad entrambi con una linea telefonica ordinaria, si ricade nelle condizioni delle linee comuni.

d) si possono ancora avere comunicazioni fra due punti in talune circostanze che metterebbero il circuito fuori uso per gli ordinari metodi di telefonia e telegrafia. Infatti in molti casi entrambi

i conduttori possono essere interrotti o la linea in corto circuito o uno dei conduttori a terra, senza che le comunicazioni siano rese impossibili.

e) l'applicazione degli apparecchi per la telefonia e telegrafia ad alta frequenza può essere facilmente trasferita da una linea ad un'altra, in modo che si può rapidamente aumentare l'utilizzazione di una linea esistente, quando si abbia su di essa per qualche tempo una congestione di traffico.

f) si possono unire insieme due località usufruendo delle linee che collegano ciascuna di tali due località ad una terza, senza disturbare le comunicazioni con i sistemi usuali fra questa ultima e le due prime.

g) si possono stabilire comunicazioni fra i treni in corsa e località connesse a linee correnti lungo la strada ferrata.

Confrontati con le radio-comunicazioni i sistemi di telefonia e telegrafia ad alta frequenza su fili presentano i vantaggi della segretezza delle comunicazioni, della necessità di una molto minore potenza per comunicazione ad una distanza data, di essere meno molestati da cause di disturbo esterne e di permettere l'uso di campanelli di chiamata senza che sia necessario che un operatore stia continuamente in ascolto.

2. Principio su cui si basa il sistema. — Il concetto fondamentale del sistema è il medesimo di quello della radiotelegrafia e della radiotelegrafia; con la differenza che, mentre nelle radiocomunica-

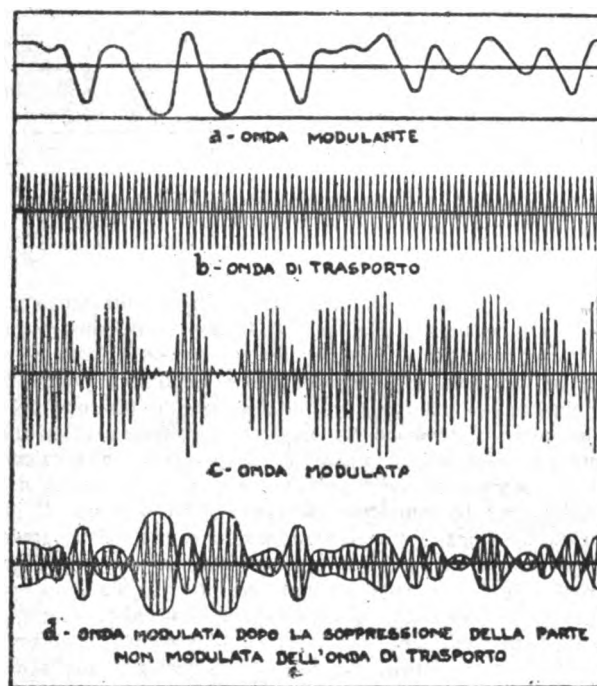


Fig. 1.

zioni l'energia messa in giuoco nella stazione trasmittente viene irradiata in tutte le direzioni dalle onde elettromagnetiche, che possono cederla agli apparecchi ricevitori situati all'ingiro, nelle comunicazioni su filo, l'energia, emessa da apparecchi in tutto simili, viene convogliata intorno a una linea fino ad un unico ricevitore, dando luogo nella linea stessa ad una corrente ad alta frequenza.

Le frequenze che si adoperano sono quelle che vanno dalle frequenze musicali più acute, come limite minimo, fino, almeno per ora, a frequenze dell'ordine di mezzo milione di periodi, come limite massimo.

Riferendoci alla telefonia (e riservandoci di esporre più avanti le differenze che si hanno nel caso della telegrafia, per la quale il problema è più semplice), si può dire che il circuito microfonico agisce come modulatore di una corrente alternata ultramusical, impiegata come veicolo per le trasmissioni, ossia le imprime le opportune variazioni di ampiezza e di frequenza. La corrente modulata è inviata sulla linea e viene demodulata all'arrivo; ossia è di nuovo trasformata in corrente telefonica, mediante l'eliminazione del veicolo della comunicazione, vale a dire della corrente ad alta frequenza.

L'uso dei tubi elettronici ha reso possibile la risoluzione pratica del problema, poichè essi si prestano assai bene sia a generare la corrente ad alta frequenza, sia a modularla, sia ad amplificare all'occorrenza, in determinati punti della linea, la corrente modulata per compensarne l'attenuazione, sia a demodularla all'arrivo, sia infine ad amplificare la corrente telefonica in arrivo dopo la sua separazione dall'alta frequenza.

3. *Modulazione.* — La modulazione consiste nel variare l'ampiezza della corrente ad alta frequenza in accordo con l'ampiezza delle vibrazioni della lamina di un microfono, davanti al quale si produce un suono. Il fenomeno è rappresentato dalla fig. 1. Lo scopo non può essere utilmente raggiunto mediante la diretta inserzione del microfono nel circuito di linea, a cagione della loro diversa impedenza, e occorre quindi servirsi di dispositivi a inserzione indiretta, come accade del resto sia nella telefonia ordinaria sia nella radiotelefonia.

Furono escogitati all'uopo vari sistemi ed accenneremo ad alcuni fra quelli di cui si sa per certo che sono entrati largamente nella pratica. Essi sono basati tutti sull'uso dei tubi elettronici.

Il metodo usato negli Stati Uniti d'America dai «Research and Development Departments of the Bell System» ⁽¹⁾ è quello rappre-

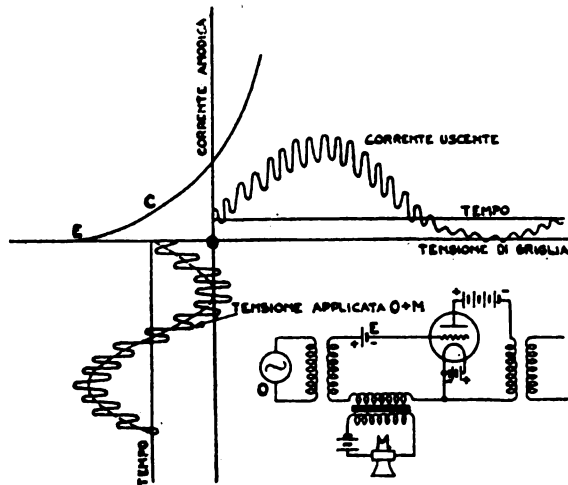


Fig. 2.

sentato dalla fig. 2. Come si rileva dallo schema due tensioni sono applicate simultaneamente alla griglia di un triodo, una dovuta al circuito microfonico che deve poter variare da zero al valore $-E$ e l'altra dovuta al generatore di oscillazioni ad alta frequenza O . In basso a sinistra nel diagramma sono disegnate in funzione del tempo le due curve di tensione (la tensione microfonica vi è supposta per semplicità sinoidale); in alto a destra, pure in funzione del tempo, sono segnate le variazioni che la corrente presenta nel circuito anodico per le complesse variazioni della tensione di griglia. La corrente modulata, attraverso un trasformatore, viene trasmessa sulla linea, dove si ha un'onda ad alta frequenza che riproduce con il suo profilo la forma della corrente microfonica (fig. 1c), purché le variazioni della corrente anodica abbiano un valore adatto, ossia purché il triodo abbia una caratteristica di curvatura opportuna.

Un altro metodo largamente usato in America è quello di Heising detto a corrente costante (fig. 3). L'apparecchio è costituito da

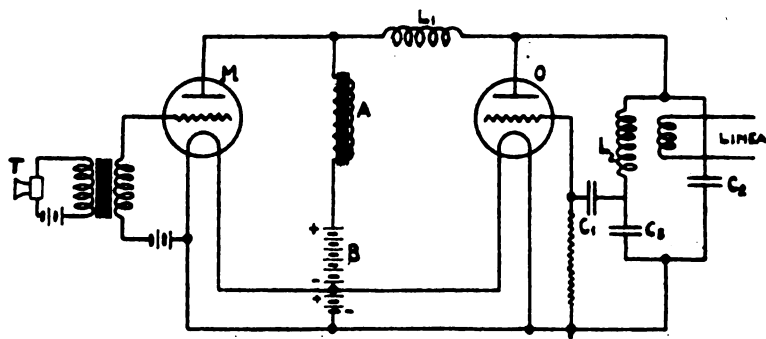


Fig. 3.

due valvole, una modulatrice (M) e una oscillatrice (O), alimentate in parallelo da uno stesso generatore B , attraverso ad una forte autoinduzione con nucleo di ferro A . Il microfono T , mediante il suo trasformatore, varia la tensione di griglia del triodo modulatore, regolandone l'intensità di corrente nel circuito anodico. Poiché l'induttanza A mantiene praticamente costante la corrente erogata dalla batteria, ne segue che, quando la valvola modulatrice assorbe più corrente, ne resta disponibile in minore quantità per la valvola oscillatrice e viceversa. Varia in conseguenza l'apporto di energia da

parte della valvola oscillatrice al circuito oscillante $L_2 C_2 C_3$ e quindi l'ampiezza delle oscillazioni, che risultano così modulate.

I sistemi descritti presentano l'inconveniente di richiedere almeno due valvole. Un metodo che permette di usare una sola valvola tanto per la produzione della corrente ad alta frequenza, quanto per la sua modulazione è quello rappresentato dalla fig. 4. La corrente microfonica produce variazioni nella tensione di griglia del triodo generatore di oscillazioni ad alta frequenza. In tale maniera varia l'intensità che la batteria B può fornire al circuito anodico del triodo e in conseguenza varia l'energia che la valvola può fornire al circuito oscillante, e varia l'ampiezza della corrente oscillante che resta così modulata. Un altro metodo analogo è rappresentato dallo schema della fig. 5. Si hanno una valvola generatrice ad accoppiamento

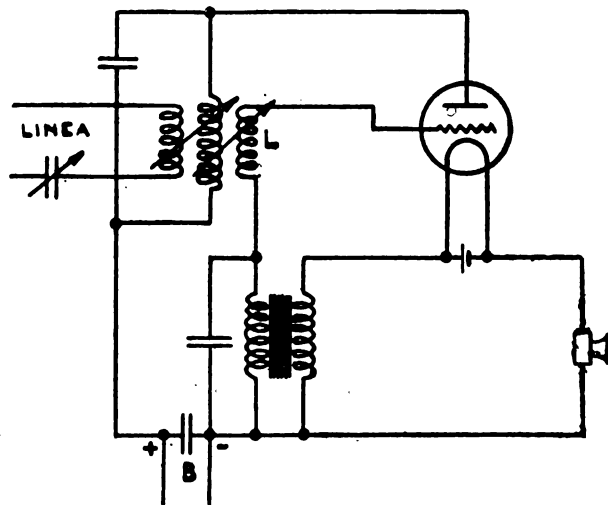


Fig. 4.

induttivo e due circuiti oscillatori uno nel circuito di griglia, l'altro nel circuito anodico. Le correnti microfoniche giungono al trasformatore posto nel circuito di griglia producendo variazioni corrispondenti nella tensione della griglia, e in conseguenza anche nell'ampiezza della corrente oscillante, che resta modulata come col sistema precedente. Al circuito oscillatorio anodico è accoppiata induttivamente la linea. Il condensatore C_p permette alle correnti ad alta frequenza di evitare la forte reattanza ad essa opposta dal trasformatore telefonico. Le bobine S_0 e il condensatore C_0 servono a spianare le rugosità della corrente della dinamo che alimenta il circuito anodico, le bobine S_1 impediscono alle correnti oscillanti di riversarsi sulla dinamo, il condensatore C_a impedisce la chiusura in corto circuito della dinamo.

Esaminiamo ora quali siano le frequenze che costituiscono l'onda modulata (fig. 1c). Considerando dapprima un caso semplice, supponiamo di avere una corrente ad alta frequenza $I_T \sin rt$ e che sia

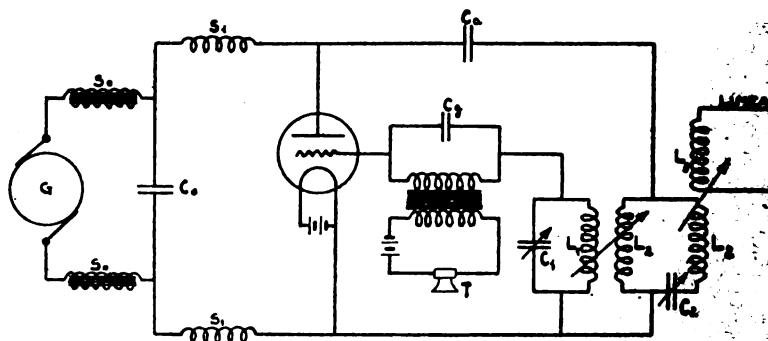


Fig. 5.

modulata, ossia che la sua ampiezza sia variata, con legge sinoidale di pulsazione n . La corrente risultante si può allora rappresentare mediante l'espressione:

$$i = (I_T + I_M \sin nt) \sin rt$$

Da tale relazione si rileva che la corrente di pulsazione r ha un'ampiezza che varia sinoidalmente tra $I_T + I_M$ e $I_T - I_M$. Se $I_M < I_T$ non si ha la completa modulazione dell'onda di trasporto, vale a dire che l'ampiezza della corrente di pulsazione r non può essere mai nulla e nel profilo dell'onda modulata è sempre conservata, senza distorsione, la forma dell'onda modulatrice. Se $I_M = I_T$ si ha la modulazione completa e la forma dell'onda modulante è ancora conservata. Se $I_M > I_T$ si ha distorsione, perché già per $I_M = I_T$ l'ampiezza

⁽¹⁾ CRAFT E COLPITTS. - Radiotelephony. - Proc. A.I.E.E. marzo 1919, vol. 28 n. 3, pag. 337; *Elettrotecnica*, 25 novembre 1919, vol. 6 n. 33, pag. 731 e *Bollettino R. T.* n. 7, pag. 145.

della corrente di trasporto si riduce periodicamente a zero. Se la modulazione è completa si utilizza tutta la potenza del sistema, giacchè soltanto le variazioni di ampiezza dell'onda di trasporto servono a trasmettere il segnale. Tuttavia, come si vedrà trattando della demodulazione, questa condizione non è la più conveniente dal punto di vista della buona riproduzione del segnale.

Dalla relazione soprascritta si ricava anche:

$$i = I_T \sin rt + \frac{1}{2} I_M \cos(r-n)t - \frac{1}{2} I_M \cos(r+n)t \quad (\alpha)$$

Da quest'ultima risulta che una delle componenti dell'onda modulata ha l'ampiezza e la frequenza dell'onda veicolo e non coopera quindi al trasporto dell'onda modulante. Questo è invece affidato alle due componenti di frequenze rispettivamente eguali alla somma ed alla differenza delle frequenze dell'onda veicolo e dell'onda modulatrice e di ampiezza proporzionale all'ampiezza di quest'ultima.

Se la corrente è modulata dalle vibrazioni della lamina di un microfono davanti al quale si parla, ossia da un'onda complessa di parecchie frequenze, deve conservare, per trasmettere a distanza la voce con le sue caratteristiche immutate, tutte le frequenze essenziali della costituzione della voce. E poichè queste vanno all'incirca da 200 a 2000, l'onda modulata deve conservare durante la trasmissione tutte le sue componenti comprese nelle due zone di frequenza che vanno:

a) dalla frequenza di trasporto più 200 alla frequenza di trasporto più 2000 (zona superiore).

b) dalla frequenza di trasporto meno 200 alla frequenza di trasporto meno 2000 (zona inferiore).

4. Demodulazione. — La demodulazione consiste nel sopprimere l'alta frequenza dall'onda modulata in modo che resti libera la corrente modulante; questa viene quindi mandata ad un ordinario ricevitore telefonico, le cui vibrazioni riproducono i suoni prodotti nella stazione trasmittente davanti alla lamina del microfono.

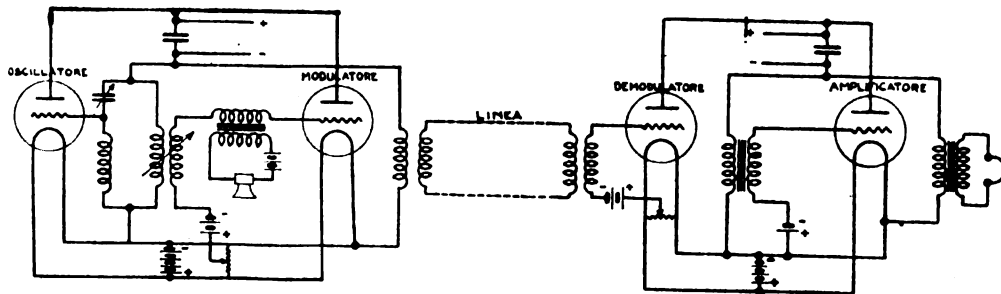


Fig. 6.

Anche tale operazione è compiuta mediante l'uso dei triodi. Nella fig. 6 è rappresentato lo schema di un circuito per comunicare in una sola direzione, la modulazione vi è fatta con il metodo della fig. 2 e a destra si vede una installazione per la demodulazione dell'onda in arrivo. Nello schema è anche segnato un amplificatore che rinforza l'onda di frequenza vocale, già liberata dall'alta frequenza, prima di inviarla al ricevitore telefonico.

La demodulazione è operazione analoga alla modulazione, quale si ottiene mediante lo schema rappresentato nella fig. 2. L'operazione consiste nell'applicare alla griglia di un triodo (che è fatto funzionare nella zona della caratteristica anodica prossima al gomito inferiore) la complessa onda modulata che arriva dalla linea. Data l'azione raddrizzante che per effetto della curvatura della sua caratteristica il triodo esercita sulle oscillazioni, si determina nel circuito anodico una corrente prevalentemente pulsativa (ad alta frequenza) e di ampiezza variabile: il profilo delle sue variazioni di ampiezza riproduce in massima quello della corrente nel circuito microfonico del trasmettitore.

Riferendoci al medesimo esempio semplificato fatto per la modulazione e cioè al caso di modulazione mediante un'onda semplice, esaminiamo (²) la corrente che si ha nel circuito d'uscita del triodo demodulatore. Ai capi del circuito d'entrata del demodulatore è applicata un'onda complessa di tensione il cui valore istantaneo, poichè l'onda di tensione ha la stessa forma dell'onda di corrente modulata, si può esprimere con la relazione:

$$v = V_T \sin rt + \frac{1}{2} V_M \cos(r-n)t - \frac{1}{2} V_M \cos(r+n)t \quad (\beta)$$

Se, nelle condizioni di riposo, alla griglia del demodulatore è ap-

plicata una tensione costante V_0 , nel circuito anodico passa una corrente costante I_0 , il cui valore è dato dalla relazione $I = f(V)$, che lega la corrente anodica e la tensione di griglia. All'arrivo dell'onda (β) la tensione di griglia diventa $V_0 + v$ e conseguentemente la corrente anodica $I_0 + i = f(V_0 + v)$. Sviluppando in serie e considerando soltanto i termini di secondo ordine si ha:

$$I_0 + i = f(V_0) + v f'(V_0) + \frac{v^2}{2} f''(V_0)$$

ossia:

$$i = v f'(V_0) + \frac{v^2}{2} f''(V_0).$$

Sostituendo a v e v^2 i loro valori ricavati dalla (β) ed eseguendo le semplificazioni opportune si ha:

$$\begin{aligned} i = f'(V_0) & \left[V_T \sin rt + \frac{1}{2} V_M \cos(r-n)t - \frac{1}{2} V_M \cos(r+n)t \right] + \\ & + \frac{1}{2} f''(V_0) \left[\frac{1}{2} V_T^2 (1 - \cos 2rt) + \frac{1}{8} V_M^2 (1 + \cos 2(r-n)t + \right. \\ & + \frac{1}{8} V_M^2 (1 + \cos 2(r+n)t + \frac{1}{2} V_T V_M \{ \sin(2r-n)t + \sin nt \} - \\ & - \frac{1}{2} V_T V_M \{ \sin(2r+n)t - \sin nt \} - \frac{1}{4} V_M^2 (\cos 2rt + \cos 2nt) \end{aligned}$$

L'onda di corrente uscente dal demodulatore è dunque assai complessa. Vi compaiono alcuni termini che rappresentano intensità costanti e quindi non danno suono nel telefono; altri che, rappresentando correnti di frequenza ultra udibile, non danno neppure essi suono nel telefono e che sono precisamente quelli di pulsazione $r-n$, r , $r+n$, $2(r-n)$, $2r-n$, $2r$, $2r+n$, $2(r+n)$; vi sono infine i termini:

$$\frac{1}{2} f''(V_0) \left\{ V_T V_M \sin nt - \frac{1}{4} V_M^2 \cos 2nt \right\}$$

Il primo rappresenta l'onda modulatrice, l'altro (che nasce dall'azione reciproca dei due termini di pulsazione $r-n$ ed $r+n$ della (β)) rappresenta la seconda armonica della modulatrice e può dare luogo, se la sua frequenza è udibile, ad un suono molesto nel ricevitore telefonico. In conclusione, la demodulazione introduce per conto suo una distorsione dei suoni. Per ridurla in limiti tollerabili, è necessario che l'ampiezza dell'armonica sia piccola in confronto di quella della fondamentale e cioè che sia piccolo il rapporto $\frac{V_M}{4 V_T}$. E poichè

il rapporto $\frac{V_M}{V_T}$ dipende dal rapporto fra le correnti $\frac{I_M}{I_T}$, ciò equivale a dire che per avere una buona riproduzione dell'onda modulatrice conviene che la modulazione non sia molto spinta, ossia che la parte prevalente dell'energia che il trasmettitore immette sulla linea sia costituita da energia di corrente di trasporto non modulata. Ma si vede anche che se con qualche dispositivo adatto si sopprime, nell'onda complessa (β) che si applica al demodulatore, l'onda di pulsazione $r-n$, oppure quella di pulsazione $r+n$, l'armonica scompare e con essa la distorsione, mentre rimane sempre un termine di pulsazione n e quindi si ha ancora la riproduzione del suono.

Passando a considerare la trasmissione della voce, si trova nell'onda modulata un grandissimo numero di frequenze diverse, le quali agendo nel demodulatore l'una sull'altra possono dare origine, attraverso il meccanismo ora spiegato, ad una quantità di suoni estranei che deformano la voce. A maggior ragione quindi l'ampiezza dell'onda modulante deve essere piccola in confronto di quella dell'onda di trasporto, e grande vantaggio si ottiene sopprimendo nell'onda modulata una delle due zone di frequenza.

5. Linee. — La conoscenza del modo di comportarsi delle linee, quando siano percorse da correnti ad alta frequenza, è indispensabile per lo studio di un impianto di telefonia ad onde convogliate. In questo caso infatti l'attenuazione risulta maggiore e le interferenze con

(²) C. GUTTON. - Sur la transmission et la reproduction des sons par la radiotéléphonie. — *L'Onde Electrique*, marzo 1922, n. 3, pag. 151.

le linee adiacenti sono più sensibili che per gli ordinari sistemi di comunicazioni.

Dal comportamento delle linee dipendono in misura notevole la scelta della frequenza da adottarsi, il numero di comunicazioni simultanee che si possono avere sulla stessa linea, la scelta del tipo di conduttori e della linea di ritorno su filo o per la terra, la disposizione dei conduttori su pali che servano anche per sostegno di altre linee e la distanza a cui vanno intercalati gli amplificatori intermedi.

Come è noto, corrente e tensione si attenuano lungo la linea variando con la legge esponenziale espressa da: $e^{-\alpha l}$, ove e è la base dei logaritmi naturali, l è la distanza che separa i due punti della linea considerata ed α è la parte reale dell'espressione:

$$\sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}$$

in cui R ed L rappresentano rispettivamente la resistenza e l'induttanza della linea per unità di lunghezza e G e C la conduttanza di dispersione e la capacità, riferite anch'esse all'unità di lunghezza. Giova notare subito che queste quattro costanti non sono completamente indipendenti dalla frequenza.

Consideriamo dapprima le linee aeree. In esse, a causa del fenomeno dello skin-effect, la resistenza aumenta con la frequenza mentre l'induttanza diminuisce. Ma, mentre il cambiamento della resistenza è molto notevole, l'induttanza varia di pochissimo. Da relazioni e tavole comparse nello «Scientific Paper», N. 169 del Bureau of Standards il Duncan ⁽³⁾ ha calcolato i valori di tali due costanti per miglio di doppino (linea di andata e di ritorno) di una linea costituita da due fili di rame crudo del diametro di 2,9 mm distanziati di 380 mm. La resistenza a 25 000 e 1 000 000 di periodi è risultata rispettivamente di 16 Ω e 90 Ω con una variazione in più di oltre il 500 % e l'induttanza 3,68. 10⁻³ e 3,60. 10⁻³ H con una variazione in meno del 2% circa. La capacità non è modificata dalla frequenza.

Nessuna relazione è stata stabilita, che dia modo di calcolare le variazioni della conduttanza di dispersione con la frequenza. Tuttavia alcune misure eseguite in America ⁽⁴⁾ in ordinarie condizioni di tempo asciutto su un gruppo di isolatori di vetro per linea, e quindi nella supposizione che le perdite si avessero soltanto agli isolatori, hanno mostrato una conduttanza di dispersione per la frequenza 25 000 duecento volte maggiore che per la corrente continua.

Poichè le misure eseguite su varie linee hanno dato risultati concordanti con quelli previsti dal calcolo in base alle considerazioni precedenti, si può concludere che l'attenuazione sulle linee cresce con la frequenza a cagione dell'aumento di resistenza e di dispersione, ma che non vi è intervento sensibile di altri fenomeni (radiazione), come da taluni erasi creduto.

Quando si passa a considerare i cavi, oltre alle cause di attenuazione che si hanno per le linee aeree, si devono anche considerare così le perdite nel dielettrico, che crescono con la frequenza, come le correnti parassite nell'armatura. Misure dell'angolo di perdita del dielettrico a varie frequenze sono state eseguite in Germania dal Wagner ⁽⁵⁾ per vari spezzoni di cavo con isolamento di carta. Egli ha calcolato l'attenuazione a varie frequenze, tenendo conto delle conduttanze di dispersione corrispondenti agli angoli di perdita misurati ed i risultati sperimentali confermarono le previsioni. L'influenza sia dell'aumentata resistenza, sia dell'aumentata perdita del dielettrico si fa sentire soprattutto con le frequenze superiori a 60 000.

Negli esperimenti del genere, eseguiti in diversi paesi, si può dire che è stata esaminata tutta la gamma delle frequenze di uso pratico, da quelle appena superiori alle frequenze udibili fino a frequenze del valore di parecchie centinaia di migliaia di cicli per secondo. Oggi negli impianti che fanno servizio commerciale gli altissimi valori di frequenza sono stati abbandonati, limitandosi ad adoperare quelle di qualche diecina di migliaia di periodi. Così nelle installazioni americane del «Bell Telephone Plant» si usano per la telegrafia frequenze fra 3300 e 10 000 periodi e per la telefonia frequenze superiori a 10 000; negli impianti telefonici statali della Germania frequenze fra 15 000 e 50 000, in alcuni apparecchi installati sulla linea Milano-Genova al tempo della Conferenza di Genova le frequenze 16 600 e 25 000.

I primi esperimenti eseguiti nel 1910 e 1911 dall'allora Maggiore Squier del Signal Corps U. S. A. ⁽⁶⁾ furono compiuti su una

linea messa in condizione di risonanza (fig. 7) per l'onda vettrice mediante due induttanze L_1 ed L_2 e due capacità C_1 e C_2 . L'apparato trasmettente e quello ricevente erano accoppiati induttivamente con la linea e sintonizzati con essa ⁽⁷⁾. Oltre ad usare una linea a due conduttori lo Squier si servì anche di una linea con ritorno alla terra adottando il medesimo schema. La risonanza permetteva di avere alla ricezione una corrente relativamente intensa. La selettività dei circuiti sintonizzati non dava luogo ad una sensibile distorsione della parola, perchè la frequenza usata era alta, la zona di frequenze trasmessa risultava una piccola percentuale della frequenza veicolo e quindi l'attenuazione per tutte le onde della zona risultava praticamente la medesima.

Lo stesso concetto è stato applicato anche da altri sperimentatori posteriori. Ora, quando si tratta di comunicazioni telefoniche, è più importante avere all'arrivo una corrente anche debole ma mo-

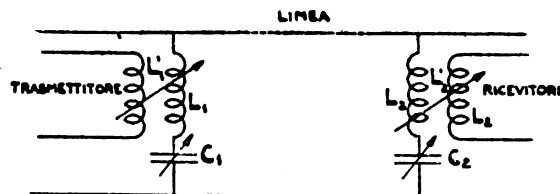


Fig. 7.

dulata fedelmente, che con un'opportuna amplificazione e dopo demodulata riproduca esattamente la voce, piuttosto che una corrente più intensa, ma in parte distorta. E inoltre, usandosi come demodulatore un triodo, basta poter disporre all'arrivo di una potenza molto minore di quella che si richiede nelle comunicazioni telefoniche ordinarie.

Applicando gli stessi concetti, i primi sperimentatori di telefonia multipla usavano per le varie conversazioni simultanee frequenze diverse, usufruendo sia di linee a due conduttori sia di linee ad unico conduttore con ritorno alla terra. Agli estremi della linea, con il primo sistema, congiungevano fra loro i due fili con tanti ponti quante erano le comunicazioni simultanee da ottenere e, con il secondo sistema, connettevano a terra il conduttore altrettante volte. Su ciascuno dei ponti e delle connessioni di terra di un estremo erano inserite induttanze e capacità in modo da costituire, insieme con il corrispondente dell'altro estremo e con la linea, un circuito sintonizzato per una delle frequenze di trasporto. Ai ponti o alle connessioni di terra erano accoppiati induttivamente i circuiti trasmettenti ed i ricevitori, anch'essi sintonizzati per la corrispondente frequenza di trasporto.

In tale modo si aveva all'arrivo l'instradamento verso ogni ricevitore della frequenza che gli apparteneva. Il sistema obbligava inevitabilmente ad adottare valori molto elevati per la frequenza di trasporto e a costruire circuiti non molto selettivi per evitare la distorsione. Ne risultava che, per potere separare completamente all'arrivo le diverse conversazioni trasmesse dalla stessa linea, le frequenze di trasporto dovevano essere di valori notevolmente diversi l'una dall'altra, ciò che limita grandemente il numero delle comunicazioni simultanee che si possono effettuare.

Speciali circuiti filtri, studiati, fra gli altri, in America dal Campbell e in Germania dal Wagner, e capaci di lasciar passare soltanto le correnti di frequenze contenute fra limiti stabiliti, permisero di fare un gran passo innanzi nella risoluzione pratica del problema della telefonia multipla. Mediante l'inserzione di tali filtri (ai quali si accennerà più innanzi) fra gli apparecchi ricevitori e la linea, si ottiene all'arrivo lo smistamento delle varie onde in maniera molto più completa che con la sola sintonizzazione dei circuiti. Si possono così scegliere molto vicini fra loro i valori delle frequenze vettrici delle varie comunicazioni, e si può ricorrere a frequenze molto più basse, per le quali l'attenuazione risulta assai minore e le linee si comportano poco diversamente che per le ordinarie correnti telefoniche. L'uso dei filtri porta come conseguenza una notevole complicazione dell'impianto ed è certo che se si potesse trovare un sistema pratico per usare onde di frequenze altissime senza incontrare attenuazioni proibitive, si potrebbero costruire impianti che, basati sui concetti dei primi sperimentatori, e cioè sulla semplice risonanza, permetterebbero di risolvere il problema in modo assai più semplice.

Si è visto che, se dalle linee si passa ai cavi, l'attenuazione diventa ancora di gran lunga maggiore. Per questo motivo i sistemi di telefonia ad onda di trasporto utilizzano in generale conduttori

⁽³⁾ R. D. DUNCAN, J. R. - Recent attainments in Wired radio. — *Jour. of the Franklin Inst.*, gennaio 1921, pag. 23

⁽⁴⁾ COLPITTS e BLACKWELL. - Carrier Current Telephony and telegraphy. — *Jour. A. I. E. E.*, aprile, maggio e giugno 1921, pag. 301, 410, 517.

⁽⁵⁾ K. W. WAGNER. - Telegrafia e telefonia multipla mediante correnti alternate ad alta frequenza. *E. T. Z.*, 7 agosto 1919, pag. 383 e 14 agosto 1919, pag. 394.

⁽⁶⁾ G. O. SQUIER. Multiplex Telephony and Telegraphy by means of electric waves guided by wires. - Professional paper of the Signal Corps, U. S. Army, Washington, Government Printing Office, 1919.

⁽⁷⁾ In questo modo, se la linea usata, era un'ordinaria linea telefonica o telegrafica, gli apparecchi ad alta frequenza non erano disturbati dalle trasmissioni ordinarie, mentre gli apparati ordinari erano protetti dall'alta frequenza mediante induttanze di arresto.

aerei. Non si possono tuttavia sempre evitare tratti di linee in cavo per attraversare fiumi, città, ecc. In tale caso, oltre ad una notevole attenuazione si hanno riflessioni di energia e variabilità di impedenza, specialmente dannose quando nell'impianto si debbano adottare linee artificiali di bilanciamento per comunicazioni contemporanee nei due sensi. Se la frequenza usata è molto alta, non si possono caricare induttivamente le linee (bobine di Pupin) perchè le

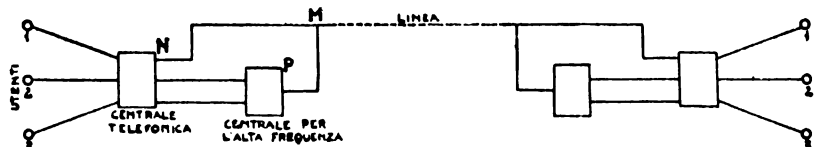


Fig. 8.

induttanze aggiunte costituiscono degli ostacoli insormontabili per le correnti. Si può dire infatti che la maggiore possibile uniformità delle costanti elettriche delle linee è condizione essenziale per un buon servizio. Con frequenze inferiori a 30 000 periodi, in America ⁽⁴⁾ sono stati caricati con notevole vantaggio, brevi tratti di linee in cavo, collocando a intervalli di circa 300 metri induttanze speciali, calcolate in modo da dare ai tratti di cavo la stessa impedenza caratteristica della linea alla quale sono connessi.

La presenza di onde stazionarie, che possono essere originate da riflessioni nei punti di cambiamento delle caratteristiche della linea, oltre a costituire un ostacolo alla propagazione dell'energia, vincola in certo modo la posizione degli apparati riceventi, che debbono essere sistemati in punti dove non si abbiano nodi nè di corrente nè di tensione. Durante esperimenti fatti da treni in moto utilizzando le linee correnti lungo la ferrovia Washington-Baltimora ⁽⁵⁾ la presenza di onde stazionarie fu nettamente sentita.

Un esempio notevole di linea in cavo, quantunque limitato all'uso di un basso valore della frequenza di trasporto, ⁽⁶⁾ è quello della comunicazione sottomarina fra Key-West e Havana, lunga circa 196 chilometri. Sono installati tre cavi ad unico conduttore, ciascuno dei quali è utilizzato per un'ordinaria comunicazione telegrafica, per una ordinaria comunicazione telefonica e per una comunicazione telegrafica ad alta frequenza adoperando in un senso la frequenza 3000 e nell'altro la 3800. I cavi hanno un unico conduttore, avvolto per tutta la sua lunghezza da un sottile filo di ferro, quindi da un rivestimento di guttaperca, e infine da una fasciatura esterna di nastro di rame che serve come conduttore di ritorno. Per l'alto valore dell'attenuazione, all'estremo dei cavi sono sistemati degli amplificatori e per la telegrafia ad onda di trasporto si usa un'amplificazione a parecchi stadi. Nel progetto è preveduto l'impianto di altre comunicazioni telegrafiche simultanee, con l'uso di frequenze fino ai 4200 periodi, oltre le quali i valori dell'attenuazione diventerebbero proibitivi.

Altri esperimenti furono eseguiti per confrontare le linee ad un solo conduttore con ritorno alla terra, con quelle a due conduttori. Il secondo sistema si è palesato decisamente superiore. Il potere che ha la linea di irradiare o assorbire energia cresce con la distanza fra i due conduttori, questa è piccola nel caso di una linea a due fili, ma è abbastanza grande nel caso di un unico filo con ritorno alla terra. Ora, quanto meno la linea irradia, a parità di energia immessavi dall'apparato trasmittente, tanto maggiore è l'energia che giunge all'apparato ricevente; e se la linea assorbe poco, tanto meno sentiti sono i disturbi provenienti da cause esterne.

Riguardo alle cause di interferenza che possono disturbare le comunicazioni ad alta frequenza, è stato provato che una linea ad

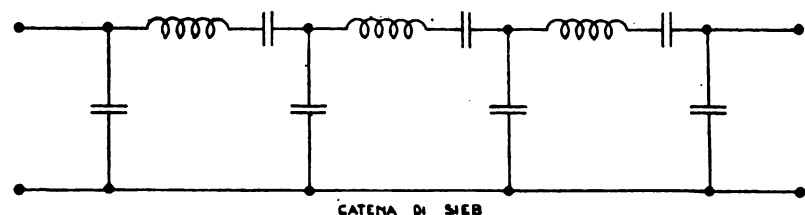


Fig. 10.

onda di trasporto può essere disturbata da stazioni radiotelegrafiche che trasmettono con onde persistenti di lunghezza vicina a quella usata sulla linea. In particolare, le due frequenze prossime possono dare luogo a battimenti di frequenza udibile. Se la stazione radiotelegrafica trasmittente usa onde smorzate e di lunghezza vicina a

quella dell'onda vettrice essa disturba egualmente. Il mezzo evidentemente più semplice per evitare il disturbo è quello di scegliere per l'onda di trasporto una frequenza abbastanza diversa da quelle usate dalle stazioni radiotelegrafiche, di cui si teme l'interferenza.

I disturbi atmosferici sono più sensibili che per le ordinarie comunicazioni telefoniche, ma molto meno che per le stazioni radiotelefoniche. Se si utilizzano circuiti telegrafici mediocrementemente isolati, le interferenze dovute ai disturbi atmosferici sono più sensibili che quando si utilizza un circuito telefonico ben costruito, tuttavia il Culver ⁽⁷⁾ osserva di non avere mai avuto interruzioni nelle comunicazioni ad alta frequenza per effetto di disturbi atmosferici, pur usando come linea un comune circuito telegrafico.

Non si hanno interferenze con le linee per trasporto di energia, anche se sistemate a distanza di pochi metri dalla linea telefonica, nè per l'onda fondamentale nè per le sue armoniche che risultano generalmente di frequenza molto minore della corrente di trasporto. Così pure non si hanno disturbi reciproci fra le linee ad alta frequenza e le ordinarie linee telefoniche, poichè le correnti ordinarie non inducono apprezzabilmente sui circuiti ad alta frequenza, mentre le correnti ad alta frequenza, anche se inducono

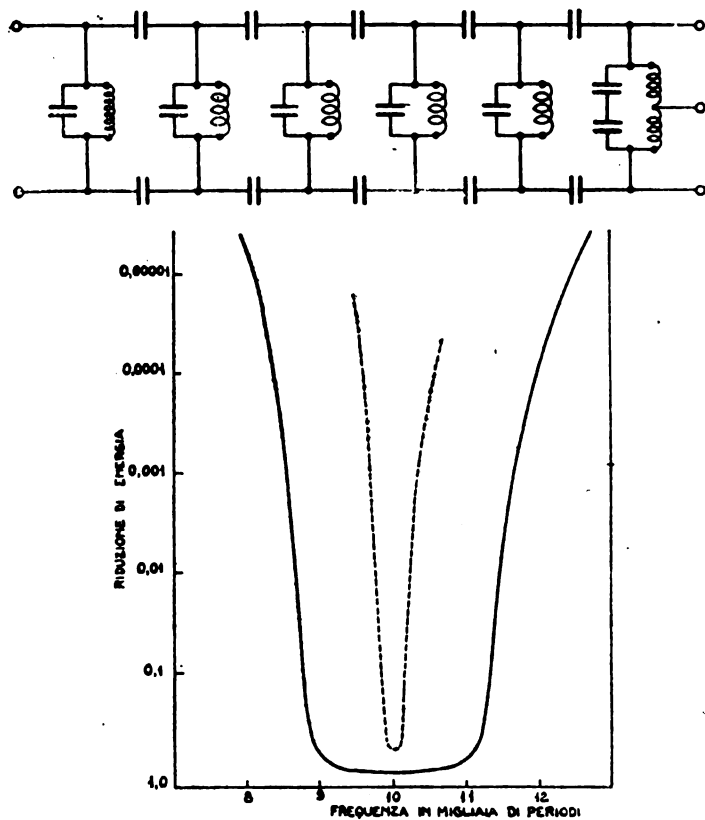


Fig. 9.

sulle linee ordinarie, non possono disturbare gli apparecchi con queste connessi.

Se gli stessi pali sostengono varie linee telefoniche o telegrafiche ad alta frequenza, si hanno interferenze fra l'una e l'altra che possono disturbare in misura molto notevole le comunicazioni. Le permutazioni eseguite come per gli ordinari impianti non sono più sufficienti, ma con un aumento del loro numero e con una scelta opportuna del valore delle frequenze usate sulle varie linee, le interferenze sono praticamente eliminate. Tali permutazioni vietano anche le dissipazioni di energia che si avrebbero per effetto delle correnti indotte dalla linea ad alta frequenza su quelle vicine.

Volendo utilizzare per un impianto di telefonia o telegrafia ad alta frequenza linee già esistenti, si deve anche considerare se è adatto il metallo di cui sono costituiti i conduttori. Possono essere usati fili di rame, di ferro ramato e di alluminio.

Si è osservato che fili di rame o di ferro ramato, a parità di superficie, hanno praticamente la stessa conduttività. Gli ordinari conduttori di ferro zincato non sono adatti; ma, aumentando lo spessore del rivestimento di zinco, l'influenza del nucleo di ferro può essere eliminata e si può avere la stessa conduttività che si ottiene con un rivestimento di rame di spessore minore.

⁽⁴⁾ MARTIN, ANDEREGG e KENDALL. — Key West-Havana Submarine Telephone Cable System. — *Journ. A.I.E.E.*, Vol. 41, marzo 1922, pag. 185.

⁽⁷⁾ C. A. CULVER. — Guided Wave Telephony. *Journ. of the Franklin Inst.* — Marzo 1921, pag. 301.

6. *Telefonia multipla ad alta frequenza.* — La fig. 8 riproduce lo schema generale di un impianto per telefonia multipla. Nell'impianto rappresentato sono possibili due comunicazioni con corrente ad alta frequenza oltre a quella ordinaria. Gli utenti sono collegati alla centrale telefonica da cui parte la linea; da tale centrale si inserisce direttamente sulla linea stessa uno degli utenti: e precisamente quello che usa per la comunicazione la telefonia ordinaria. Gli apparecchi ad alta frequenza sono installati in un altro locale che chiameremo la centrale dell'alta frequenza e sono connessi da un lato alla centrale

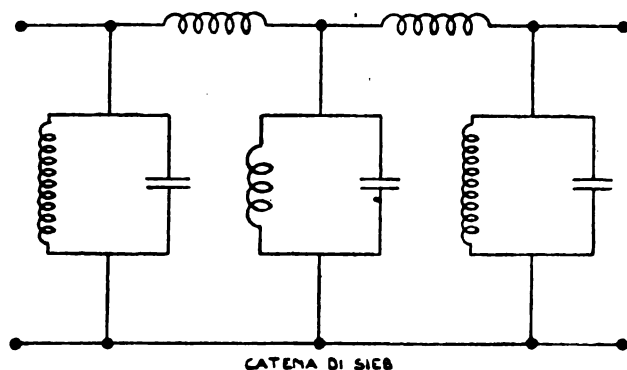


Fig. 11.

telefonica e dall'altro alla linea principale. Le due centrali sono riunite fra loro da tante linee quanti sono gli apparecchi ad alta frequenza, in modo che dalla centrale telefonica si possono stabilire altrettante connessioni fra gli utenti e gli apparecchi della telefonia multipla. Con questa disposizione non si ha bisogno di personale specializzato nella centrale telefonica ordinaria, per la quale i collegamenti con la centrale dell'alta frequenza equivalgono ad altrettante linee. Basta che vi siano in quest'ultima i pochi operatori necessari per la regolazione degli apparecchi, e gli impianti esistenti nelle cen-

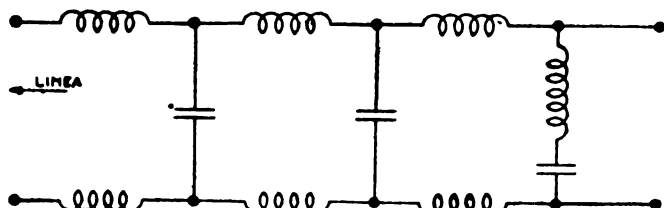


Fig. 12.

trali telefoniche non devono affatto essere modificati per l'aggiunta del nuovo sistema.

Come si è visto trattando della modulazione, quando si modula mediante la voce una corrente ad alta frequenza, si ottiene una corrente complessa nella quale compaiono, come frequenze necessarie per trasmettere la parola, quelle comprese in due zone che sono state chiamate la zona superiore e la zona inferiore. È indispensabile per la chiarezza delle comunicazioni che a ciascun ricevitore possano pervenire soltanto le onde delle frequenze che gli sono attribuite. A questo scopo, come si è detto, servono speciali combinazioni di indut-

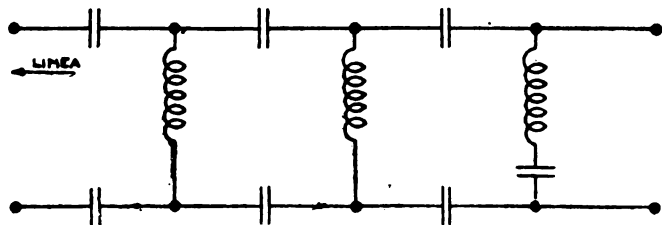


Fig. 13.

tanze e capacità (circuiti filtri) che vengono inserite fra la linea e ciascun ricevitore. Tali circuiti, mentre attenuano debolmente ed in maniera uniforme le correnti di una zona determinata di frequenze, attenuano invece quelle di frequenza maggiore o minore in maniera così grande da impedirne praticamente il passaggio.

Ma non basta l'epurazione di frequenze all'arrivo, è necessario anche che ogni apparecchio trasmettente mandi sulla linea soltanto correnti comprese nelle zone che gli sono attribuite. Se il generatore dell'onda vettrice produce oscillazioni non prive di armoniche, queste ultime possono dar luogo con le onde di altri trasmettitori a battimenti di frequenze comprese nelle zone spettanti a qualcuno dei

ricevitori, disturbandone il funzionamento. Anche gli apparecchi trasmettitori devono quindi essere connessi alla linea coll'interposizione di filtri.

Quelli usati dal « Bell System » ⁽³⁾ sono del tipo rappresentato dalla fig. 9. Nel diagramma della stessa figura la linea continua mostra il rapporto fra l'energia all'uscita e quella all'entrata di uno di tali filtri, progettato per correnti comprese fra 9000 e 11000 periodi, mentre la curva tratteggiata mostra la riduzione di energia che si potrebbe avere da due circuiti ad accoppiamento lento e sintonizzati per la frequenza media della zona. In Germania sono usati al medesimo scopo anche filtri del tipo delle figure 10 e 11.

La selettività dei filtri determina l'intervallo che si deve lasciare fra le zone di frequenza adiacenti. In America si è riscontrato che è possibile costruire dei filtri che permettono di tenere fra le zone adiacenti intervalli di 1000 periodi e quindi di usare come vei-

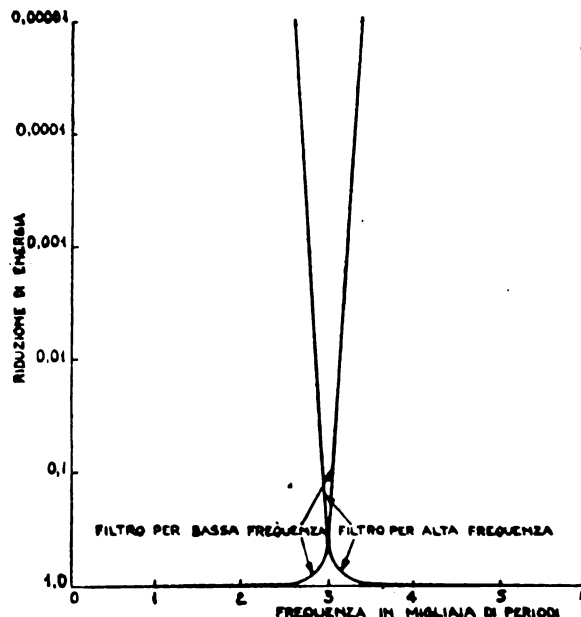


Fig. 14.

colo frequenze diverse l'una dall'altra di 5000 periodi, quando si trasmettono tanto la zona superiore quanto l'inferiore. Ma l'intervallo può essere ancora diminuito. Parlando della demodulazione si è detto che la riproduzione della voce si può ottenere, e col vantaggio di una minore distorsione, trasmettendo anche solo la zona superiore o solo la zona inferiore. Basta allora che il filtro del trasmettitore lasci andare sulla linea una sola delle due zone e che il filtro del ricevitore corrispondente lasci passare soltanto quella zona. Questo sistema è stato appunto adottato dal « Bell System », con il vantaggio che le correnti vettrici possono differire fra loro soltanto di 3000 periodi anziché di 5000.

È anche utile il porre a ciascun capo della linea (fra i punti M ed N della fig. 8) un filtro che lasci passare soltanto le frequenze vocali (filtro per bassa frequenza), sistemato fra la centrale telefonica e la derivazione che va alla centrale dell'alta frequenza, allo scopo di impedire alle correnti ad alta frequenza di giungere all'utente che usa l'ordinario sistema di telefonia. Analogamente, un altro filtro (filtro per alta frequenza) è in generale inserito fra la centrale dell'alta frequenza e la linea (fra M e P della fig. 8), in modo che le ordinarie correnti telefoniche non arrivino agli apparati ricevitori ad alta frequenza.

Le figure 12 e 13 rappresentano rispettivamente un filtro per bassa ed uno per alta frequenza come quelli usati ad es., dal « Bell

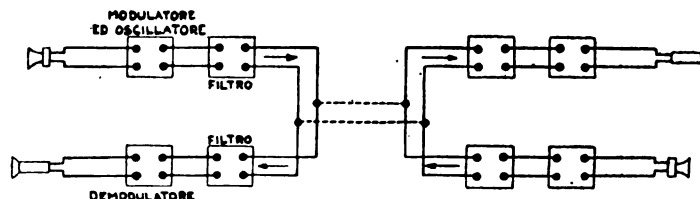


Fig. 15.

System » e la fig. 14 mostra la riduzione di energia provocata da due di tali filtri, dei quali l'uno è per frequenze sotto i 3000 periodi e l'altro per frequenze sopra i 3000 periodi.

La fig. 15 rappresenta schematicamente un impianto per una sola comunicazione telefonica ad alta frequenza. A meno che non si ri-

corra a particolari dispositivi, conviene che i due trasmettitori adoperino onde diverse per non disturbarsi l'uno con l'altro e perchè i ricevitori non sottraggano parte dell'energia messa in giuoco dai rispettivi trasmettitori. S'intende che l'usare due frequenze per ogni comunicazione, presenta l'inconveniente di diminuire il numero delle

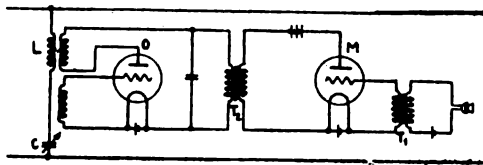


Fig. 16.

cuito che mandi la corrente ad alta frequenza sulla linea soltanto quando si parla davanti al microfono. Una installazione che pare soddisfi, almeno in linea di principio, a questa condizione è quella rappresentata dalla fig. 16. La corrente microfonica mediante il trasformatore T_1 , regola la corrente anodica del triodo amplificatore e modulatore M , il quale a sua volta fornisce energia al circuito anodico del triodo generatore O per mezzo del trasformatore T_2 . Si ha la modulazione dell'alta frequenza perchè la energia fornita al circuito oscillante varia in relazione alle vibrazioni della lamina del microfono. Inoltre il circuito ad alta frequenza non manda corrente sulla linea che quando si parla davanti all'apparecchio.

Gli schemi delle figure 15 e 16 non soddisfano tuttavia al requisito assai importante di permettere che ogni singolo utente, valendosi del suo normale apparecchio telefonico, possa usufruire degli apparecchi ad onda di trasporto sistemati nella centrale ad alta frequenza. E questo perchè ogni utente dovrebbe essere unito alla centrale da due coppie di conduttori: una per la trasmissione ed una per la ricezione.

Negli impianti in servizio commerciale sono stati adottati speciali traslatori, che permettono di connettere gli apparecchi ad onda vettrice con l'usuale linea che unisce un utente qualsiasi alla centrale. Con

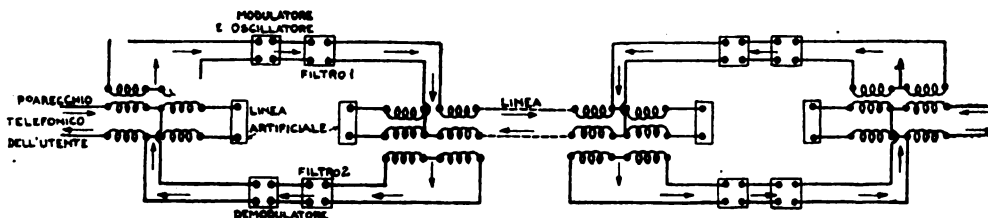


Fig. 18.

tale aggiunta, sistemazioni come quelle della fig. 15 e della fig. 16 diventano commercialmente utilizzabili.

La fig. 17 rappresenta il tipo adottato dal « Bell System » e che in teoria permette anche l'uso di una sola frequenza per ciascuna delle comunicazioni simultanee, senza che il ricevitore e il trasmettitore dei singoli apparecchi si disturbino a vicenda. La linea che giunge alla centrale dell'alta frequenza dalla centrale telefonica porta all'estremo una linea artificiale di bilanciamento ed è unita induttivamente all'apparecchio modulatore e direttamente al demodulatore come è rappresentato dalla figura. La corrente in arrivo, dopo la demodulazione, si divide in parti eguali fra la linea effettiva col suo ricevitore telefonico e quella artificiale, mentre se sono eguali fra loro gli avvolgimenti c e d e gli avvolgimenti a e b nessuna energia passa al trasmettitore.

Tuttavia se il bilanciamento non è perfetto — per esempio all'apparecchio di sinistra A — si possono produrre delle oscillazioni locali che si propagano venendo successivamente amplificate attraverso il circuito modulatore, filtro a_1 , filtro a_2 , demodulatore, traslatore e che danno luogo a suoni perturbatori. Ma si può avere anche un'altra causa di disturbi. Questa proviene da oscillazioni che possono innescarsi attraverso il complesso dell'impianto, se il bilanciamento non è buono da parte di entrambe le linee artificiali. Allora il circuito in cui si manifestano le oscillazioni perturbatrici è costituito dal modulatore A , filtro a_1 , linea, filtro b_2 , demodulatore B , traslatore B , modulatore B , filtro b_1 , linea, filtro a_2 , demodulatore A , traslatore A . Questo genere di disturbo è tuttavia molto meno frequente. Il primo si può eliminare completamente adottando una frequenza diversa per la trasmissione nei due sensi, poichè il filtro posto davanti al de-

modulatore impedisce il passaggio dell'oscillazione. Si potrebbe anche eliminare il primo genere di disturbo, senza ricorrere alla doppia frequenza, ma bilanciando anche la linea ad alta frequenza come si vede nella fig. 18. Oggi si tende tuttavia a rinunciare a tale schema e ad usare la doppia frequenza, a causa della difficoltà di avere un bilanciamento efficace in tutte le condizioni. Il traslatore usato nel già citato impianto della linea Milano-Genova è quello rappresentato dalla fig. 19. Lo schema generale di un impianto per telefonia multipla, con una sola frequenza per ogni comunicazione, secondo uno dei tipi usati dal « Bell System » è quello rappresentato dalla fig. 20.

Riguardo al bilanciamento delle linee occorre, come è noto, che la linea reale e la linea artificiale corrispondente abbiano la stessa impedenza. Questo deve essere vero per tutte le frequenze che si mettono sulla linea. Praticamente per le linee usate con l'alta frequenza l'impedenza si può considerare ridotta ad una pura resistenza ohmica, avendo la reattanza soltanto un piccolo valore negativo. Le linee artificiali possono essere il più delle volte costituite molto semplicemente da resistenze non induttive, in tal modo esse sono adatte per tutte le onde di trasporto che si hanno sulla linea da bilanciare. Ma se le costanti elettriche variano lungo la linea, nel

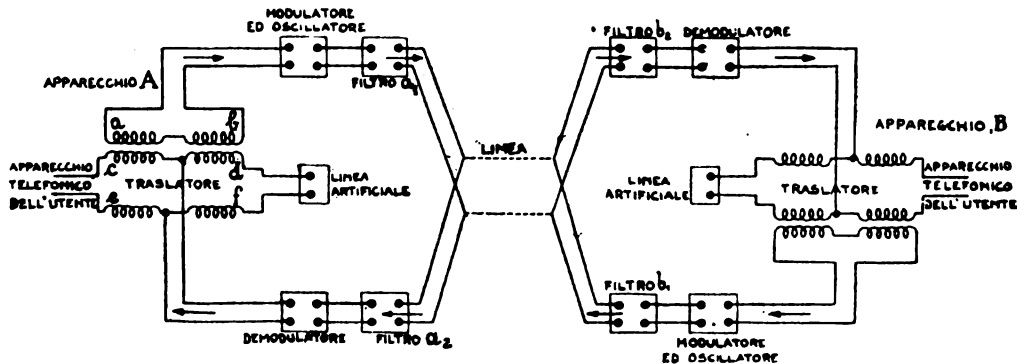


Fig. 17.

bilanciamento si deve tenere conto di tali variazioni. Se la linea ha dei filtri, anche questi devono essere neutralizzati da filtri uguali posti davanti alla linea artificiale.

Una causa di disturbo nei servizi di telefonia ad alta frequenza è data dalle interferenze che possono verificarsi nella centrale ad alta frequenza fra gli apparecchi trasmettenti ed i ricevitori, esse sono dovute ai campi di dispersione magnetica ed elettrica. Gli effetti della dispersione elettrica possono essere eliminati chiudendo gli apparecchi dentro schermi metallici; per le dispersioni magnetiche giova studiare in maniera opportuna la posizione reciproca delle induttanze, adottando per esse forme costruttive assai compatte. Le coppie dei conduttori devono essere preferibilmente attorcigliate.

Per gli impianti telefonici che collegano località molto lontane l'una dall'altra si debbono installare lungo le linee dei ripetitori che rinforzino le correnti. Anche questi apparecchi sono basati sull'uso dei triodi. Con le trasmissioni ad alta frequenza l'amplificazione può essere maggiore che con la ordinaria telefonia, perchè i rumori dipendenti da cause esterne, che risultano pure rinforzati dagli amplificatori, sono arrestati da filtri.

Una sistemazione di amplificatori deve soddisfare alle condizioni importantissime di evitare la produzione di oscillazioni locali, le quali possono dare luogo a interferenze con le correnti ad alta frequenza che percorrono la linea e quindi a rumori molesti.

Un sistema usato in Germania nei primi esperimenti consisteva nell'installare sulla linea, nel punto dove era necessario procedere all'amplificazione delle correnti, un complesso ricevente e trasmettente. Vale a dire che l'onda ad alta frequenza vi veniva modulata e la corrente telefonica ottenuta passava poi in un complesso generatore e modulatore che inviava sulla linea una nuova onda ad alta frequenza. L'impianto utilizzava la sintonizzazione delle varie parti. I trasmettitori degli estremi di linea erano sintonizzati con i corrispondenti ricevitori dell'impianto di amplificazione, mentre

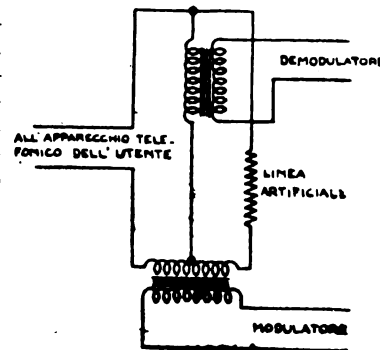


Fig. 19.

i trasmettitori di quest'ultimo erano sintonizzati con gli apparecchi riceventi situati agli estremi di linea. La frequenza dell'onda vettrice cambiava quindi lungo la linea al passare della trasmissione attraverso l'amplificazione. Questo sistema richiede l'installazione lungo la linea di apparecchi simili a quelli sistemati agli estremi di essa e l'impianto diventa molto complesso, non appena vi sia la necessità di varie amplificazioni lungo il percorso e si vogliano avere varie comunicazioni contemporanee.

Altro sistema più semplice è quello di disporre tanti triodi amplificatori quante sono le trasmissioni simultanee, instrandolo verso

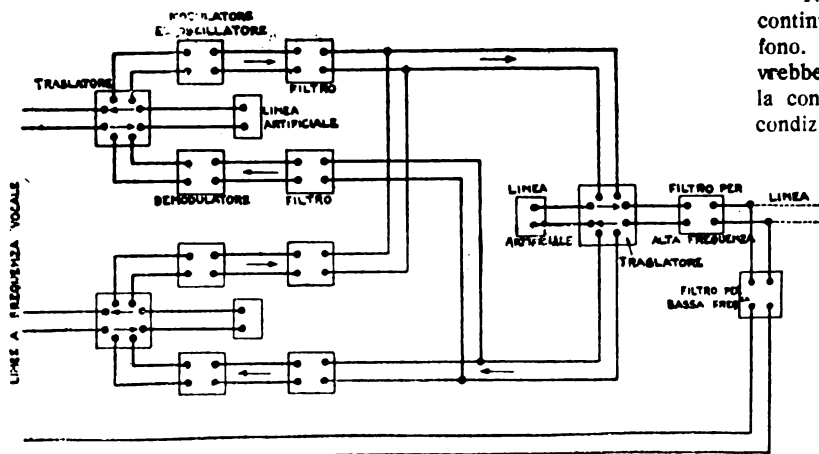


Fig. 20.

ciascuno soltanto le onde di una trasmissione mediante filtri come quelli descritti. Si debbono avere in tal caso triodi per le comunicazioni in un senso e triodi per le comunicazioni nell'altro senso. Un impianto, secondo quest'ultimo sistema e che usa due diverse onde per le due direzioni di ogni singola conversazione, è rappresentato dalla fig. 21, mentre, se si usa la stessa onda per le due direzioni di ogni singola conversazione, è necessario attaccare alla linea il complesso degli amplificatori mediante traslatori dei tipi già descritti, allo scopo di evitare la produzione di disturbi locali.

Il sistema della fig. 21 presenta però ancora l'inconveniente di richiedere un numero di amplificatori doppio del numero delle conversazioni simultanee. È preferibile un sistema che permetta l'uso di due soli amplificatori, ciascuno dei quali serva per tutte le trasmissioni in una direzione. In tale caso i requisiti ai quali deve soddisfare il ripetitore sono più severi, poichè il triodo, a cagione della forma delle sue caratteristiche non perfettamente rettilinee, introduce cause di disturbo per le correnti ad alta frequenza, che non sono sensibili per le comuni correnti telefoniche. Avviene in sostanza, quantunque in misura minore per la diversa regione della caratteristica dove si lavora, quanto accade nella modulazione e nella demodulazione, ossia si ha la produzione di nuove frequenze risultanti dalle azioni reci-

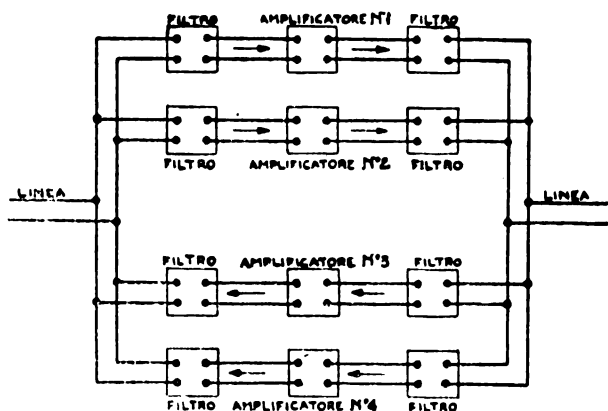


Fig. 21.

proche delle onde di due trasmissioni simultanee, che possono cadere nella zona assegnata ad una terza e passare attraverso i filtri di quest'ultima, dando luogo ad un suono molesto nella ricezione.

Un sistema che elimina in parte almeno questo inconveniente è quello che prende il nome di push-pull (fig. 22). In tale apparecchio l'amplificatore è formato da due triodi collegati in tal maniera che, pur sommando la loro azione amplificatrice, siano sede di variazioni interne di fase opposta. Con tale dispositivo gli effetti molesti dell'azione raddrizzatrice dei triodi, dipendenti dalle dissimmetrie della caratteristica rispetto al punto di funzionamento medio, sono elimi-

nati. Allo scopo di evitare i rumori locali, se si usano le stesse frequenze per comunicare nelle due direzioni, i ripetitori sono uniti alle linee mediante traslatori simili a quelli usati agli estremi della linea e rappresentati dalla fig. 17 e le linee sono bilanciate. Se si usano frequenze diverse basta disporre dei filtri in modo simile a quello della fig. 21.

Per la comunicazione telefonica a frequenza vocale si usano ripetitori indipendenti; è da notare però che, essendo per essa molto minore l'attenuazione, basta in generale avere lungo la linea un numero minore di ripetitori.

Negli apparecchi fino ad ora descritti le onde ad alta frequenza continuano a circolare anche quando non si parla davanti al microfono. Fa eccezione il tipo rappresentato dalla fig. 16, il quale dovrebbe mandare sulla linea l'onda vettrice soltanto quando ha luogo la conversazione. Questo sistema ed altri che soddisfano alla stessa condizione presentano il vantaggio di un minore consumo di energia e di ridurre i suoni che si possono avere per interferenze fra le varie onde.

Altri vantaggi si possono avere quando si sopprime sulla linea quella parte dell'onda di trasporto che non è modulata dalla corrente locale. Si è visto trattando della modulazione, che la più gran parte della corrente immessa sulla linea deve essere costituita da corrente veicolo non modulata allo scopo di avere una buona articolazione della voce all'arrivo. Si può invece lasciare andare sulla linea soltanto la parte modulata dell'alta frequenza, fermando l'altra e fornire poi di nuovo al demodulatore la frequenza vettrice presa da un generatore locale, unito all'apparato ricevente. In questo modo la linea e gli amplificatori devono portare una corrente molto meno intensa, la cui forma è rappresentata dalla fig. 1-d.

Il « Bell System » adopera questo sistema su linee di grande lunghezza ed usa uno speciale modulatore bilanciato simile al push-pull già descritto e che è rappresentato dalla fig. 23. La corrente telefonica arriva al primario del trasformatore differenziale T_1 , il cui secondario è inserito nei circuiti di griglia di due triodi modulatori in opposizione fra loro. L'onda di trasporto è fornita al circuito di griglia dei due triodi mediante il trasformatore T_2 , e produce nei loro circuiti anodici delle variazioni di corrente che, essendo eguali di ampiezza ed opposte di fase nel primario del trasformatore differenziale T_3 , non inducono nel suo secondario e quindi

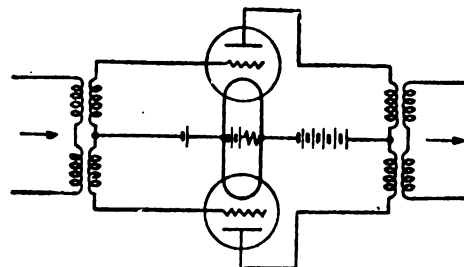


Fig. 22.

sulla linea. La parte di corrente ad alta frequenza non modulata non passa quindi sulla linea, sulla quale non si ha corrente quando non ha luogo la conversazione. Ma, quando si parla davanti al microfono, la parte dell'onda vettrice che è modulata dai due triodi si somma nel secondario del trasformatore T_3 e viene mandata sulla linea.

Nei medesimi impianti si fa uso di uno speciale generatore, detto generatore armonico, per produrre all'arrivo una frequenza di trasporto esattamente eguale a quella soppressa in partenza. A questo scopo, ad uno solo degli estremi della linea, è sistemato un triodo generatore che produce oscillazioni di frequenza poco superiore a quelle ordinariamente udibili, ad esempio 5000. Tale onda è applicata alla griglia di una seconda valvola molto forzata da cui si ottiene una corrente assai ricca di armoniche. Queste sono separate l'una dall'altra da filtri e dopo essere state amplificate, vengono utilizzate localmente come onde vettrici per le varie comunicazioni. La frequenza base, vale a dire la frequenza 5000, ed essa soltanto, è invece mandata sulla linea dopo una opportuna amplificazione. All'altro estremo essa è raccolta da un filtro, amplificata e mandata ad un secondo generatore armonico, dal quale si ricavano le frequenze armoniche necessarie sia per la demodulazione, sia anche per la trasmissione delle comunicazioni che vanno nel senso opposto a quello prima considerato. Questo sistema presenta notevoli vantaggi alla ricezione nei riguardi della qualità della voce.

Un ultimo problema da risolvere in un impianto di telefonia ad alta frequenza è quello della chiamata. È necessario che si possa chiamare soltanto quello fra gli apparecchi ricevitori col quale si

vuole comunicare. La soluzione non è facile. Negli impianti germanici ad esempio, formando un circuito coi due conduttori della linea, altri due con ciascuno dei due singoli conduttori e la terra, e adoperando sia corrente continua, sia corrente alternata si possono azionare vari relais, ottenendo fino a sette chiamate diverse sopra una linea a due fili.

Negli impianti del « Bell System » si usano due metodi diversi di chiamata a seconda che si tratta di trasmissione con o senza onda di trasporto. Entrambi i metodi rendono inutile la presenza di un operatore agli estremi della linea ad alta frequenza. Nel sistema in cui la corrente di trasporto è sempre presente sulla linea, ad ogni demodulatore è unito un triodo raddrizzatore e l'onda di trasporto in

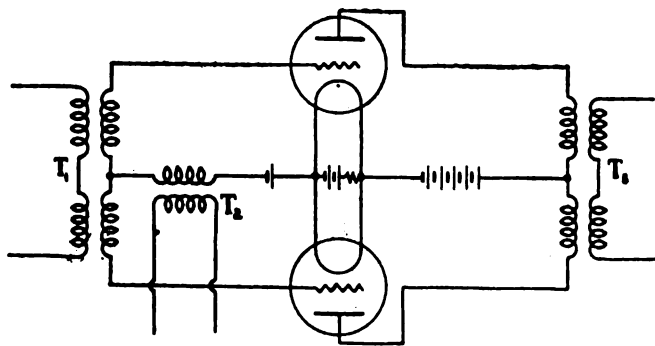


Fig. 23.

arrivo produce nel suo circuito anodico una corrente rettificata sufficiente a mantenere azionato un relais. Quando manca l'onda di trasporto il relais chiude un interruttore, per il quale una corrente a 16 periodi è mandata sulla ordinaria linea telefonica connessa a quel demodulatore e va ad azionare il campanello di chiamata. All'estremo trasmettente invece vi è un interruttore, tenuto normalmente chiuso, che connette la sorgente dell'onda veicolo alla valvola modulatrice. Un relais apre tale interruttore quando si manda corrente a 16 periodi sulla comune linea telefonica connessa all'apparecchio.

Nel sistema in cui l'onda vetrica è soppressa, inviando corrente a 16 periodi sulla linea a frequenza vocale dell'estremo trasmettente, si aziona un relais che connette col modulatore un generatore apposito di corrente a 133 periodi. Tale corrente modula l'onda di trasporto. L'onda modulata perviene all'estremo ricevente e, dopo demodulazione provoca una corrente a 133 periodi nel circuito telefonico del ricevitore. Questa fa agire un relais sintonizzato, che a sua volta serve a mandare nello stesso circuito una corrente di frequenza 16 che aziona il campanello di chiamata.

7. Telegrafia multipla ad alta frequenza. — Gli stessi principi, sui quali si basa la costruzione di impianti per telefonia multipla ad onda di trasporto, si applicano anche per gli impianti di telegrafia multipla. E da notare che per un impianto di telegrafia multipla si potrebbero mandare sulla linea anche oscillazioni smorzate; tuttavia il sistema ad onde persistenti, come per la radiotelegrafia, risulta assai più conveniente.

Pure applicando sempre gli stessi principi, il problema si può risolvere in diversi modi. Negli esperimenti fatti dallo Squier ⁽¹⁰⁾ si aveva un generatore di onde persistenti accoppiato alla linea. Quando il circuito del generatore veniva chiuso mediante un tasto ordinario, la corrente ad alta frequenza veniva mandata sulla linea. Nel circuito del generatore era inserito un interruttore automatico, che spezzava, con frequenza musicale, la serie di oscillazioni emesse dal generatore in tanti treni di onde persistenti. All'estremo ricevente era sistemato un ordinario ricevitore radiotelegrafico per onde smorzate; vale a dire un rivelatore con un telefono. In questo modo si aveva la ricezione come si ricevono in radiotelegrafia i segnali mediante il ticker.

La ricezione può essere invece a interferenza secondo il noto principio dell'eterodina ⁽¹¹⁾. Lo stesso triodo può servire come oscillatore per la trasmissione e come eterodina per la ricezione, secondo lo schema della fig. 24. La valvola generatrice *O* inizia le sue oscillazioni non appena si chiude il tasto *M* e manda l'alta frequenza sulla linea. All'estremo della linea vi è una installazione in tutto simile a quella della figura 24. La valvola oscillatrice, purché si tenga il tasto abbassato, vi produce oscillazioni di frequenza poco diversa da quella della valvola trasmettente, ne risultano dei battimenti che vengono con l'accoppiamento *T* mandati al ricevitore te-

lefonico *R*, dove si sente la nota corrispondente. Per ricevere, come si è detto, è necessario tenere il tasto abbassato; l'operatore che trasmette tiene il ricevitore all'orecchio e sente i suoi propri segnali. Se l'operatore che riceve vuole interrompere la comunicazione alza il proprio tasto, in tal modo il primo operatore non sente più i segnali e lascia abbassato il tasto per sentire la comunicazione dell'altro. Questo sistema molto semplice è reso possibile dalla piccola differenza che si ha fra l'energia di trasmissione e quella che arriva al ricevitore. Presenta inoltre il vantaggio, sopra quello a corrente continua, di permettere una verifica della linea non soltanto durante le interruzioni ma anche durante la trasmissione, in quanto permette di accorgersi se l'apparato corrispondente è ben regolato sull'onda di trasmissione e se è quindi pronto a ricevere.

Coi dispositivi più usuali, la ricezione della telegrafia ad alta frequenza si fa ad udito come nella radiotelegrafia. Confrontandola però con la ricezione auricolare a martello della telegrafia Morse, essa appare nettamente superiore. Difatti mentre con la telegrafia Morse il suono dei ricevitori stanca l'orecchio degli operatori ed ha soprattutto lo svantaggio che diversi apparecchi messi nella stessa stanza si disturbano a vicenda, con la telegrafia ad alta frequenza i vari apparecchi non si disturbano l'un l'altro, mentre la nota musicale che si sente al telefono affatica pochissimo l'udito. Per questo motivo è molto meno sentita la necessità di macchine scriventi. Nulla vieta tuttavia di adottare, se necessario, anche queste ultime faccende azionare (dopo raddrizzamento ed eventuale amplificazione) dalle correnti, che nei sistemi descritti vanno direttamente al ricevitore telefonico.

Tale procedimento è usato dal « Bell System » con impianti simili a quelli già descritti per la telefonia multipla. Il complesso trasmettente è costituito da un triodo generatore, che fornisce tensione oscillante alla griglia di un triodo amplificatore connesso induttivamente alla linea. Un relais manovrato da un ordinario apparecchio telegrafico controlla l'applicazione dell'alta frequenza alla valvola amplificatrice. All'estremo ricevente la linea è accoppiata induttivamente con un complesso costituito da una valvola amplificatrice e da una raddrizzatrice, la corrente raddrizzata in arrivo aziona un relais che manda corrente all'ordinario apparecchio ricevente. Con questo tipo di impianto sono necessari quindi un complesso trasmettente ed uno ricevente, uniti entrambi ad un ordinario apparecchio telegrafico. Si può usare anche qui una sola frequenza per le trasmissioni nei due sensi, passando la corrente dalla linea ad alta frequenza agli apparecchi, mediante un traslatore e bilanciando la linea, oppure si può ricorrere a due frequenze diverse. Questo secondo metodo è di solito preferito, dato che per la telegrafia non si richiede, come per la telefonia, l'uso di una vasta zona di frequenze per ogni singola comunicazione. I filtri, usati nel caso della telefonia

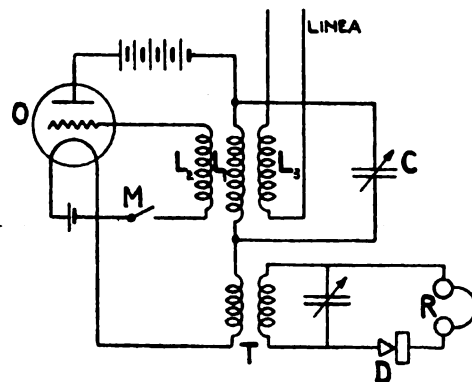


Fig. 24.

per separare le varie onde, diventano in questo caso superflui, e basta usare il principio della sintonia semplice, ossia inserire gli apparecchi su circuiti oscillanti sintonizzati e accoppiati in modo lento con la linea.

8. Altre applicazioni delle comunicazioni ad alta frequenza. — Un'importante applicazione della telefonia ad alta frequenza che va prendendo notevole sviluppo e di cui si hanno vari esempi anche in Italia, è quella delle comunicazioni fra centrali e cabine di impianti elettrici, effettuate utilizzando le linee di trasporto dell'energia anche come guida per le correnti ad alta frequenza. Questo sistema permette di comunicare fra i vari punti di una rete di distribuzione d'energia elettrica, senza ricorrere all'impianto di linee telefoniche.

Gli apparecchi usati sono di tipi diversi secondo le ditte costruttrici, ma il principio è sempre il medesimo, vale a dire la modulazione con corrente vocale di una corrente ad alta frequenza, il suo invio sulla linea e la sua demodulazione all'arrivo. Vi è invece qual-

⁽¹⁰⁾ H. FASSBENDER e E. HABANN. — Telegrafia e telefonia multipla ad alta frequenza su fili. - *Jahr. der Draht.* — Teleg. und. Teleph. Vol. 14, ottobre 1919, pag. 451 e Vol. 15, maggio 1920, pag. 407.

cosa da notare circa il sistema usato per mandare sulle linee l'onda ad alta frequenza.

Il metodo usato per esempio in alcuni degli impianti Telefunken ⁽¹¹⁾ in Germania e dalla Ditta Perego in Italia, consiste nel mandare l'onda modulata in una specie di antenna radiotelefonica costituita da un filo lungo qualche decina di metri, disposto parallelamente e a poca distanza dai conduttori della linea e messo a terra all'altro estremo. Gli apparecchi riceventi sono connessi alla linea nello stesso modo. Oltre a tale dispositivo la Telefunken ne usa anche un altro, che consiste nella sostituzione della presa di terra con un secondo filo, esso pure teso parallelamente ai conduttori (fig. 25). In questo caso ciascuna delle due antenne

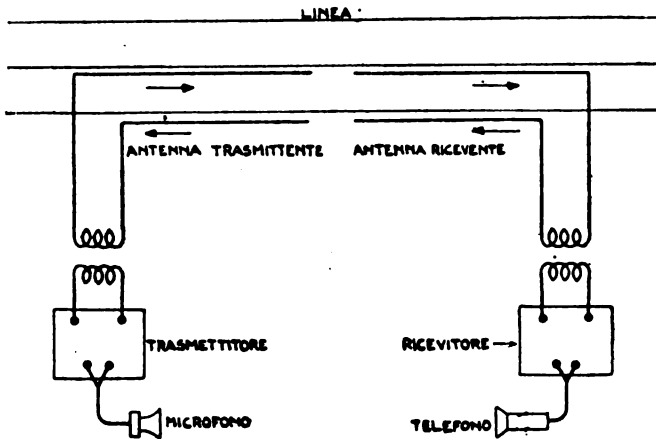


Fig. 25.

va avvicinata prevalentemente ad uno dei fili della linea; la corrente oscillante è così trasportata utilizzando prevalentemente due o più conduttori di linea, anziché sfruttare il ritorno a terra.

Negli impianti Perego è da notare che spesso un solo triodo è utilizzato tanto per la trasmissione quanto per la ricezione, ossia tanto come modulatore e oscillatore quanto come demodulatore. Per la ricezione vi sono due ricevitori, uno inserito sul circuito anodico del triodo, l'altro che utilizza l'effetto raddrizzante della griglia.

Un altro metodo è quello di utilizzare direttamente uno dei conduttori della linea, e di inserire gli apparecchi fra esso e la terra (fig. 26). Fra gli apparecchi e la linea è inserito un condensatore C per alta tensione, che impedisce il passaggio della corrente ad alta tensione e bassa frequenza della linea. Fra il condensatore e gli apparecchi si ha una connessione di terra T^1 , attraverso ad una spirale d'induttanza L , che costituisce una reattanza piccolissima per la bassa frequenza della linea, mentre è un arresto praticamente insuperabile per la frequenza di trasporto. Se la linea incontra impedenze insuperabili per l'alta frequenza, quali possono essere ad esempio i trasformatori, è necessario adottare speciali dispositivi per saltarle, quali sono ad es. gli shunt con condensatori.

Per la chiamata, in ogni stazione trovasi ordinariamente un commutatore, per mezzo del quale si può inserire sulla linea o l'apparato ricevente, oppure un relais che aziona un campanello. Mediante il commutatore si tiene ordinariamente inserito il relais: quando dalla stazione trasmittente si manda l'alta frequenza sulla linea si provoca il suono del campanello nella stazione ricevente, dove si manovra il commutatore e si è quindi pronti a ricevere.

Esperimenti furono anche fatti in America dalla Commonwealth Edison Co. ⁽¹²⁾ utilizzando, anziché linee aeree, cavi per trasporto d'energia. Furono usati cavi a 12000 V, attaccando gli apparecchi trasmettenti e riceventi sui trasformatori dal lato della bassa tensione. Si ottennero risultati soddisfacenti su distanze di km 10,5 pur usando frequenze relativamente alte e potenze di pochi watt.

Un'altra importante applicazione delle comunicazioni ad alta frequenza è quella per parlare fra i treni in movimento e le località connesse con le linee elettriche correnti lungo la sede ferroviaria. L'impianto di apparecchi adatti può permettere sia ai viaggiatori di trasmettere e ricevere messaggi durante il viaggio, sia al personale viaggiante di ricevere in modo rapido quelle comunicazioni di servizio necessarie alla regolare marcia del treno che ora si trasmettono per mezzo di segnali. Esperimenti in questo senso furono fatti in America e in Germania.

Nelle prove americane, gli apparecchi trasmettenti e riceventi della stazione fissa erano inseriti fra un aereo e la terra, nella stazione mobile gli apparecchi erano connessi ad un circuito chiuso a telaio orientato in modo adatto rispetto ai fili telegrafici. Con questo sistema e con potenze della corrente oscillante dell'ordine di 2 watt, si è avuta una buona riproduzione della voce e dei segnali telegrafici fino a distanze di 145 km.

In Germania, la ditta Huth ⁽¹³⁾ ha messo in servizio una effettiva comunicazione telefonica sulla linea Berlino-Amburgo lunga quasi 300 km. Per la trasmissione della corrente è stato utilizzato uno dei fili del fascio che corre lungo la ferrovia. Poiché in qualche tratto il filo passa in cavo, oppure s'allontana troppo dal binario, oppure passando entro stazioni intermedie incontra reattanze eccessive per l'alta frequenza, tutti questi tratti sono stati shuntati mediante condensatori e tratti ausiliari di linea. Dove qualche linea, appartenente al fascio che corre lungo il binario, si stacca prendendo un'altra via, per evitare che sia asportata una parte sensibile dell'energia ad alta frequenza, la linea stessa è stata munita di un'impedenza d'arresto che presenta resistenza di 2 o 3 Ω e induttanza di 1 mH. Tali impedenze si sono dimostrate assolutamente innocue per le comunicazioni ordinarie. L'antenna del treno è costituita da sei conduttori isolati, disposti sul tetto di due o più carrozze ferroviarie e collegati a terra attraverso gli apparecchi trasmettenti e riceventi e il binario. Queste antenne hanno una capacità dell'ordine di $1 \mu F$ e una lunghezza d'onda propria di 100 ÷ 120 m. Per la conversazione nei due sensi si usano due onde di 5000 e 4000 m. rispettivamente. L'apparecchio trasmettente e quello ricevente sono collegati alla stessa antenna ed un circuito d'arresto protegge il secondo dagli effetti della corrente uscente dal primo. A quanto si riferisce, l'impianto ha dato risultati soddisfacenti.

Un'ultima applicazione della telefonia ad alta frequenza su fili, suggerita dal Duncan ⁽¹⁴⁾, è quella di utilizzare per il broadcasting, che ha preso così grande sviluppo in questi ultimi tempi in America, in Inghilterra e in Francia, le reti di distribuzione dell'energia elettrica per illuminazione delle città. Il Duncan riferisce i risultati di esperienze in tale senso eseguite a Cleveland con risultati soddisfacenti. Questo sistema di broadcasting presenta il vantaggio, su quello a mezzo della radiotelegrafia, di richiedere una minore energia per la trasmissione e di rendere possibile il suo diffondersi anche in quei paesi dove l'impianto di stazioni radiotelefoniche trasmettenti e riceventi è soggetto a speciali restrizioni. Naturalmente nello studiare l'impianto va tenuto conto di quegli apparecchi, come i trasformatori, che per la loro elevata reattanza costituiscono un grave ostacolo al propagarsi delle correnti ad alta frequenza.

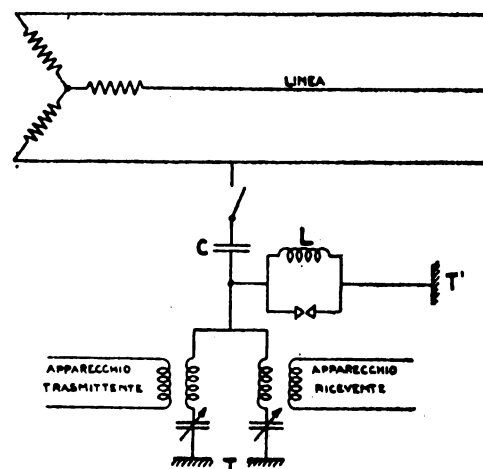


Fig. 26.

Quanto alla potenza necessaria per le trasmissioni si può osservare che, come nella radiotelegrafia, così anche nelle comunicazioni ad alta frequenza su fili si può essere spinti a sfruttare l'alta sensibilità dei moderni apparecchi riceventi riducendo sempre più la potenza messa in giuoco alla trasmissione. Ma d'altra parte se gli apparecchi riceventi sono estremamente sensibili, essi si lasciano più facilmente influenzare dai disturbi esterni, laddove riducendo la loro sensibilità e aumentando corrispondentemente la potenza degli apparati trasmettenti i disturbi sono meno percettibili. Se si tratta di

⁽¹¹⁾ ARCO. — Drahtlose Nachrichtenübermittlung für Ueberlandwerke. E.T.Z. 1920, Vol. 40 e Elettrotecnica 15 aprile 1921, Vol. 8, n. 11, pag. 250 e Bollettino R.T. vol. 2^o, n. 13, pag. 40.

⁽¹²⁾ G. M. ARMBRUST. — Carrier Current Communication over Underground Power Distributing Systems. - Elec. World, 15 luglio 1922, Vol. 80, pag. 129.

⁽¹³⁾ B. ROSENBAUM. — Neure Ergebnisse der Zugtelephonie. - Jar. der draht. Telegr. und. Teleph., Zeits. fur Hochfrequenztechnik, Vol. 20, pag. 357 e Vol. 21, pag. 234.

⁽¹⁴⁾ R. D. DUNCAN. — Broadcasting mediante la radiotelegrafia su fili - Radio News, dicembre 1922, Vol. 4^o pag. 1054.

telegrafia o telefonia multipla e si hanno varie linee di conduttori portate dagli stessi pali, l'aumento della potenza alla trasmissione accresce i fenomeni di interferenza fra i fili vicini, cosicchè in pratica si è costretti a subire un limite massimo della potenza messa sulla linea e sistemare, quando necessario, opportuni ripetitori nei punti dove, in seguito all'attenuazione, l'ampiezza delle oscillazioni è inferiore al limite di percettibilità degli apparecchi riceventi adottati. In questo modo si possono progettare gli apparati trasmettenti e quelli riceventi indipendentemente dalla lunghezza della linea sulla quale essi devono essere sistemati.

L'energia per il funzionamento degli apparecchi può essere fornita da una batteria di accumulatori per la piccola tensione necessaria all'accensione dei triodi e da batterie o da convertitori per la tensione anodica occorrente sia per la trasmissione sia per la ricezione. Si può anche usare a tal fine una tensione alternativa, raddrizzata mediante diodi o altri tipi di raddrizzatori e ugualizzata con l'aiuto di induttanze e di condensatori così da toglierle ogni traccia apprezzabile di pulsazione.

9. *Conclusione.* — Come si è detto in principio, l'uso delle alte frequenze per comunicazioni telefoniche e telegrafiche, a causa del costo elevato degli apparecchi e delle maggiori spese di esercizio, è conveniente soltanto quando si tratti di evitare di stendere nuove linee fra località lontane.

Quantunque la tecnica delle radiocomunicazioni sia in continua e rapida evoluzione, così che si può presumere che gli impianti ad alta frequenza non abbiano ancora raggiunto la loro forma definitiva, tuttavia si può dire che lo sviluppo attuale degli apparecchi e dei metodi è abbastanza avanzato per permettere l'organizzazione di servizi completamente soddisfacenti dal punto di vista tecnico e commerciale, sia per la qualità delle comunicazioni assicurate, sia per la non eccessiva difficoltà nell'esercizio degli impianti. Questo è dimostrato da quanto è stato fatto soprattutto in America e in Germania. Senza parlare degli impianti su linee di trasporto di energia per i quali, avendosi sempre una sola comunicazione telefonica, il problema è di più semplice risoluzione, basterà ricordare che in America vi sono installazioni per km 135 000 di trasmissioni telegrafiche simultanee e per km 23 600 di comunicazioni telefoniche, utilizzando rispettivamente km 11 900 e km 6 330 di linee; con impianti, come quelli fra Pittsburg e Chicago, dove su una distanza di km 1194, con quattro ripetitori intermedi, si hanno con una linea quattro conversazioni telefoniche ad onda di trasporto contemporanee e con una seconda linea dieci comunicazioni telegrafiche. Così in Germania si hanno impianti fra Berlino e Francoforte e fra Berlino e Lipsia con due conversazioni ad alta frequenza per ciascuno.

In Italia si vanno sviluppando gli impianti telefonici ad alta frequenza sulle linee di trasporto di energia elettrica. Per le comunicazioni interurbane a disposizione del pubblico, la congestione del traffico non è così accentuata, nè si hanno distanze così forti da giustificare per gli impianti di telefonia e telegrafia ad alta frequenza uno sviluppo così ampio come in America. Tuttavia su alcune linee, che risultano insufficienti per i bisogni attuali, sarebbe certo utile l'installazione di almeno una seconda comunicazione ad alta frequenza, senza considerare che la possibilità di ottenere con la maggiore sollecitudine le comunicazioni telefoniche interurbane, aumenterebbe notevolmente il traffico. D'altra parte, con una o due sole comunicazioni aggiunte, e con la necessità di amplificatori limitata a poche linee di maggiore lunghezza, gli impianti risulterebbero più semplici, meno costosi e di più facile condotta di quelli descritti.

Mentre si spera di poter far presto seguire al presente studio, che ha soprattutto carattere di compilazione, il resoconto di lavori sperimentali già avviati sull'argomento, si esprime la fiducia che più ampi contributi siano da altri recati alla discussione di questo problema, che assume importanza pratica ogni giorno maggiore e solleva questioni scientifiche e tecniche del più alto interesse.

Livorno, Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico della R. Marina, giugno 1923.

ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica
del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio, per quanto riguarda le comunicazioni degli estratti bibliografici dello Schedario, sono limitate a 20 citazioni per i Soci di Cat. A, 4 elenchi di 20 citazioni ciascuno per i Soci di Cat. B e C. Per i non Soci L. 1, — per ogni copia di scheda. Minimo L. 25, — per ogni richiesta e per le prime 20 copie.

Sconto 25% ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire ai Soci e non Soci copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese aumentate da una quota del 20% per spese di amministrazione.

LA ELETTRIFICAZIONE DELLA FERROVIA CENTRALE-UMBRA A CORRENTE MONOFASE 11.000 VOLT 25 PERIODI⁽¹⁾ □ □ □

GIUSEPPE SONA

La Ferrovia Centrale-Umbra è costituita da una linea principale che si sviluppa in gran parte nella valle del Tevere e collega la stazione di Umbertide della Ferrovia Arezzo-Fossato con la stazione di Terni delle Ferrovie Stato e da una linea che si dirama dalla stazione di Ponte S. Giovanni, situata sulla linea principale, e raggiunge la città di Perugia nei pressi della Barriera Santa Croce nella parte Occidentale della Città.

La concessione per la costruzione e per l'esercizio della Centrale-Umbra con trazione a vapore venne accordata nel 1908 all'Amministrazione Provinciale di Perugia e per essa alla sub-concessionaria Società Italiana per le Strade Ferrate del Mediterraneo.

In seguito a successive richieste degli Enti interessati perchè venisse sostituita la trazione elettrica alla trazione a vapore, la Società Mediterranea presentò al Governo, alla fine del 1910, un progetto e preventivo per la elettrificazione della Centrale-Umbra.

Tale progetto venne studiato dalla Società A. E. G. Thomson-Houston la quale ritenne conveniente l'adozione della corrente alternata monofase ad alta tensione, visti anche i buoni risultati già ottenuti in quell'epoca in Europa ed in America con tale sistema di trazione. Il progetto fu approvato in massima dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici l'11 febbraio 1911 e successivamente venne stipulata col Governo una Convenzione addizionale per l'impianto della trazione elettrica sulla Ferrovia Centrale-Umbra.

La costruzione della ferrovia venne iniziata nel 1911 e la linea principale fu aperta all'esercizio nel 1915 con trazione a vapore: soltanto nell'anno 1920 fu possibile iniziare gradatamente il servizio a trazione elettrica sulla linea principale e sulla diramazione.

Dati costruttivi.

Linea principale Umbertide-Terni. — È a scartamento normale con curve di raggio minimo di metri 300 ed ha una lunghezza complessiva di km 107 633 così ripartita:

Tratte in rettillo	km. 79.781
Tratte in curva :	
di raggio da m. 300 a m. 350	10.480
di raggio da m. 350 a m. 550	10.447
di raggio da m. 550 a m. 1000	4.810
di raggio da m. 1000 a m. 2000	2.115
Totale	km. 107.633

di cui km 4.015 in galleria e km 103.618 all'aperto.

La pendenza massima è del 20 per mille e l'andamento altimetrico della linea risulta dal seguente prospetto:

Lunghezza delle tratte orizzontali km. 34.468

Lunghezza delle tratte in pendenza :

a) in discesa, da Umbertide verso Terni :	
sino al 6 ‰	km. 13.375
dal 6 ‰ al 10 ‰	8.290
dal 10 ‰ al 14 ‰	4.749
dal 14 ‰ al 18 ‰	7.164
dal 18 ‰ al 20 ‰	6.690
Totale	km. 40.268
b) in ascesa, da Umbertide a Terni :	
sino al 6 ‰	km. 7.980
dal 6 ‰ al 10 ‰	12.428
dal 10 ‰ al 14 ‰	8.019
dal 14 ‰ al 18 ‰	3.370
dal 18 ‰ al 20 ‰	1.100
Totale	km. 32.897

L'armamento è costituito da rotaie in acciaio lunghe m. 9,00 e del peso di kg. 27.600 a giunto sospeso, fissate su dieci traverse di rovere da 2,40 × 0,20 × 0,13.

⁽¹⁾ Questo articolo viene anche pubblicato sulla *Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane*.

Oltre alle stazioni di testa esistono dodici stazioni e otto fermate intermedie di cui le principali sono: Sangemini, Marsciano e Ponte San Giovanni, dalla quale si diparte la linea di Perugia.

Al ricovero delle locomotive provvedono le rimesse di Terni, Ponte San Giovanni ed Umbertide: a quest'ultima è annessa una ampia officina per la riparazione del materiale rotabile ed elettrico.

*

Diramazione Ponte S. Giovanni-Perugia. — Anche la diramazione è a scartamento normale con curve del raggio minimo di 250 metri; la lunghezza complessiva è di km. 5.277 così ripartita:

Tratte in rettifilo	km. 2.510
Tratte in curva:	
raggio da m. 250 a m. 400	» 2.142
raggio da m. 400 a m. 1000	» 0.625

Totale km. 5.277

di cui km. 0.304 in galleria e km. 4.973 all'aperto.

La massima pendenza è del 60‰, cosicchè nel primitivo atto di concessione era previsto l'impiego della dentiera sistema Strub.

TAVOLA III.

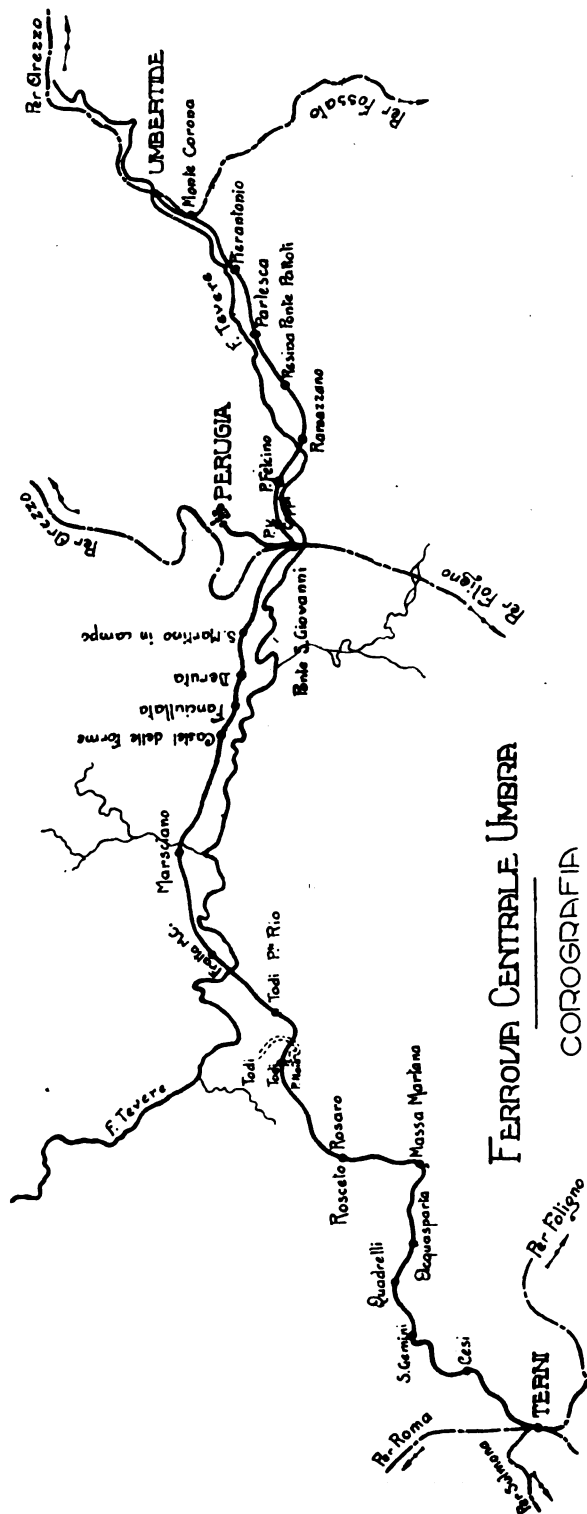
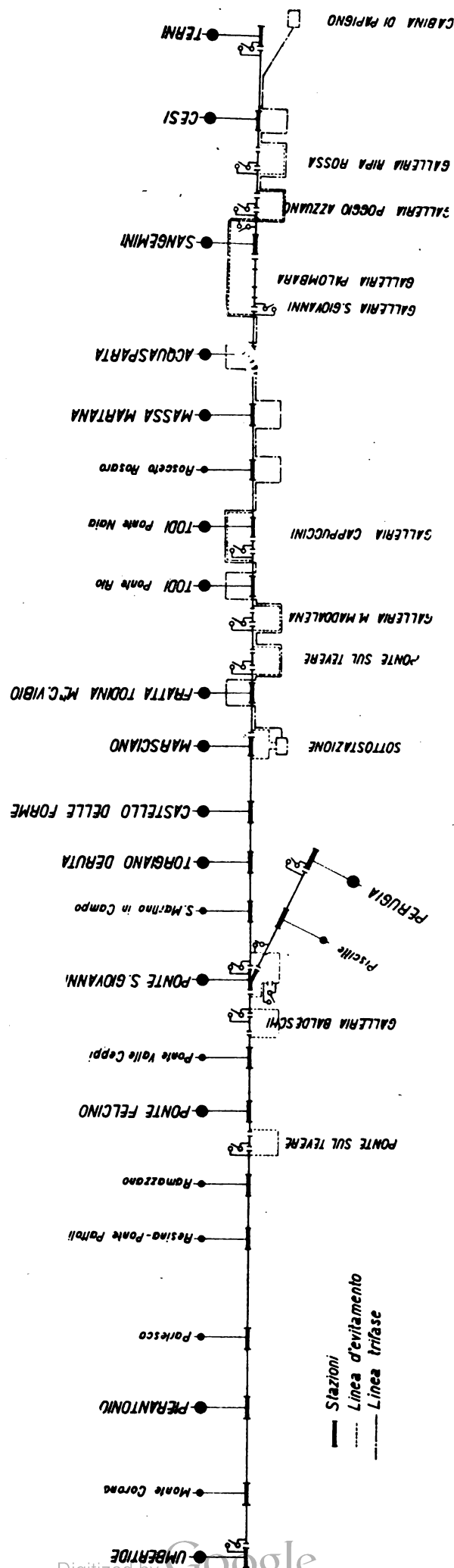


TAVOLA IV.

SCHEMA DI SEZIONAMENTO DELLA LINEA DI CONTATTO E DISPOSIZIONE DELLA LINEA TRIFASE



abbandonato in seguito all'adozione della trazione elettrica; i dati dell'andamento altimetrico sono così riassunti:

Lunghezza delle tratte in orizzontale	km. 0.885
Lunghezza delle tratte in pendenza:	
dal 4°/100 all' 8°/100	» 0.230
dal 25°/100 al 32°/100	» 1.050
dal 55°/100 al 60°/100	» 3.112

Il dislivello fra le stazioni estreme è di m. 214. La linea è armata con rotaie di acciaio lunghe m. 12,00 e del peso di kg. 27.600 fissate su 14 traverse di rovere delle dimensioni di 2,60 x 0,24 x 0,14.

Oltre alle due stazioni estreme di Ponte S. Giovanni e Perugia, esiste una fermata intermedia per il servizio viaggiatori.

Elettificazione della linea.

Progetto esecutivo. — L'energia elettrica per la trazione della ferrovia viene fornita dalla Centrale idroelettrica della Società Italiana per il Carburio di calcio, situata a Papigno, alla distanza di circa 4 km. da Terni, sotto forma di corrente trifase 6000 volt, 44 periodi. A poche centinaia di metri da questa centrale la tensione, in apposita cabina, viene elevata a 42.000 volt a mezzo di trasformatori statici ed immessa a tale tensione nella linea di alimentazione la quale porta l'energia alla sottostazione di Marsciano, situata a metà circa della linea principale. Qui la tensione, a mezzo di trasformatori statici, viene abbassata a 500 volt ed a questa tensione si alimentano i motori trifasi asincroni accoppiati con giunto rigido agli alternatori monofasi 11.000 V. 25 periodi che generano la corrente immessa nella linea di contatto.

L'esercizio viene fatto con locomotori elettrici alimentati alla tensione di 11.000 volt e provvisti di apposito trasformatore, il secondario del quale alimenta a sua volta i motori di trazione con diverse prese di cui la più bassa ha la tensione di 95 volt e la più alta 650 volt.

*

Cabina di Papigno. — Nella cabina di Papigno sono installati tre trasformatori trifasi per 6000-42.000 volt, 44 periodi, ciascuno della potenza di 840 kVA, con collegamento primario e secondario a stella; i trasformatori sono del tipo con raffreddamento ad olio. Due di essi sono sufficienti per il servizio massimo previsto per la ferrovia, restando il terzo di riserva, ma nella cabina è già predisposta una cella per l'eventuale installazione di un quarto trasformatore.

All'entrata linea a 6000 volt, dopo le bobine di self e gli scaricatori, esiste un'apposita sala contenente gli apparecchi per la misurazione dell'energia. Di tali apparecchi si hanno due gruppi identici, uno installato dalla Società per il Carburio di calcio e l'altro dalla Società esercente la Ferrovia, per il reciproco controllo.

I secondari dei trasformatori si collegano sulle sbarre omnibus a 42.000 volt da cui parte la linea di alimentazione della sottostazione di Marsciano provvista di un indicatore elettrostatico che segnala l'eventuale messa a terra di ciascuna delle tre fasi. Questa linea di uscita è protetta da una terna di parafulmini a corna e da un sistema di scaricatori a celle d'alluminio, i quali servono appunto a proteggere i circuiti dai fenomeni di sovratensione e funzionano regolarmente sia nel caso di impulsi rapidi sia nel caso di fenomeni di risonanza di lunga durata.

Il loro funzionamento si basa sulla resistenza della pellicola isolante che si forma sui coni di alluminio costituenti la cella ed immersi in apposito elettrolito; la scarica avviene quando la tensione cui viene sottoposta la cella supera la resistenza di detta pellicola.

Il valore medio della tensione normale applicata ad ogni elemento della cella è di circa 300 volt, leggermente inferiore alla tensione critica della cella medesima.

Superata la tensione critica la corrente assume a valori considerevoli, limitati soltanto dalla resistenza della cella che è molto bassa. Questa azione è paragonabile a quella della valvola di sicurezza delle caldaie a vapore; infatti nella cella d'alluminio quando la tensione supera il valore critico si formano istantaneamente innumerevoli passaggi di corrente, la pellicola si dissolve e la scarica avviene su tutta la superficie metallica contemporaneamente.

Le caratteristiche di questi scaricatori a celle d'alluminio e che ne costituiscono la loro efficacia sono due: la capacità elettrostatica e il comportamento a valvola elettrica. Quando una cella d'alluminio viene sottoposta ad una corrente ad altissima frequenza il potenziale che compare nella cella è basso, data la capacità relativamente grande della cella, almeno finché la corrente non raggiunge valori altissimi. Questa capacità elettrostatica spiega come lo scaricatore a celle d'alluminio abbia potuto proteggere l'impianto da fulmini diretti, funzionando in tal caso da condensatore in parallelo cogli apparecchi da proteggere.

Questa qualità dello scaricatore viene messa in valore soltanto dalle altissime frequenze: per eliminare disturbi caratterizzati da minore frequenza, per esempio dell'ordine di qualche migliaio di periodi, interviene allora la seconda caratteristica dello scaricatore, cioè l'effetto a valvola elettrica, mediante il quale la corrente di scarico aumenta fortemente coll'aumento della tensione tanto che a tensione doppia la corrente è più di mille volte maggiore: l'efficacia della scarica è perciò quasi indipendente dalla frequenza della sovratensione: ciò è dovuto appunto alla tensione critica della pellicola combinata con una debole resistenza interna.

Gli scaricatori a celle d'alluminio non vengono collegati direttamente alla rete per evitare una perdita continua di energia (che non è però rilevante perché la corrente, essendo quasi esclusivamente di capacità, risulta in anticipo di fase di circa 90° sulla tensione) e specialmente per impedire un eccessivo riscaldamento dell'elettrolito, dannoso per la conservazione del medesimo; sono pertanto messi in serie con spinterometri a corna la cui distanza esplosiva è leggermente superiore a quella corrispondente alla tensione normale di linea. Questi spinterometri servono anche come separatori di circuito quando si vuole staccare lo scaricatore dalla linea e servono altresì per la carica giornaliera dello scaricatore, necessaria per riprodurre la parte attiva della pellicola che si è decomposta.

Gli scaricatori a celle d'alluminio sono inseriti come quelli a corna, si ha così un sistema di celle per ogni fase, i cui poli verso terra vengono riuniti e messi in serie con un altro sistema di celle che viene portato a terra.

La terra è stabilita con un gruppo di tre tubi di ferro zincato posti ai vertici di un triangolo equilatero, affondati nel terreno per circa tre metri ed immersi fino alla profondità di circa 1,5 metri nel sale comune; essi sporgono alquanto dal terreno per meglio raccogliere l'acqua piovana e sono collegati con dei conduttori di treccia di rame di 50 mm².

Il comando di tutti gli interruttori in olio della cabina di Papigno inseriti sui 6000 e sui 42.000 volt può essere fatto direttamente a mano, oppure elettricamente a distanza.

Per i comandi a distanza viene impiegata corrente continua a 110 volt prodotta dalle dinamo di due gruppetti ausiliari; ad alimentare tali gruppetti (di cui uno è di riserva) servono due trasformatori trifasi che prendono corrente dalle sbarre omnibus a 6000 volt.

Questi trasformatori, della potenza di 13,5 kVA ciascuno, hanno il primario collegato a triangolo, mentre il secondario può essere collegato a triangolo od a stella per mezzo di apposito commutatore: la doppia inserzione serve per l'avviamento dei motorini dei gruppetti ausiliari.

Ciascun trasformatore alimenta un motorino trifase asincrono in corto circuito della potenza di 9,7 kW a 110 volt accoppiato direttamente ad una dinamo corrente continua, in derivazione, della potenza di 7,5 kW a 110 volt, protetta da valvole.

In parallelo colle dinamo si ha una batteria di accumulatori di 56 elementi della capacità di 162 ampere-ora al regime di scarica di 54 ampere; la batteria serve di ausilio alle dinamo e funziona come riserva in mancanza della corrente trifase a 6000 volt. Essa può anche servire per l'illuminazione della cabina quando manca la tensione ai motori dei gruppetti: in questo caso un apposito commutatore automatico collega il circuito d'illuminazione ai morsetti della batteria.

Le condutture a 6000 volt dall'entrata linea fino alle derivazioni per i singoli trasformatori e tutte le condutture a 42.000 volt vennero eseguite con sbarre nude di alluminio montate su isolatori Standard con morsetti a sistema concentrico; invece per le derivazioni delle linee a 6000 volt ai vari trasformatori venne impiegato un cavo tripolare sotto piombo.

*

Linea trifase di alimentazione. — La linea trifase da Papigno a Marsciano è costituita da una terna formata da fili di rame della sezione di 20 mm² fissati ad isolatori in porcellana Ginori del tipo a campana multipla.

Dalla cabina di Papigno fino all'incontro della linea principale, alla progressiva km. 104 (verso Terni), la terna si svolge in sede indipendente, per una lunghezza di circa 7 km alla sinistra del fiume Nera ed in prossimità dell'abitato di Terni ed è portata da pali in ferro a traliccio a base quadrata con montanti in ferri angolari: per i molteplici attraversamenti di strade, linee elettriche e telefoniche venne adottato il sistema bifilare a doppio isolatore e gli attraversamenti delle linee Roma-Terni e Aquila-Terni delle F. S. furono eseguiti in base alle note prescrizioni regolamentari.

Dal km 104 fino a Marsciano (km 52) la terna nelle tratte all'apperto è montata sui medesimi sostegni della linea di contatto, con due fili ai due lati del palo, mentre il terzo filo è fissato ad un isolatore montato in testa al palo; nelle tratte in galleria la terna è mon-

tata su speciale palificazione che si svolge all'esterno; anche nelle stazioni, fino a Marsciano, la terna è spostata esternamente o sul limite della stazione ed è indipendente dalla linea di contatto.

Per facilitare la revisione della linea trifase si stanno disponendo tre separatori tripolari da manovrare sotto tensione in modo da poter suddividere la linea in quattro tratte.

Tutti i pali che portano la terna in sede propria sono collegati con un filo di terra interrotto in corrispondenza delle campate di attraversamento; i pali che comprendono queste campate sono messi a terra a mezzo di un tubo stagnato riempito di sale comune, analogamente a quanto venne praticato per le terre delle sottostazioni.

La caduta massima di tensione venne fissata nel 5% circa cosicchè quando la sottostazione funziona a massimo carico la tensione d'arrivo risulta di 40 000 volt e per tale tensione si è appunto costruito il primario dei trasformatori della sottostazione di Marsciano.

*

Sottostazione di Marsciano. — Nella medesima sono installati tre trasformatori trifasi per 40 000-500 volt, 44 periodi, ciascuno della potenza di 800 kVA, di tipo analogo a quelli di Papigno; ognuno di essi alimenta un motore asincrono accoppiato direttamente ad un alternatore monofase della potenza di 750 kVA, 11 000 volt, 25 periodi,

che viene derivato dal secondario di un trasformatore di corrente inserito sulla linea di uscita. Questa linea è provvista ancora di un contattore e di un wattmetro registratore, e dopo tali apparecchi uno dei due poli della linea è messo a terra e collegato al binario; dall'altro polo si dipartono due derivazioni che alimentano i due tronchi della linea di contatto, verso Terni e verso Umbertide; un apposito sistema di interruttori a corna montati fuori della sottostazione permette però di scambiare l'attacco delle due linee esterne sulle due derivazioni della sottostazione.

Anche a Marsciano tutti gli automatici in olio sui 40 000 e sugli 11 000 volt possono essere comandati a mano od elettricamente a distanza. Per questi comandi sono installati due gruppetti; in parallelo colle dinamo dei gruppetti funziona una batteria di accumulatori identica a quella della cabina di Papigno.

Le condutture a 40 000 volt e ad 11 000 volt sono costituite da sbarre di alluminio mentre le condutture monofasi, dai morsetti degli alternatori, fino all'ingresso nella sala-interruttori, sono in cavo sotto piombo.

*

La linea di contatto. — La linea di contatto è montata su pali in ferro a traliccio a sezione rettangolare od a sezione quadrata: i pri-

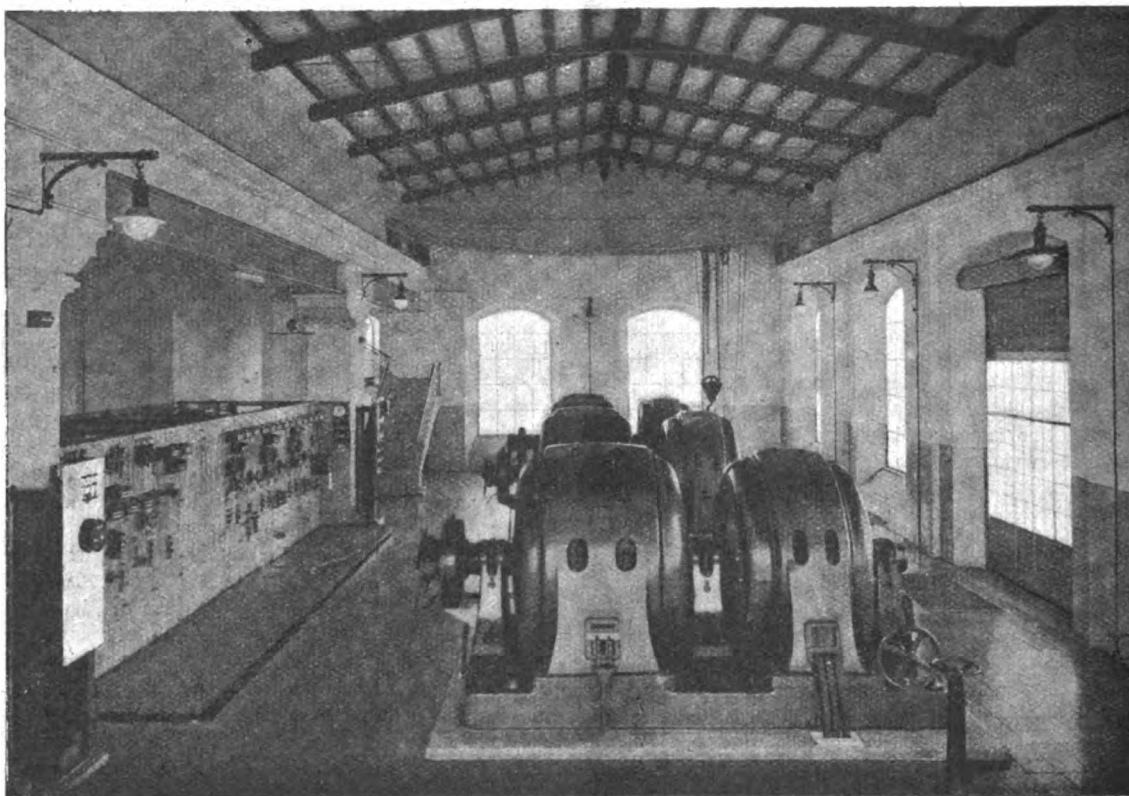


Fig. 1. — Sottostazione di Marsciano: Vista generale di tre gruppi convertitori trifasi-monofasi, 750 kVA ciascuno e del quadro di manovra.

500 giri, con eccitatrice a 110 volt direttamente accoppiata. Anche a Marsciano si è predisposto per la eventuale installazione di un quarto trasformatore e del relativo gruppo.

All'entrata linea a 40 000 volt si ha un doppio sistema di scaricatori, a corna e a celle di alluminio, e un indicatore elettrostatico di terra con segnalazione luminosa, come per l'uscita linea a Papigno.

Le eccitatrici degli alternatori lavorano in parallelo su di un sistema di sbarre dal quale partono le linee di eccitazione dei singoli alternatori; ognuna è provvista, oltrechè del consueto regolatore di campo, di un reostato di egualizzazione per il regolatore di tensione al quale si accenna in seguito: ha inoltre un proprio amperometro, mentre un voltmetro comune con commutatore serve per tutte le eccitatrici. Un apparecchio di sincronizzazione a quadrante, con lampada e voltmetro, serve per la messa in parallelo degli alternatori.

Per la regolazione della tensione sulla linea di lavoro venne installato un *regolatore sistema Tyrill* che, come è noto, agisce sul reostato di campo delle eccitatrici allo scopo di mantenere costante la tensione della corrente monofase; in effetto, invece della costanza di tensione alle sbarre monofasi, si cerca di ottenere una tensione crescente col crescere del carico, rendendo così meno sensibile la caduta di tensione sulla linea. Tale scopo è raggiunto coll'inserzione di un avvolgimento regolabile di compensazione sul magnete di comando a corrente alternata del regolatore, avvolgimento di compensazione

mi vennero impiegati in linea corrente e sono costituiti da due montanti in ferro  ed i secondi servono per gli ancoraggi e sono costituiti da quattro montanti in ferro angolare. Soltanto nelle stazioni di Terni e Ponte San Giovanni, in comune colle F. S., si impiegano pali tubolari Mannesmann.

Per assicurare un buon contatto dell'organo di presa della corrente, tenendo anche calcolo dell'alta tensione di esercizio, la linea venne eseguita col sistema a catenaria semplice, tanto sulla linea principale quanto sulla diramazione, salvo in alcune gallerie e nei ponti a travata tubolare, aventi una altezza libera ridotta, ove si dovette impiegare la sospensione rigida.

Sulla linea principale Umbertide-Terni, che presenta lunghi rettilinei e curve di raggio non inferiore a m 300, si adottarono campate ampie provvedendo però alla regolazione automatica della treccia e del filo di contatto allo scopo di mantenere sufficientemente orizzontale il filo e pressochè costante lo sforzo di tensione nel medesimo; la regolazione non venne applicata nelle gallerie e nei ponti a travata tubolare e sui binari secondari delle stazioni, mantenendola invece per i binari di corsa.

Così pure non esiste la regolazione nelle stazioni di Terni e Ponte San Giovanni e sulla diramazione Ponte San Giovanni-Perugia, ove le campate hanno una lunghezza massima di 60 metri e la velocità dei treni è limitata.

Sul tronco principale la lunghezza delle campate è di metri 80 nei rettilinei e di m 60 nelle curve di raggio da m 900 a m 600; nelle curve di raggio inferiore la campata di metri 80 venne ridotta a m 40 mediante l'impiego di un tirante intermedio ottenendo con ciò una grande semplicità di attrezzatura della linea ad un aspetto più regolare ed estetico della medesima.

Campate di lunghezze differenti da quelle normali di 60 e 80 metri si sono adottate soltanto in via eccezionale in alcune tratte che presentavano condizioni planimetriche particolari ed in alcuni scambi delle stazioni.

Lo zig-zag del filo di contatto è di m 0,80 ed in base al medesimo vennero determinate le distanze massime in curva fra i punti di sospensione e fra i punti di tiro; ogni palo è messo a terra a mezzo di un filo di rame che si collega al binario.

Il filo di contatto, in rame elettrolitico, ha una sezione di soli 65 mm² ed è sospeso ad una corda portante in acciaio zincato di 50 mm² nelle campate normali di 80 metri la freccia della corda, alla temperatura media di 23°, è di metri 2,00. Dai calcoli eseguiti per

valore questo pressochè trascurabile tanto più che i calcoli fatti per stabilire il consumo d'energia sono sempre improntati ad una certa lunghezza.

La corda d'acciaio ed il filo di rame sono riuniti all'estremità delle tratte di regolazione e muniti di un unico contrappeso; in tal modo i pendini si mantengono verticali per qualsiasi variazione di temperatura, ciò che non si sarebbe potuto ottenere colla regolazione indipendente della corda e del filo, dato il diverso coefficiente di dilatazione termica dell'acciaio e del rame. Il montaggio fu eseguito in modo che le tensioni tanto nella corda d'acciaio quanto nel filo di contatto risultassero uguali (440 kg.) alla temperatura media di 23°; a temperature inferiori il rame (che ha coefficiente di dilatazione maggiore) risulta più teso, ed a temperature maggiori risulta invece più tesa la corda pur mantenendosi costante la somma delle tensioni. Ammesso che la temperatura possa variare di $\pm 30^\circ$ C. sulla temperatura media, in tal caso le tensioni del rame e della corda vareranno di circa 85 kg in più e rispettivamente in meno in confronto alla tensione media.

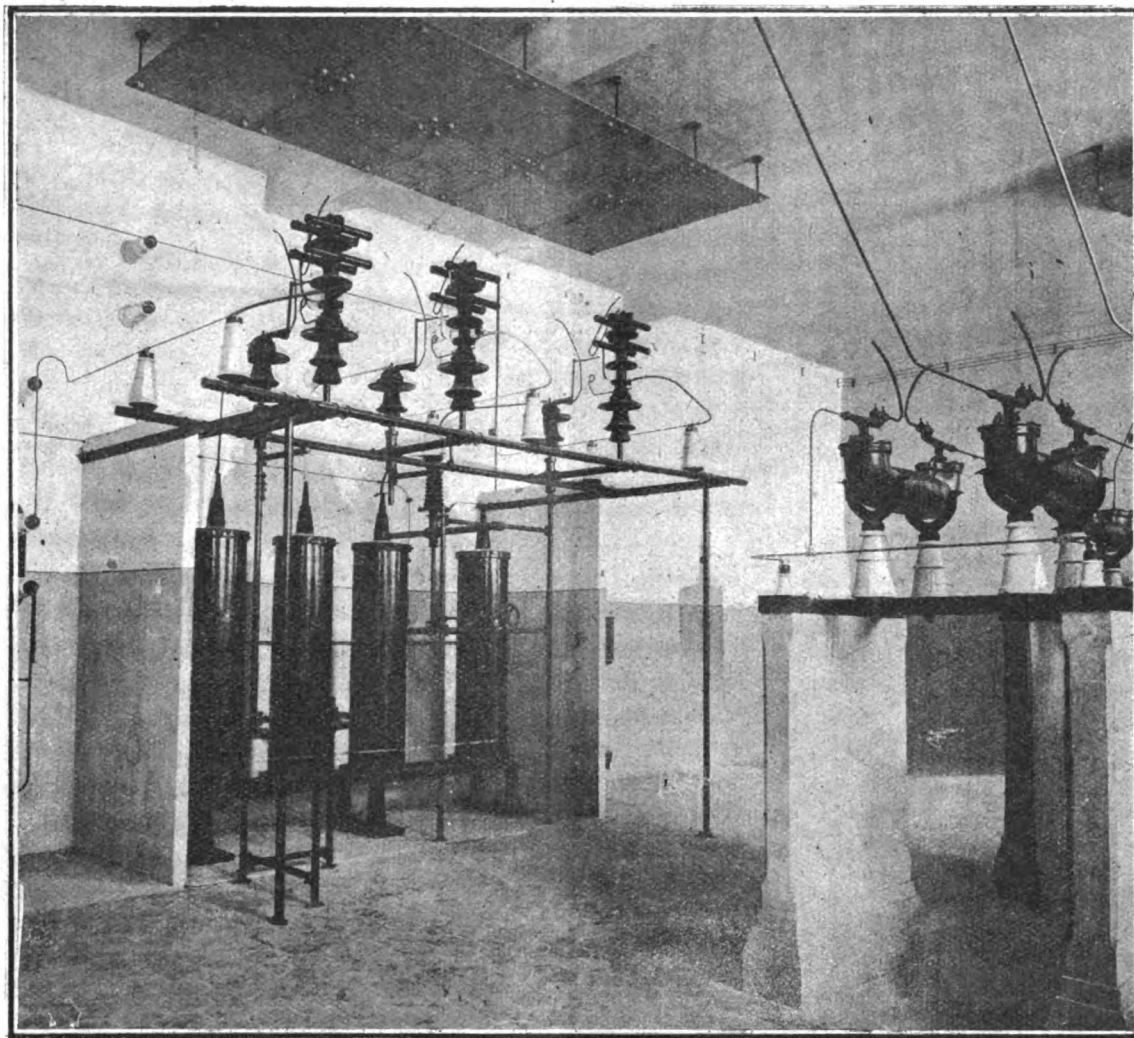


Fig. 2. — Sottostazione di Papigno: Scaricatori per linea trifase 42000 V.

ottenere il valore dell'impedenza, della caduta di tensione e della perdita di energia risultò che tale sezione di 65 mm² era sufficiente anche in caso di straordinarie richieste di corrente per l'esercizio ferroviario; infatti il valore dell'impedenza chilometrica risulta in questo caso di 0,58 ohm e la caduta di tensione, nella condizione più sfavorevole, non supera il valore percentuale del 20 per cento rispetto alla tensione a vuoto, limite questo ammesso dalla pratica e che ci assicura sulle buone condizioni di alimentazione dei motori. D'altra parte occorre tener presente la circostanza che il sistema monofase, unico fra tutti i sistemi di trazione elettrica, frapponendo un trasformatore regolabile fra la tensione di linea e quella di alimentazione dei motori rende quest'ultima, entro certi limiti, indipendente dalla prima. Disponendo infatti di un numero abbastanza grande di prese di corrente a tensioni sufficientemente elevate e variando opportunamente le medesime si potrebbero garantire, anche nel caso di una caduta di tensione superiore a quella calcolata, le velocità e gli orari previsti.

L'entità della perdita di energia sulla linea risulta dai calcoli di circa il 4 per cento dell'energia corrispondente al consumo medio,

È interessante rilevare come la corda, dilatandosi meno del rame, col crescere della temperatura aumenta di tensione e la sua freccia diminuisce, cosicchè il rame, che alla temperatura media risulta orizzontale, presenta per temperature maggiori una piccola freccia negativa, mentre per temperature inferiori la tensione della corda diminuisce e si constata nel filo di rame una analoga freccia positiva; fenomeno questo opposto a quello che presentano le linee a sospensione semplice od a catenaria senza regolazione.

La regolazione viene fatta alla distanza massima di 1750 metri per tratte in rettilineo e minima di 1300 metri per tratte con prevalenza di curve di piccolo raggio. Il punto mediano della tratta di regolazione viene tenuto fisso sotto una sospensione ed ancorato ai pali vicini: la regolazione avviene ai due estremi liberi, su di una lunghezza quindi variabile da 875 a 650 metri; per differenze di $\pm 30^\circ$ C. rispetto alla temperatura media si ha pertanto un allungamento, positivo e negativo, del sistema filo e corda di circa 33 cm. Il contrappeso è costituito da una serie di blocchetti in cemento inflati su di un'asta che scorre entro una gabbia di ferro applicata di fianco al palo di regolazione; il contrappeso però non è direttamente applicato

al sistema da ancorare: la corda portante ed il filo di contatto sono invece collegati all'albero di una carrucola sulla quale scorre una catena calibrata fissata con un estremo ad una staffa collegata al palo mentre l'altro estremo porta la serie di blocchi, il cui peso effettivo risulta quindi soltanto la metà della tensione complessiva applicata alla linea. Le carrucole su cui scorre la catena del contrappeso sono provviste di appositi ingrassatori.

Si è constatato che la regolazione funziona in modo perfettamente normale e l'abbassamento e l'innalzamento dei blocchi corrisponde con grande approssimazione agli allungamenti positivi e negativi calcolati pel sistema corda-filo di contatto per le diverse temperature.

La sospensione della corda portante è fatta sulle mensole in ferro ad U a mezzo di supporti isolati e fissati inferiormente alle mensole stesse: con ciò si ottiene maggiore stabilità e sicurezza nei sistemi

pendini: questi poi sono articolati nel mezzo quando la loro lunghezza supera i 70 cm.

La posizione del filo sotto gli appoggi viene regolata mediante un puntone in tubo di acciaio zincato collegato al palo con un sistema di isolatori analogo a quello di sostegno della corda portante; un doppio snodo permette al puntone di ruotare sia verticalmente per seguire i movimenti del filo dovuti alla pressione del pantografo sia orizzontalmente per seguire l'allungamento del filo, allungamento che vicino ai punti di regolazione può raggiungere, come si è detto, ± 33 centimetri per variazioni di temperatura di $\pm 30^\circ \text{C}$; alla temperatura media di 23° i puntoni risultano perfettamente normali al binario. Nelle curve interne di piccolo raggio, dove la pressione del filo di contatto sul puntone supera i 60 kg, in luogo del puntone tubolare venne adottato un puntone costituito da due piccoli ferri angolari che risultò sufficientemente elastico in modo da non dar luogo

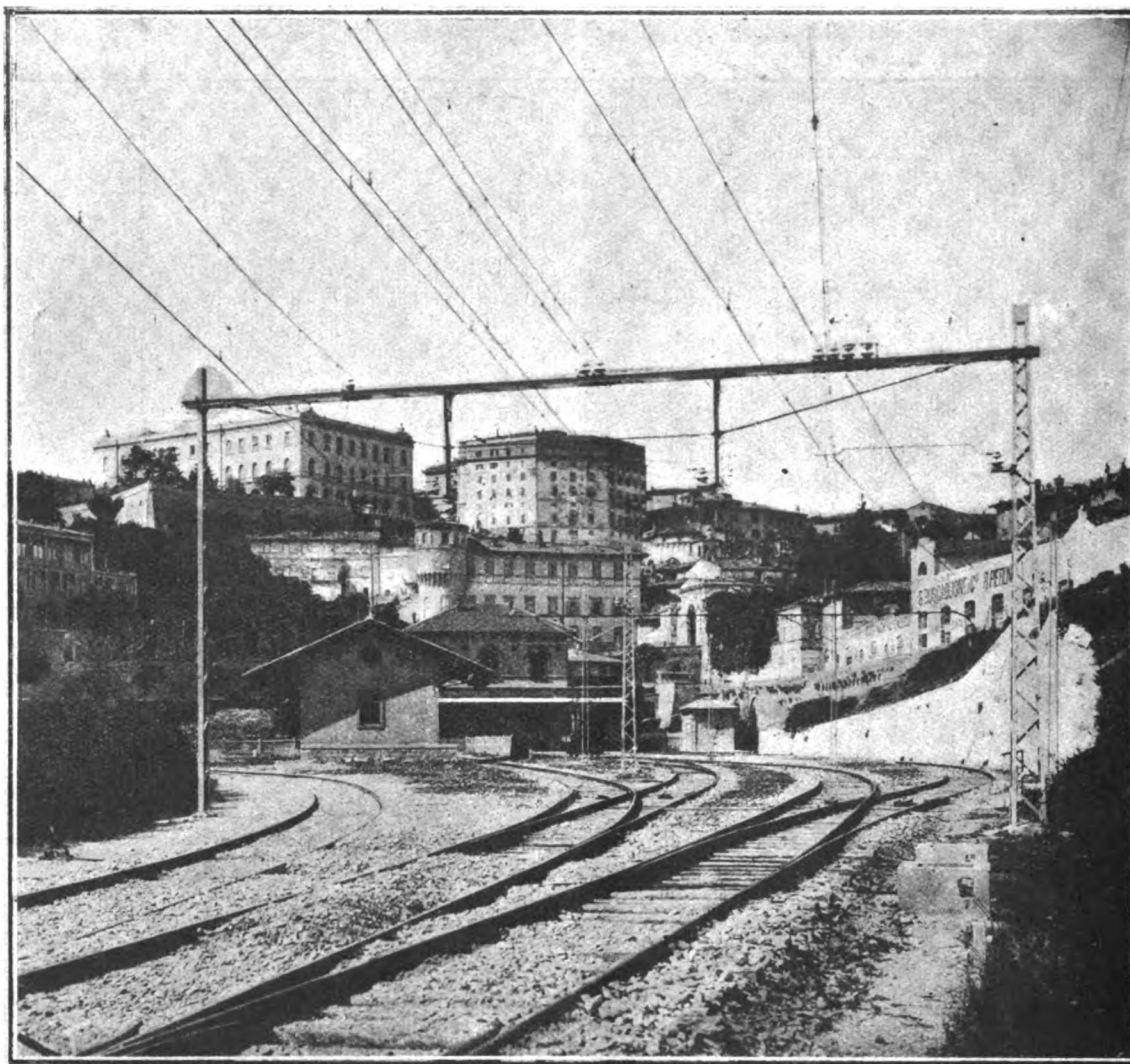


Fig. 3. — Stazione di Perugia.

di sospensione e nelle tratte in cui la linea trifase è portata dai medesimi pali a traliccio che sostengono la linea di contatto, quest'ultima è separata dalla terna mediante la mensola.

L'isolamento è doppio ed è costituito da due isolatori laterali abbracciati dai supporti e portanti un albero di acciaio zincato su cui è montato folle l'isolatore centrale: la corda portante scorre liberamente sugli appoggi, e gli attriti vengono ridotti al minimo; la corda non appoggia direttamente sull'isolatore centrale, ma scorre entro la gola di una carrucola in ghisa fissata sull'isolatore che a sua volta è provvisto internamente di una bussola di ottone che ruota sull'albero di acciaio zincato.

L'altezza normale del filo di contatto sul piano del ferro è di metri 6 ma nelle gallerie, sotto i ponti in ferro a trave tubolare e nei sottopassaggi si riduce fino ad un minimo di metri 4,50. Il filo è sospeso alla corda a mezzo di pendini in acciaio zincato del diametro di 4 mm posti alla distanza di circa m 6; per dare alla linea la massima elasticità, il filo di contatto è immorsettato direttamente sui pendini ma il morsetto che abbraccia il filo di contatto è collegato ad un secondo morsetto ausiliario ad anello che permette alla linea di contatto di alzarsi di circa 4 cm senza esercitare alcuna pressione sui

ad inconvenienti al passaggio del pantografo, anche colle maggiori velocità; in tal modo si sono evitate completamente per le curve «interne» le mensole ricurve ingombranti e costose.

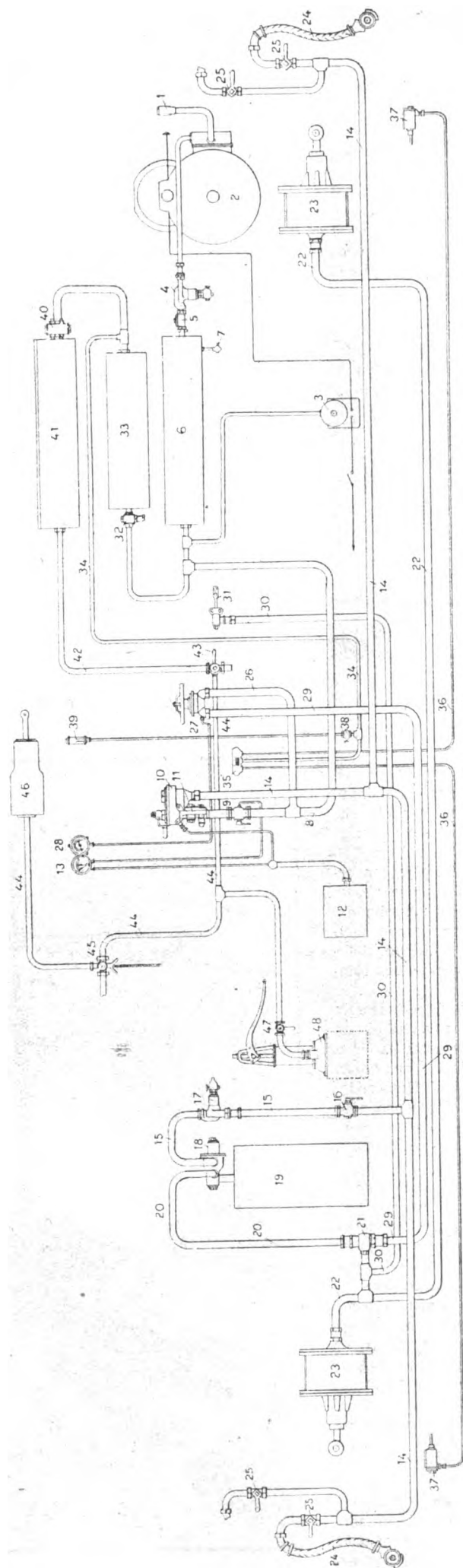
Sulla diramazione Ponte-San Giovanni-Perugia venne variato il sistema di isolamento; invece del sistema a doppio isolamento con isolatori distinti portati da un tubo orizzontale (conveniente sulla linea principale specialmente per i dispositivi che permettono lo scorrimento della corda) si è qui usato l'isolatore brevettato Pariani a campana, composto di due elementi distinti che sopportano ciascuno la tensione di esercizio; tale isolatore è montato superiormente alla mensola e al medesimo viene fissata la corda portante; analogo isolatore venne impiegato per il puntone che serve a regolare la posizione orizzontale del filo di contatto. Sulla diramazione la catenaria ha una freccia di m 1,20 per campate di m 60, alla temperatura media, e la corda ed il filo di rame sono ancorati separatamente ogni 800 metri mediante appositi tenditori a vite che permettono la regolazione periodica a mano della tensione di linea.

Gli ancoraggi tanto sulla linea principale che sulla diramazione vennero isolati mediante un gruppo di due isolatori Hewlett in serie, ciascuno per la tensione di 15.000 volt.

TAVOLA I.

FERROVIA CENTRALE UMBRA

Schema circuiti pneumatici dei locomotori



LEGGENDA

FRENO AUTOMATICO.

1. Aspiratore.
2. Motocompressore (gruppo).
3. Regolatore automatico di pressione.
4. Filtro d'aria.
5. Valvola di ritenuta.
6. Serbatoio d'aria principale.
7. Rubinetto di spurgo per detto.
8. Condotta tra serbatoio principale e rubinetto di comando.
9. Rubinetto d'isolamento del rubinetto di comando.
10. Rubinetto di comando a scarica eguagliatrice.
11. Valvola automatica di alimentazione.
12. Serbatoio ausiliario per la scarica eguagliatrice.
13. Manometro a due lancette: Rossa - pressione serbat. princip.; Nera - pressione condotta gener.
14. Condotta generale.

FRENO MODERABILE.

26. Condotta tra serbatoio principale e rubinetto di comando.
27. Rubinetto di comando con volantino.
28. Manometro per condotta generale.
29. Condotta generale.
30. Condotta per la valvola di scarico cilindri.
31. Valvola di scarico cilindri.
32. Doppia valvola regolatrice.
33. Serbatoio d'aria per sabbie e fischio.
34. Condotta fra serbatoio per sabbie e fischio e valvola comando sabbie.
35. Valvola doppia per comando sabbie.
36. Condotta fra la valvola di comando sabbie ed i cilindri delle sabbie.
37. Cilindri delle sabbie.

SABBIE E FISCHIO.

38. Rubinetto di comando fischio manovrato con pedale.
39. Fischio.
40. Valvola di ritenuta.
41. Serbatoio d'aria per pantografo.
42. Condotta di presa per rubinetto di comando.
43. Rubinetto di comando pantografo.
44. Condotta fra il rubinetto di comando ed il cilindro del pantografo.
45. Rubinetto di sicurezza per l'abbassamento automatico del pantografo.
46. Cilindro del pantografo.
47. Rubinetto d'isolamento della pompa d'aria a mano.
48. Pompa d'aria a mano per sollevamento pantografo.

PRESA DI CORRENTE.

49. Valvola di ritenuta.
50. Serbatoio d'aria per pantografo.
51. Condotta di presa per rubinetto di comando.
52. Rubinetto di comando pantografo.
53. Condotta fra il rubinetto di comando ed il cilindro del pantografo.
54. Rubinetto di sicurezza per l'abbassamento automatico del pantografo.
55. Cilindro del pantografo.
56. Rubinetto d'isolamento della pompa d'aria a mano.
57. Pompa d'aria a mano per sollevamento pantografo.

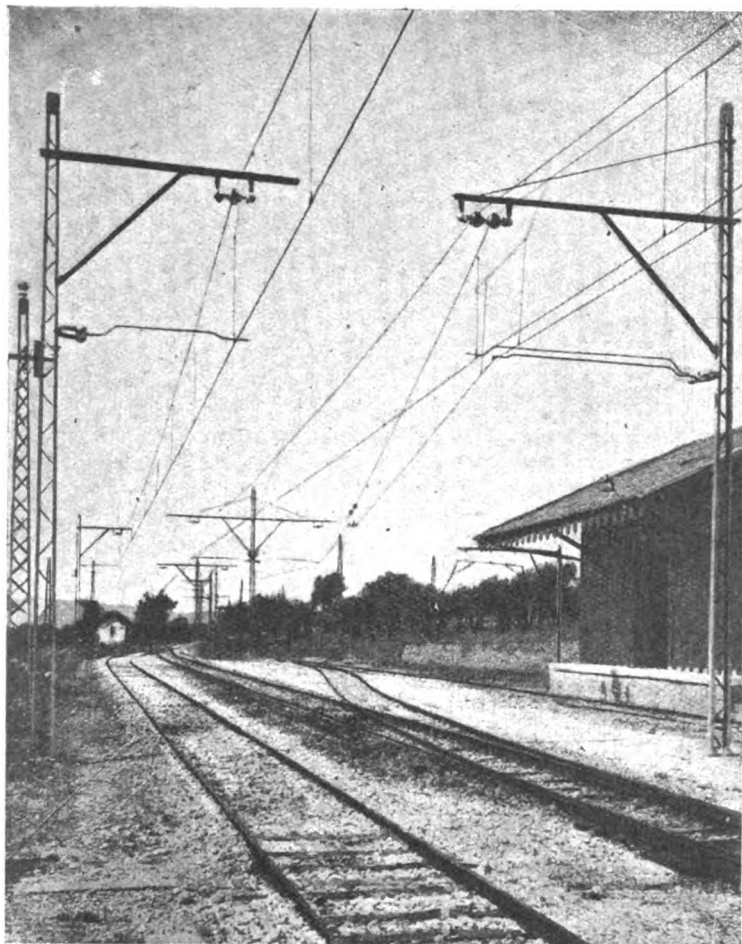


Fig. 4. — Equipaggiamento di una stazione.

Nella maggior parte delle gallerie fu ancora possibile di impiegare la sospensione a catenaria, però con campate massime di 40 metri; e la corda portante è sorretta da gruppi identici a quelli che servono per l'isolamento del puntone di regolazione in linea corrente.

Nei ponti metallici a trave tubolare con altezza libera di m 4,80 sul piano del ferro vennero adottate delle sospensioni rigide con armature in ferro applicate alle travature trasversali del ponte e situate alla distanza di 4 metri; l'isolamento è però identico a quello del resto della linea; analogo sistema di sospensione venne anche adottato per la galleria Baldeschi (fra le progressive km 27,935 e chilometri 28,329 della linea principale) la cui altezza non permetteva l'impiego della catenaria.

Come risulta dal piano annesso la linea principale è sezionata in 14 tronchi da interruttori a corna montati su palo e provvisti di un contatto di terra che, ad interruttore aperto, mette a terra la linea dalla parte opposta a quella dell'alimentazione. Analoghi interruttori servono ad isolare completamente le stazioni estreme di Umbertide, Terni e Perugia e la stazione di Ponte S. Giovanni; si possono pure isolare nelle altre stazioni i gruppi di binari che adducono ai piani caricatori, i binari delle rimesse ed in genere quelli che non debbono restare normalmente sotto tensione.

Per evitare possibili accidenti alle persone le tratte di binario situate dinanzi ai piani caricatori e magazzini merci non vennero, in molte stazioni, provviste di linea elettrica di contatto e la manovra dei carri si fa mediante interposizione di carri al locomotore o mediante catena; nelle stazioni ove anche queste tratte vennero elettrificate si è disposto un interruttore per poter togliere la corrente.

Infine è possibile togliere corrente nelle gallerie e sotto i ponti metallici a trave tubolare pur mantenendo sotto tensione la linea al di là delle tratte isolate, avendo installato esternamente a tali tratte apposite linee di evitamento monofasi 11 000 volt; analoga linea di evitamento venne installata nella stazione di Ponte San Giovanni.

Gli interruttori sono montati su pali e vengono comandati a mano dal palo stesso, ad eccezione di quelli che isolano le stazioni di Terni e Ponte San Giovanni che vengono comandati a distanza, a mezzo di un sistema di funi, e di carrucole dalla cabina di blocco delle F. S.

L'isolamento dei due tronchi di linea venne di regola eseguito disponendo l'interruttore in corrispondenza alle sospensioni portanti due fili di ancoraggio, collegando i due fili all'interruttore; quando gli interruttori vennero invece montati in linea corrente, si dovette provvedere alla inserzione di un sezionatore aereo costituito da due

gruppi isolanti identici a quelli centrali di linea, collegando i fili così sezionati coll'interruttore.

La linea è altresì munita di scaricatori a corna posti sul binario di corsa alla distanza di circa 4 km e tali apparecchi vennero anche disposti nelle stazioni per proteggere i gruppi di binari che non sono normalmente sotto tensione.

*

Locomotori. — Il programma per l'esercizio della Ferrovia Centrale-Umbra prevedeva treni passeggeri del peso di 100 a 140 tonn. con velocità media di km. 35 e massima di 55 all'ora e treni merci del peso di 160 a 200 tonn. con velocità rispettivamente di 25 e 40 chilometri.

TAVOLA II bis.

Tensione d'alimentazione per ogni motore

Posiz.	Volt.
1	79
2	126
3	157
4	181
5	195
6	212
7	241
8	293

Posiz.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
1	●	●	●	●										
2	●	●	●	●	●									
3	●	●	●	●	●	●								
4	●	●	●	●	●	●	●							
5	●	●	●	●	●	●	●	●						
6	●	●	●	●	●	●	●	●	●					
7	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				
8	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			

● Interruttori chiusi secondo le posizioni del controller

Per tale servizio, relativamente leggero e che non richiedeva l'impiego di locomotive di grande potenza, si ritenne conveniente di dare la preferenza ad un tipo di locomotore a carrelli a comando diretto, dai motori agli assi, mediante ingranaggi, destinando al servizio passeggeri locomotori più veloci e meno pesanti ed al servizio merci locomotori più pesanti a velocità ridotta e sforzo di trazione più elevato. Quest'ultimo tipo di locomotore avrebbe dovuto altresì effettuare il servizio sulla diramazione Ponte San Giovanni-Perugia, riducendo il carico rimorchiato in relazione alla forte pendenza di questa linea.

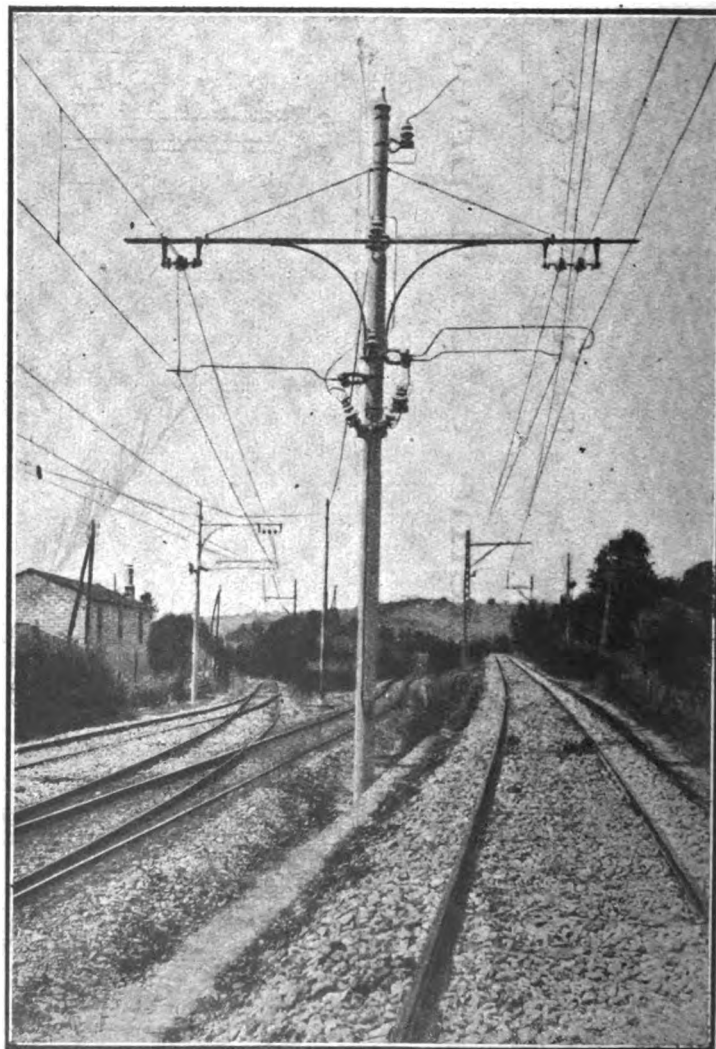
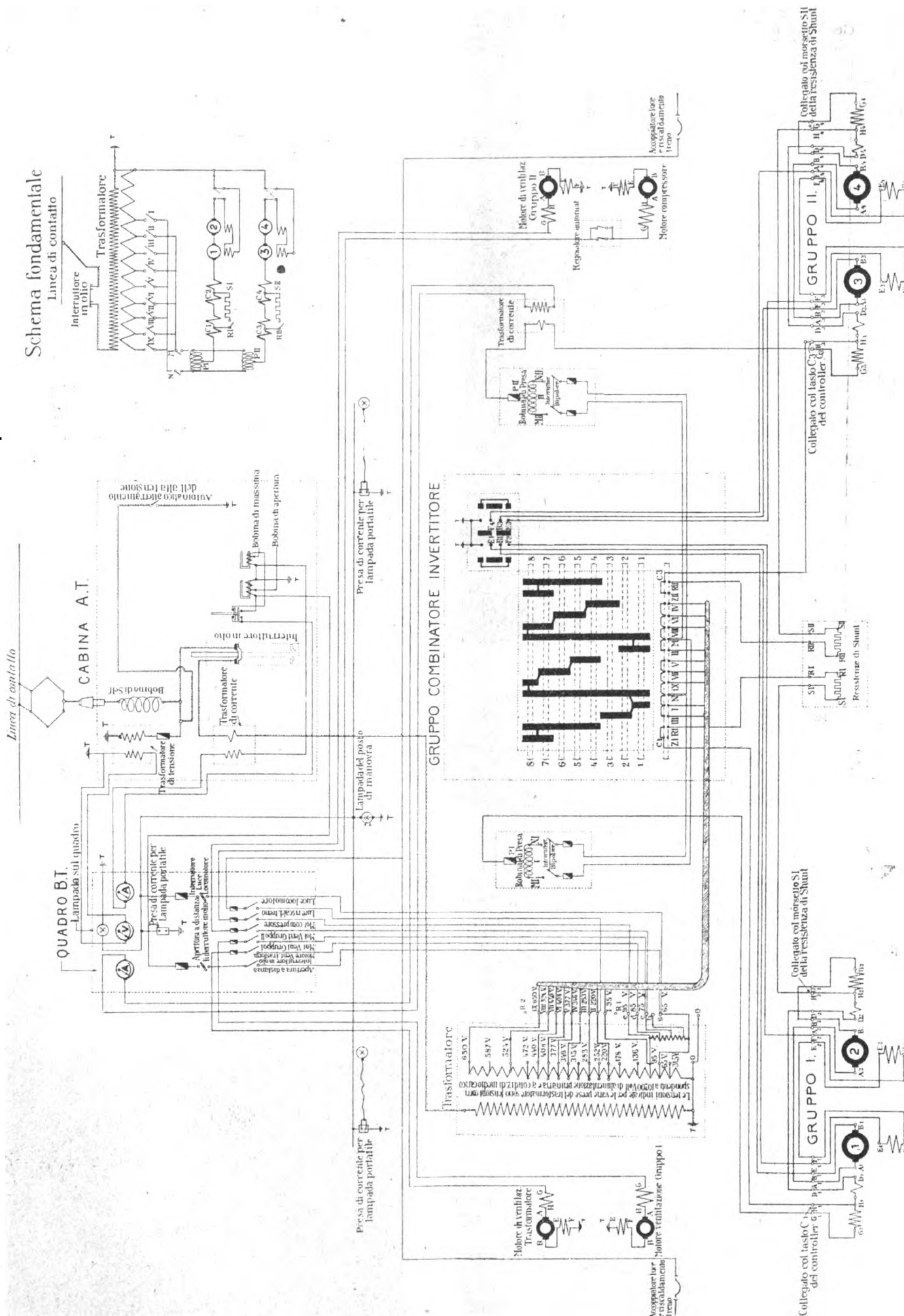


Fig. 5. — Bivio a Ponte S. Giovanni.

TAVOLA II.

FERROVIA CENTRALE UMBRA. — Schema delle connessioni per i locomotori.



Equipaggiamento con 4 motori M. T. 142.

Le attuali prestazioni dei due tipi di locomotori si rilevano dalla tabella seguente, nella quale sono indicati i pesi massimi dei treni (compreso locomotore) per i due sensi di marcia e per i locomotori viaggiatori o merci.

T R A T T A	Lunghezza	Pendenza	Locomotori	Locomotori
	Km.	maxima ‰	Viaggiatori Tonn.	merci Tonn.
Terni-S. Gemini	12,9	20	100	160
S. Gemini-Todi P. R. . .	28,6	18	116	190
Todi P. R.-Umbertide . .	66,1	15	132	235
Ponte S. Giovanni-Perugia	5,3	60	—	75
Perugia-Ponte S. Giovanni	5,3	in discesa	—	130
Umbertide-Todi P. R. . .	66,1	15	132	235
Todi P. R.-S. Gemini . . .	28,6	20	116	190
S. Gemini-Terni	12,9	in discesa	200	270

In merito al peso dei treni sulla diramazione Ponte San Giovanni-Perugia si nota che, in condizioni atmosferiche eccezionalmente favorevoli e con rotaie perfettamente asciutte, fu possibile eseguire in servizio forzato di prova e durante parecchie corse successive dei treni ascendenti del peso di tonn 88; cifra questa che risultava dal calcolo adottando per il coefficiente di aderenza il valore di un sesto

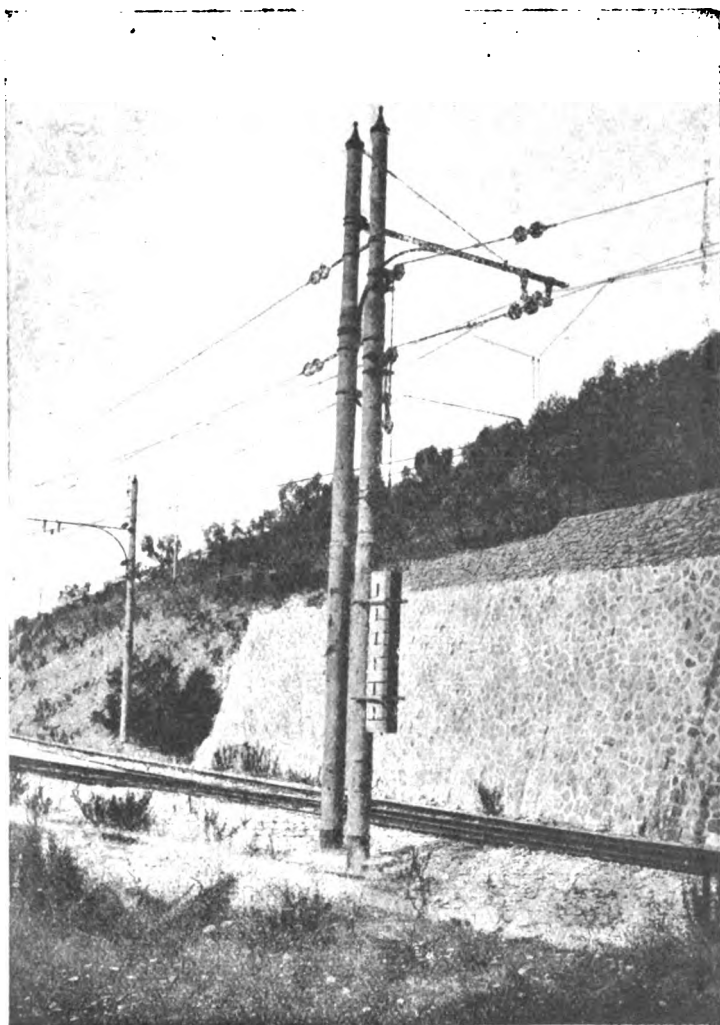


Fig. 6. — Regolazione automatica della linea.

I locomotori attualmente in servizio sulla Centrale-Umbra presentano appunto le caratteristiche e le prestazioni stabilite da tale programma.

Il locomotore consta di due carrelli a due assi ed ogni asse è azionato da un motore monofase a mezzo di un ordinario sistema di ingranaggi cilindrici; sopra le due travi oscillanti dei carrelli riposa la cassa in ferro che comprende la cabina centrale, provvista degli apparecchi di manovra e di uno scomparto chiuso contenente gli apparecchi alta tensione, e di due cofani nei quali sono collocati il trasformatore ed il macchinario per i servizi ausiliari.

La lunghezza complessiva del locomotore è di m 11, la distanza fra i perni dei carrelli è di m 5 ed il loro interasse rigido di m 2. Il locomotore è munito di freni a mano comandati da due distinte manovelle, una per ciascun carrello; lo sforzo frenante complessivo che si può ottenere coi freni a mano raggiunge i kg 36 770. Esiste altresì il doppio freno Westinghouse automatico e moderabile; il primo agisce sui cilindri frenanti disposti sul locomotore e sulle vetture rimorchiate ed il secondo soltanto sul locomotore; lo sforzo frenante esercitato dal freno Westinghouse è di kg 37 800. I due tipi di locomotori, passeggeri e merci, hanno ruote di diametro differente: nei primi tale diametro è di mm. 1010 ed il rapporto di ingranaggio 1: 4,94 nei secondi è di mm 900 ed il rapporto di trasmissione 1: 6,46; le massime velocità consentite nei due tipi di locomotori sono di km 60 e km 40 all'ora rispettivamente. Anche il peso dei due tipi di locomotori è differente: quello viaggiatori ha un peso complessivo di circa 37 (tonn 23 la parte meccanica e tonn 14 la parte elettrica) e quello merci ha un peso di tonn 40 (tonn 25 la parte meccanica e tonn 15 la parte elettrica): l'aumento del peso della parte meccanica di quest'ultimo locomotore si è ottenuto con l'aggiunta di zavorra (getti speciali in ghisa), mentre la differenza di peso negli equipaggiamenti elettrici è dovuta all'aggiunta di due gruppi moto-ventilatori e relativi canali che provvedono alla ventilazione dei motori di trazione.

Anche nei locomotori tipo viaggiatori l'equipaggiamento meccanico elettrico venne fin dall'inizio già predisposto per potervi in seguito applicare la ventilazione forzata: attualmente si eseguisce infatti tale applicazione, visto i favorevoli risultati constatati sui locomotori tipo merci, ottenendo con ciò un aumento del 15 al 20% delle attuali prestazioni dei locomotori viaggiatori, ciò che rappresenta un importante vantaggio per il servizio ferroviario.

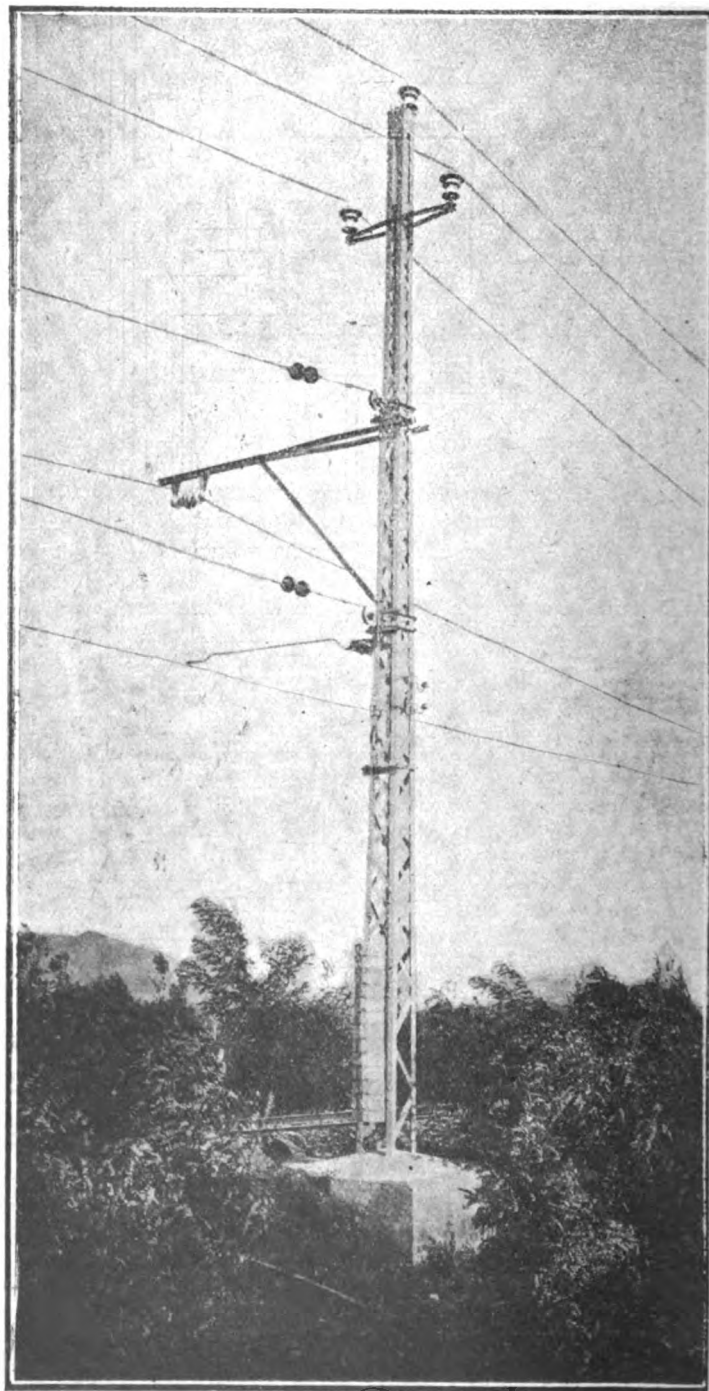


Fig. 7. — Palificazione per la linea di contatto e per la linea trifase.

ed un coefficiente di trazione di 8. Però in esperimenti successivi, in condizioni atmosferiche meno favorevoli, il peso dei treni in ascesa dovette subire notevoli riduzioni e si constatò che tali pesi ridotti corrispondevano a valori del coefficiente di aderenza di $1/7$ ed anche di $1/8$. In seguito a tali esperienze, dovendo assicurare un servizio pubblico regolare ed evitare difficili avviamenti sulla pendenza del 60‰ , specialmente nella tratta in galleria ed in curva ove la resistenza era molto rilevante, si decise di ridurre il peso normale dei treni a tonn 75.

L'equipaggiamento elettrico corrisponde allo schema riprodotto e consta essenzialmente dei seguenti elementi:

il pantografo per la presa di corrente;

una bobina di self ed un interruttore a massima e a mano per la linea di arrivo;

il trasformatore monofase per 11 000 V primari (a vuoto) con diverse prese sul secondario per l'alimentazione dei motori; annesso al trasformatore vi è un piccolo autotrasformatore detto divisore di tensione, inserito fra le prese a 65 e 95 volt del secondario del tra-

Sul quadro, ove sono installati gli apparecchi di misura, si trovano pure gli interruttori e le valvole per i circuiti dei servizi ausiliari nonchè le leve per il comando dell'interruttore ad alta tensione.

*

Dati costruttivi dei principali organi costituenti l'equipaggiamento elettrico. — Il pantografo è costituito da telai in tubi di acciaio ed è munito di due archetti con pattini d'alluminio striscianti, cavi, riempiti di grasso. I due archetti possono ruotare entro certi limiti intorno ad un asse orizzontale, per seguire le piccole variazioni di altezza del filo di contatto, senza che entrino in giuoco le articolazioni del corpo principale del pantografo che funzionano invece per maggiori variazioni nell'altezza del filo stesso. Il pantografo potrebbe funzionare regolarmente per altezze del filo di contatto variabili da m 4,15 a m 6,55; in pratica però, come abbiamo accennato, questi limiti estremi non sono mai raggiunti neppure nei punti singolari della linea. La pressione del pantografo sul filo di contatto si man-

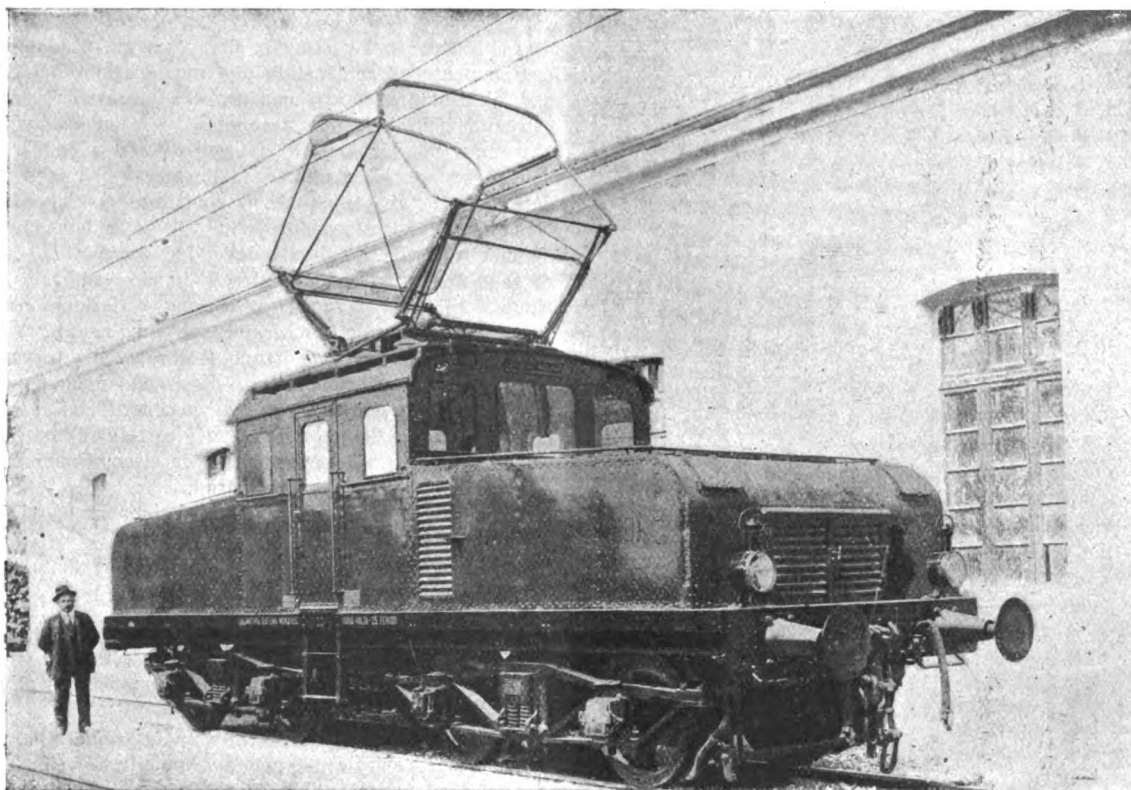


Fig. 8. — Locomotore monofase equipaggiato con quattro motori.

sformatore principale e munito di diverse prese intermedie per i servizi ausiliari;

il combinatore-invertitore (controller) per l'inserzione dei motori, la regolazione della velocità ed il cambio del senso di marcia;

le due bobine di presa che ricevono corrente dal combinatore e la trasmettono ciascuna ad una coppia di motori;

i quattro motori di trazione con le relative coppie di ruote dentate;

due resistenze di shunt destinate a limitare la corrente in alcuni avvolgimenti dei motori corrispondenti ad alcune posizioni di marcia.

Vi è inoltre l'apparecchiatura per i servizi ausiliari la quale comprende:

a) un gruppo moto-ventilatore per la ventilazione del trasformatore principale e dell'auto-trasformatore;

b) due gruppi moto-ventilatori per la ventilazione dei due gruppi di motori di trazione (attualmente nei soli locomotori merci);

c) un gruppo moto compressore che fornisce l'aria compressa per il freno e per alcuni servizi ausiliari;

d) l'impianto di illuminazione elettrica e la presa per l'illuminazione ed il riscaldamento elettrico delle vetture rimorchiate;

e) gli apparecchi di misura consistenti in:

un voltmetro per l'alta tensione inserito su apposito trasformatore;

un amperometro per l'alta tensione inserito su apposito trasformatore di corrente;

un amperometro a bassa tensione per la misura della corrente assorbita da uno dei gruppi dei motori di trazione, inserito esso pure su di un trasformatore di corrente.

tiene approssimativamente costante per le varie altezze e si può regolare in modo che non superi i $4 \div 5$ kg.

Il pantografo viene alzato e abbassato a mezzo dell'aria compressa con un rubinetto posto nella cabina di manovra; il comando del pantografo può però venire anche eseguito da un rubinetto azionato dall'apertura e chiusura della porta dello scomparto alta tensione, in modo che, aprendo questa porta, il pantografo si abbassa poichè l'aria della sua condotta viene scaricata nell'atmosfera, nè può più rialzarsi finchè la porta non viene rinchiusa. Questo dispositivo di sicurezza, indipendentemente dalle altre misure adottate al riguardo, non permette l'ingresso in detto scomparto quando il medesimo è sotto tensione.

In questo scomparto si trovano la bobina di self, i trasformatori per gli apparecchi di misura e l'interruttore automatico ad alta tensione che è del tipo in olio e può essere aperto e chiuso a mano a mezzo di maniglie situate all'esterno dello scomparto; vennero pure previsti alcuni dispositivi per il comando pneumatico dell'interruttore, ma la relativa installazione non venne eseguita.

L'apertura dell'interruttore può essere anche effettuata a comando elettrico chiudendo con apposito interruttore una bobina di scatto su di un circuito a 65 volt derivato dal divisore di tensione; l'apertura può altresì farsi automaticamente a massima chiudendo il circuito della bobina di scatto a mezzo di un relais inserito sul secondario del trasformatore di corrente ad alta tensione che agisce a massima ed a tempo. Per maggior sicurezza nello scomparto ad alta tensione si trova pure un coltello che si chiude mettendo la linea a terra, quando la porta d'accesso viene aperta.

Il trasformatore monofase principale trovasi in uno dei cofani: esso è del tipo ad aria e la sua potenza continuativa, stabilita in 350

kVA, può essere notevolmente superata grazie alla energica ventilazione.

Venne costruito per una tensione media primaria di 10 200 volt alla quale corrispondono 10 prese secondarie per tensioni da 65 a 650 volt, destinate all'alimentazione dei motori di trazione e le prime tre (a 65, 95, 220 volt) vengono altresì utilizzate per i servizi ausiliari: la presa a 65 volt serve per lo scatto dell'interruttore in olio e per la illuminazione del locomotore, quella a 95 volt per il motorino del compressore e quella a 220 volt per la luce e il riscaldamento del treno; le prese a 95 e 220 volt servono pure per l'alimentazione dei motori di trazione; le prese per i motorini di ventilazione avvengono sul divisore di tensione.

Il *combinatore-invertitore* è fissato nella parte centrale della cabina di manovra; il combinatore propriamente detto è installato orizzontalmente e ad esso è sovrapposto l'invertitore; gli organi di comando, cioè una leva per la manovra dell'invertitore ed un volante per la manovra del combinatore, si trovano in alto a portata del manovratore. La manovra del combinatore si effettua a mezzo di un albero verticale collegato mediante una coppia di ruote dentate coniche

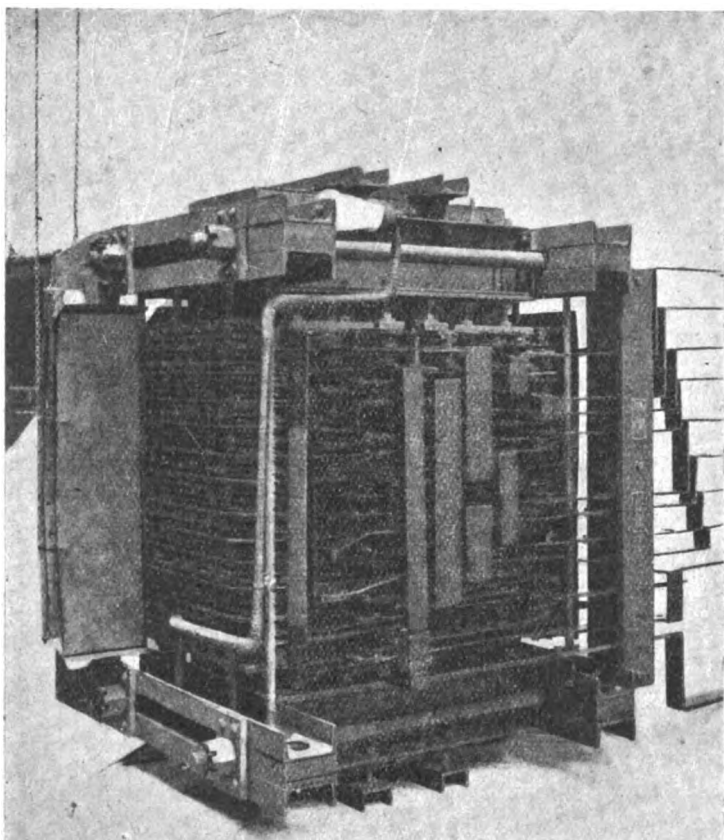


Fig. 9. — Trasformatori monofasi 350 KVA, 25 p., $\frac{11000}{650}$ V., per l'alimentazione dei motori del locomotore.

ad angolo all'albero orizzontale del cilindro mobile il quale porta 15 tasti di contatto i quali, colla rotazione del cilindro, determinano nelle diverse posizioni la chiusura dei contattori cui fanno capo i conduttori dei diversi circuiti che si debbono successivamente aprire e chiudere all'atto del passaggio dall'una all'altra posizione del combinatore.

Ogni contattore è costituito da due contatti montati su di un supporto isolato; uno è fisso e l'altro è mobile e provvisto di una molla. Quando colla rotazione del cilindro un tasto va a premere sulla parte mobile del contattore corrispondente, questa spostandosi viene a premere a sua volta sulla parte fissa, chiudendo in tal modo il relativo circuito; non appena la pressione del tasto viene a mancare il contatto mobile, sotto l'azione della molla, riprende la sua posizione di riposo determinando l'apertura del circuito; ogni contattore è provvisto di una bobina soffiante inserita in serie sul circuito. Il volante del combinatore può assumere nove posizioni; la prima corrisponde ai motori disinseriti e le altre ad altrettante posizioni di avviamento e di marcia.

L'invertitore, meccanicamente collegato al combinatore, può assumere tre posizioni: mediante le due posizioni estreme si può invertire l'inserimento di una parte degli avvolgimenti dei motori per ottenere il cambio nel senso di marcia: la posizione intermedia centrale corrisponde ai motori disinseriti; il collegamento meccanico sopra accennato impedisce, come di consueto, la manovra del combi-

natore quando lo invertitore è nella posizione di « aperto » e la manovra di quest'ultimo quando il combinatore è in una posizione di marcia.

Il combinatore riceve la corrente dalle varie prese secondarie del trasformatore e la trasmette alle due bobine di presa, situate nei due cofani, le quali a loro volta alimentano ciascuna i motori di un carrello, collegati fra loro in serie.

Le bobine di presa hanno la funzione di effettuare in modo graduale la variazione della tensione di alimentazione dei motori. Esse sono delle semplici bobine di autoinduzione avvolte su nuclei laminati; i loro estremi vengono collegati attraverso il combinatore a due successive prese del trasformatore, mentre il loro punto centrale porta la corrente al corrispondente gruppo di motori; in tal modo la tensione di alimentazione dei motori, che è quella del punto di mezzo della bobina, risulta la media delle tensioni applicate agli estremi della bobina stessa.

Portando il volante del combinatore alla prima posizione di marcia si chiudono i contattori corrispondenti alle prime prese a 95 a 220 volt del trasformatore, cosicchè la tensione dei motori è di $\frac{220 + 95}{2}$

= 157,5 volt; nel passaggio alla posizione seguente avvengono successivamente e rapidamente due modificazioni nei circuiti: prima si apre il contattore corrispondente alla tensione di 95 volt, allora una estremità della bobina resta aperta e per un istante i motori vengono alimentati alla tensione di 220 volt diminuita della caduta di tensione corrispondente all'impedenza della mezza bobina rimasta in circuito; subito dopo però si chiude il contattore corrispondente alla successiva presa del trasformatore (283 volt) e la tensione di alimentazione diventa la media fra quella delle due prese a 220 a 283 volt e così di seguito. In tal modo si ha il doppio vantaggio di una alimentazione continua dei motori e di una variazione graduale della tensione fra le posizioni successive del combinatore.

I *motori di trazione* hanno il corpo della carcassa in acciaio in un sol pezzo con scudi laterali. Essi sono montati sui carrelli appoggiandosi da un lato, a mezzo di cuscinetti, agli assi di marcia, dall'altro all'incastellatura centrale del carrello a mezzo di una sospensione a molla. Il moto è trasmesso da ciascun motore all'asse a mezzo della coppia di ingranaggi cilindrici.

I motori sono del tipo in serie compensata ed hanno tre avvolgimenti di campo, cioè:

l'avvolgimento di campo propriamente detto che dà luogo alla formazione di otto poli principali;

l'avvolgimento di compensazione;

l'avvolgimento di commutazione.

I due ultimi insieme coll'indotto danno luogo al campo trasverso, in quadratura col campo principale.

I poli dell'avvolgimento di commutazione costituiscono per così dire la parte centrale dei poli di compensazione ed infatti le spire di questo avvolgimento abbracciano archi assai limitati e sono disposte all'interno di quelle costituenti gli avvolgimenti di compensazione. I poli medesimi essendo destinati a produrre quella componente del campo trasverso che serve a dominare il fenomeno della tensione statica di scintillamento (dovuto alla corrente alternata) risultano disposti in modo che la produzione di questa componente si verifichi solo dove essa riesce più utile ed efficace, cioè in corrispondenza della zona di commutazione. Per ottenere però lo spostamento di fase dell'asse trasverso necessario a dominare il fenomeno sopra accennato, venne inserita in parallelo coll'avvolgimento di compensazione una resistenza ohmica in cui la tensione indotta staticamente nell'avvolgimento del campo trasverso dà luogo ad una corrente in fase con essa, che sposta la fase della corrente di compensazione rispetto a quella del rotore.

La resistenza è stata commisurata in modo che la sua efficacia riesca la maggiore possibile in corrispondenza al campo di azione normale del motore che va dalla quarta all'ottava posizione di marcia del combinatore. Essa quindi viene inserita a partire dalla quarta posizione, mentre si è constatato che per le prime tre posizioni, che del resto sono sostanzialmente posizioni di avviamento, l'inserimento di una resistenza non era necessaria. Le resistenze sono costruite in ghisa e raccolte in due cassette montate sotto il pavimento del locomotore: ciascuna di esse serve per i due motori di un carrello.

Così coll'opportuna scelta del valore della compensazione e di quello della resistenza che determina lo spostamento di fase dell'asse trasverso si è potuto raggiungere un buon funzionamento del collettore tanto rispetto al fenomeno di scintillamento dovuto alla commutazione di corrente continua, quanto a quello dovuto alla commutazione di corrente alternata (1).

(1) Ing. R. VALLAURI, Sulla commutazione dei motori monofasi di trazione, *Elettrotecnica*, 5-15 aprile 1915.

Il rotore appoggia col suo asse su appositi cuscinetti esistenti negli scudi che chiudono i fianchi della carcassa. Su di esso è montato da un lato il pignone e dall'altro, internamente alla carcassa, il collettore e il ventilatore. Il collettore è costituito da 222 segmenti, ed il ventilatore ha una doppia serie di alette di cui una aspira l'aria attraverso canali assiali praticati nell'interno dello statore e l'altra attraverso analoghi canali praticati nell'interno del nucleo del rotore: sul lato opposto della carcassa sono praticate le apposite finestre di aspirazione dell'aria.

Oltre a questa autoventilazione che funziona solo quando i motori sono in moto si ha, nei motori dei locomotori merci, una ventilazione forzata operata a mezzo di due moto ventilatori ed ognuno di essi mediante apposite tubazioni porta l'aria aspirata ai due motori di un carrello; come già si disse, tale ventilazione forzata sarà applicata anche ai locomotori viaggiatori.

La corrente viene addotta al collettore da 8 gruppi di spazzole, 4 collegati al polo di linea e 4 al polo verso terra. I gruppi di spazzole di polarità opposta sono a due a due applicati ad un braccio collegato ad un anello portaspazzole concentrico al collettore.

I collegamenti dei vari circuiti dei motori per le varie posizioni e per l'inversione del senso di marcia in corrispondenza delle diverse posizioni del combinatore e dell'invertitore sono resi evidenti dallo schema riprodotto.

Ogni bobina di presa è provvista di tre valvole a cartoccio, una per ciascun cavo proveniente dal combinatore ed una (di portata doppia) per il cavo che congiunge il centro della bobina con uno dei gruppi di motori. Un interruttore bipolare sui due cavi che vanno dal combinatore alla bobina permette di disinserire il corrispondente gruppo di motori in caso di guasto: questi interruttori, insieme alle valvole, sono montati su due quadretti fissati alle pareti che separano i cofani dalla cabina centrale.

Dalla seguente tabella si rilevano le caratteristiche principali dei motori di trazione:

	Motore viagg. senza ventil. forzata	Mot. merci con ventil. forzata
Potenza oraria all'albero Kw.	61,—	71,—
Giri al 1. corrispondenti alla potenza oraria N.	1000,—	1000,—
Rendimento (alla potenza oraria)	0,84	0,83
Cos. φ	0,90	0,87
Momenti Kg.m.	59,5	69,—
Velocità Km/ora.	39,—	27,—
Rapporto ingranaggi	1,4,94	1,6,46
Velocità massima ammissibile . . . Km/ora.	60,—	40,—

Il momento massimo che il motore può sviluppare è di 140 kg metri.

Tenuto conto del peso dell'equipaggiamento elettrico risulta che per i locomotori viaggiatori si ha un peso di circa 57 kg di equipaggiamento per kW di potenza oraria e per i locomotori merci un peso di 53 kg circa.

In merito alle velocità si osserva che, in considerazione dell'armamento della linea principale e dell'andamento altimetrico della diramazione, le velocità massime ammissibili indicate nella tabella vennero praticamente ridotte a 50 km/ora sulla linea principale ed a 25 km/ora sulla diramazione.

Gruppi motoventilatori. — Il motoventilatore per il raffreddamento del trasformatore è montato a ridosso del cassone del trasformatore stesso; il motore elettrico è del tipo monofase a collettore ed elettricamente simile ai motori di trazione; la sua potenza oraria è di 3,5 kW all'albero, e viene alimentato a 85 volt. Sul suo albero è montato un ventilatore centrifugo che aspira l'aria dal cofano e la immette nel cassone del trasformatore, dove appositi canali la conducono ad investire separatamente le due colonne di bobine, arrivando alle medesime con uguale velocità.

I motoventilatori installati sui locomotori merci per i motori di trazione sono dello stesso tipo e vengono montati uno per ciascun cofano vicino alla testata del locomotore; la loro alimentazione vien fatta a 75 volt. L'aria aspirata dal ventilatore è portata a mezzo di apposite tubazioni alle bocche di presa d'aria dei motori.

Gruppo motocompressore. — È collocato nel cofano opposto a quello del trasformatore. Il motore è elettricamente uguale a quello dei motoventilatori ed è alimentato a 95 volt: esso è montato sopra un'incastellatura fusa in un sol pezzo coi corpi dei due cilindri del compressore.

Il moto di rotazione del motore, la cui velocità viene convenientemente ridotta per mezzo di una coppia di ruote dentate elicoidali racchiuse in una custodia piena di grasso, viene trasmesso ad un albero a gomito che comanda i pistoni degli stantuffi. Su ciascuno dei due cilindri sono montate le rispettive valvole di aspirazione e di compressione. La messa in marcia e la disinserzione del motore può

essere comandata, oltre che a mano, da un regolatore automatico di pressione.

I circuiti ad aria compressa alimentati dal motocompressore sono quelli per il freno Westinghouse e per i comandi delle sabbie, del fischio di segnalazione e del pantografo; essi si rilevano chiaramente dallo schema riprodotto.

Per l'azionamento delle sabbie e del fischio l'aria è presa da uno speciale serbatoio che comunica col serbatoio principale dal quale viene alimentato attraverso una doppia valvola; le sabbie sono quattro, due per ciascuna testata del locomotore, in corrispondenza alle ruote esterne dei carrelli, e vengono azionate da due cilindri uno per ogni carrello. Anche per il cilindro che aziona il pantografo si ha un altro serbatoio che è alimentato, attraverso una valvola di ritenuta, dal medesimo serbatoio speciale per le sabbie e per il fischio. In caso di mancanza dell'aria compressa nel serbatoio, il pantografo può venire manovrato mediante una piccola pompa a mano.

*

Impianto telefonico di servizio. — Per le comunicazioni di servizio venne adottato il telefono di sicurezza antiinduttivo brevetto Perego.

Nelle stazioni si installarono apparecchi del tipo Toce con bobine ad alto isolamento e nelle stazioni di Ponte San Giovanni e Todi (Ponte Rio) vennero anche installati dei centralini di commutazione autoinduttivi, separando così la linea principale in tre sezioni; le stazioni di ogni sezione possono comunicare direttamente fra loro ma per corrispondere con le stazioni di altra sezione occorre richiedere la comunicazione ai due posti di smistamento; il centralino di Ponte San Giovanni stabilisce anche la comunicazione colla diramazione, fino a Perugia. Venne altresì eseguita una linea telefonica normale fra la stazione di Terni e Papigno, attraversando in parte l'abitato di Terni, rendendo così possibile le comunicazioni di servizio fra la Cabina di Papigno e la sottostazione di Marsciano, che hanno la precedenza.

All'inizio del servizio con trazione a vapore, la linea telefonica era montata su palificazione provvisoria in legno ed in seguito venne trasportata sulla palificazione in ferro che sostiene la linea di contatto monofase e, per una lunga tratta, anche la terna ad alta tensione. La linea è costituita da due fili di ferro zincato del diametro di 4 mm fissati ad isolatori a doppia campana per alta tensione avvitati a ceppi di legno duro riuniti ai tralicci a mezzo di appositi collari; nelle stazioni, negli attraversamenti e nelle gallerie venne impiegato filo di rame da 1,5 mm rivestito con speciale isolamento tipo Hackethal.

Quando la trazione elettrica sostituì la trazione a vapore si produssero nell'impianto telefonico delle perturbazioni a volte così notevoli da rendere pressoché impossibili le comunicazioni telefoniche. Venne constatato che queste perturbazioni dipendevano da insufficiente isolamento della linea, specialmente negli attraversamenti, e dalla irregolare disposizione degli incroci dei fili telefonici; avendo infatti provveduto a migliorare l'isolamento, a perfezionare le saldature, ed a distribuire regolarmente in modo simmetrico le inversioni dei fili (a distanze di 1000 metri sulla linea principale e di 500 metri sulla diramazione) i fenomeni d'induzione e d'influenza diminuirono notevolmente ed il servizio telefonico funzionò di nuovo regolarmente.

*

Disturbi di induzione sulle linee telegrafiche e telefoniche. —

Prima di procedere alla elettrificazione della Ferrovia Centrale-Umbra venne stipulata una convenzione col Ministero delle Poste e Telegrafi sui provvedimenti da adottare a tutela delle linee telegrafiche e telefoniche dello Stato, il cui funzionamento avrebbe potuto essere turbato da fenomeni di induzione prodotti dal servizio elettrico a sistema monofase. A questi provvedimenti (trasporto e rinnovamento parziale delle linee e raggruppamento degli attraversamenti) provvide la Direzione delle Costruzioni telegrafiche e telefoniche e la spesa relativa di L. 110.000 venne anticipata dalla Società Concessionaria. All'inizio dell'esercizio elettrico l'Amministrazione delle Poste e Telegrafi fece eseguire degli esperimenti per accertare il manifestarsi o meno di disturbi sulle linee telegrafiche parallele alla sede ferroviaria: questi esperimenti dettero risultati molto soddisfacenti ed è interessante rilevare che l'Amministrazione medesima, in una lettera alla Direzione della Ferrovia Centrale-Umbra, informava «che le misure eseguite hanno messo in evidenza come le f. e. m. indotte sulle linee telegrafiche dalla corrente della trazione elettrica monofase a 25 periodi sarebbero meno elevate di quelle che, a parità di condizioni, si sviluppano per effetto della trazione trifase a 16 periodi».

Per evitare le perturbazioni sulle numerose linee telefoniche di Società e privati esistenti in prossimità della ferrovia, la Società Mediterranea dovette partecipare alle spese occorrenti per il

trasporto e la rinnovazione parziale o totale di alcune linee, disponendo gli attraversamenti in cavi sotto piombo fissati alle pareti di manufatti ferroviari. Le principali modifiche apportate alle linee telefoniche furono le seguenti:

1) Venne assicurato il perfetto isolamento delle linee impiegando adatti isolatori ed eseguendo i giunti a regola d'arte;

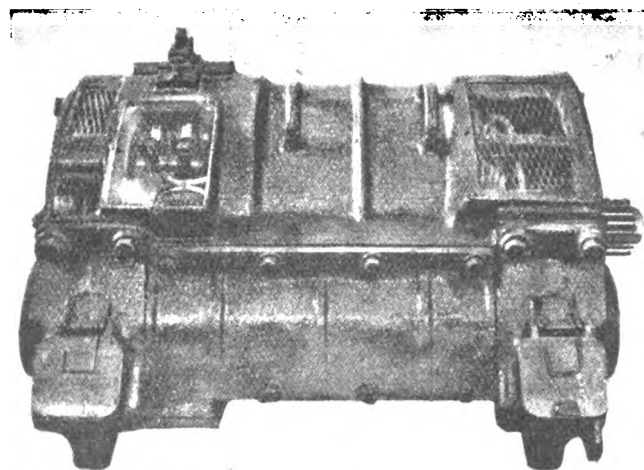


Fig. 10. — Motore monofase MT-42; 95 HP; 650 volt; 25 periodi.

2) Si disposero le linee in circuiti chiusi, rinunciando quindi al ritorno per la terra;

3) Si incrociarono i circuiti a intervalli uguali, più o meno frequenti secondo le circostanze, in modo che gli anelli risultassero simmetricamente compensati su tutta la rete. (Negli ultimi impianti monofasi eseguiti in Svizzera la distanza degli incroci venne ridotta a metri 500 ed in alcuni casi a metri 200).

Anche i costruttori dei motori monofasi di trazione per la Ferrovia Centrale-Umbra si preoccuparono di evitare le alterazioni alla forma sinusoidale della corrente (armoniche superiori) dovute al passaggio delle scanalature degli indotti, alterazioni che producono di regola dei rumori forti e sgradevoli negli apparecchi telefonici; tale intento venne raggiunto coll'eseguire gli indotti a scanalature semi-chiuse e disposte obliquamente all'asse.

In seguito alle accennate modificazioni introdotte negli impianti telefonici e nei motori non si produssero durante il servizio elettrico ferroviario perturbazioni nocive alla regolarità delle comunicazioni e non si ebbero delle lagnanze da parte delle Società telefoniche e dei privati.

La spesa complessiva sostenuta per eliminare i perturbamenti dovuti a fenomeni di induzione, tanto sulle linee telegrafiche quanto sulle linee telefoniche, fu abbastanza elevata (circa il 5 % del costo preventivato per l'impianto di elettrificazione); questa spesa venne però largamente compensata dall'impiego dell'alta tensione sulla linea di contatto che permise notevoli riduzioni sul costo della linea e delle sottostazioni.

È poi lecito sperare che i continui perfezionamenti nella costruzione delle linee telegrafiche e telefoniche e degli apparecchi abbiano a rendere in avvenire gli impianti praticamente immuni da perturbazioni induttive od almeno a ridurre notevolmente le spese per tale immunità, eliminando in tal modo uno dei principali inconvenienti nell'uso delle correnti alternate per la trazione elettrica.

Sarebbe però conveniente che si stabilissero fin d'ora delle tassative prescrizioni sul modo di costruzione delle nuove linee telefoniche per evitare costose modifiche delle medesime all'atto di prossime elettrificazioni ferroviarie.

*

Funzionamento dell'impianto elettrico. — La potenzialità dell'impianto, la caduta di tensione, i consumi di corrente, i riscaldamenti ed i rendimenti risultarono conformi alle previsioni ed ai calcoli eseguiti all'atto della compilazione del progetto esecutivo per la elettrificazione della Centrale-Umbra. Le sottostazioni di Papigno e di Marsciano funzionarono sempre regolarmente ed il comportamento delle linee elettriche di contatto e di alimentazione non diede luogo a speciali rimarchi. Qualche incertezza si manifestò invece nel funzionamento dei locomotori all'inizio del servizio a trazione elettrica; alcuni inconvenienti si verificarono infatti nei trasformatori ad aria e nei motori monofasi di trazione, dovuti specialmente alla deficiente qualità di alcuni materiali provvisti durante la guerra.

La Ditta costruttrice ebbe allora ad apportare alcune modifiche di dettaglio alla parte elettrica dei locomotori e fra l'altro ad installare adatte resistenze di inserzione per proteggere i trasformatori contro le sovratensioni che possono prodursi all'atto della chiusura dell'interruttore, disponendo altresì appositi filtri formati con stoffa di lana per impedire che la polvere di carbone proveniente dai motorini elettrici venisse aspirata e trasportata dall'aria destinata alla ventilazione forzata dei trasformatori. Altri perfezionamenti vennero introdotti alle bobine ad alta tensione dei trasformatori, agli apparecchi di lubrificazione dei motori, ai portaspazzole, ecc., dopo di che il comportamento dei locomotori risultò soddisfacente. Venne anzi constatato che alcuni dei trasformatori, in servizio da 14 mesi circa, non richiesero altra manutenzione che l'ordinaria pulitura degli avvolgimenti e del filtro d'aria e che qualche motore di trazione presentava, dopo oltre 35 000 chilometri di percorso, il collettore in buone condizioni, indice questo di una buona commutazione. Anche le prestazioni dei locomotori corrisposero durante le prove alle prescrizioni contrattuali; in seguito vennero notevolmente aumentate le prestazioni medesime sulle tratte aventi pendenza inferiore al 20 per mille riducendo invece, come già si disse, le prestazioni dei locomotori tipo merci sulla diramazione, la cui pendenza raggiunge il 60 per

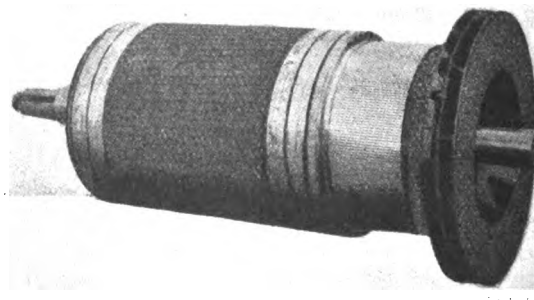


Fig. 11. — Motore monofase MT-42; 95 HP; 650 volt; 25 per. : Rotore

mille; la massima percorrenza giornaliera dei locomotori viaggiatori venne stabilita in circa 250 chilometri.

La parte meccanica dei locomotori non ha dato luogo fin dal principio ad alcun inconveniente.

*

Risultati dell'esercizio. — Il servizio elettrico sulla ferrovia Centrale-Umbra iniziato parzialmente nel 1920 venne gradatamente estendendosi, in relazione al numero dei locomotori disponibili, ed alla fine dell'anno 1921 tutti i servizi viaggiatori e merci sulla linea principale

TABELLA I

PERCORRENZE MENSILI DEI LOCOMOTORI NELL'ANNO 1922											
Mese	Locomotori tipo Viaggiatori							Locomotori tipo Merci			
	101	102	103	104	105	106	107	151	152	153	154
Gennaio	4.180	4.070	2.480	4.070	3.960	—	3.520	1.920	2.300	2.170	1.870
Febbraio	3.930	1.430	1.700	3.150	2.870	2.660	3.740	2.336	2.420	1.893	3.080
Marzo	4.145	4.180	620	1.680	4.290	4.020	3.860	1.450	770	770	1.600
Aprile	4.620	4.400	3.020	3.720	3.590	4.290	4.215	2.615	2.375	770	1.595
Maggio	2.860	4.510	4.430	4.070	3.520	3.580	4.400	780	1.870	2.945	3.250
Giugno	4.400	4.620	2.000	4.400	4.400	3.400	4.290	2.415	2.260	3.010	2.640
Luglio	4.880	4.800	2.220	4.380	3.310	4.780	4.680	1.909	2.578	3.146	3.068
Agosto	4.470	4.980	1.650	5.120	5.610	4.100	—	2.410	2.390	1.520	3.412
Settembre	4.180	2.500	4.290	4.680	4.460	4.680	385	1.572	1.667	980	230
Totale	37.665	35.490	24.410	35.270	36.010	31.510	29.090	17.307	18.630	17.204	20.745

TABELLA II

INDICAZIONI	ANNO 1922									Totale
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	
Numero dei treni viaggiatori:										
a) Terni-Umbertide e viceversa.	186	168	186	240	243	240	248	248	240	1.999
b) Ponte S. Giovanni-Perugia e viceversa.	527	461	528	726	736	870	744	744	720	6.056
Numero dei treni merci:										
a) Terni-Umbertide e viceversa.	43	55	40	42	55	58	62	60	61	476
b) Terni-P. S. Giovanni e viceversa.	16	4	14	—	—	—	5	2	—	41
c) Umbertide-P. S. Giovanni e viceversa.	5	2	9	6	6	4	20	13	9	74
d) Facoltativi.	36	17	47	30	23	32	53	58	101	400
Numero totale dei treni.	813	707	824	1.047	1.063	1.204	1.132	1.125	1.131	9.046
Numero dei treni Kilometro.	31.288	27.992	31.813	35.854	37.462	38.990	41.115	40.385	40.633	325.532
Tonnellate kilometro reali.	3.376.824	3.047.372	3.530.766	3.979.852	4.011.340	4.095.728	3.894.584	3.691.356	3.573.072	33.000.894
complessive virtuali.	5.166.540	4.662.489	5.412.073	6.089.173	6.137.350	6.266.464	5.958.713	5.647.775	5.466.800	50.807.377
Energia monofase all'uscita dalla sottostazione di Marsciano:										(media)
Massima punta mensile kW.	1.150	1.300	1.300	1.400	1.150	1.250	1.400	1.390	1.400	1.295
Kilowatt-ora mensili.	119.700	110.400	113.800	122.900	122.200	114.500	135.800	132.700	134.800	1.106.800
Consumo in kWh all'uscita dalla sottostazione di Marsciano:										(media)
per tonnellate kilometro reali.	0,0354	0,0362	0,0322	0,0309	0,0304	0,0282	0,0348	0,0359	0,0366	0,0344
complessive virtuali.	0,0231	0,0236	0,0210	0,0202	0,0198	0,0185	0,0227	0,0234	0,0239	0,0216

e sulla diramazione, notevolmente accresciuti, si effettuarono mediante la trazione elettrica.

Non sono ancora disponibili sufficienti dati statistici sull'esercizio elettrico, specialmente per quanto riguarda le spese annue occorrenti alla manutenzione e riparazione dell'impianto e del materiale di trazione, cosicchè non è possibile giungere attualmente a conclusioni definitive sul rendimento economico di questo sistema di trazione.

Ci limiteremo pertanto a riassumere in alcune tabelle i dati statistici disponibili relativi alle percorrenze dei locomotori, al consumo di corrente, alle perdite di tensione ed al carico della sottostazione nei primi nove mesi dell'anno 1922 (i dati per l'anno 1921 sono incompleti ed il traffico in tale anno fu notevolmente inferiore), facendoli seguire da alcune brevi considerazioni: (Vedi Tabelle I e II).

Si espongono ancora i dati informativi seguenti:

a) Il rendimento globale dell'impianto dalla presa di corrente trifase 6000 volt all'uscita del monofase 11000 volt a Marsciano, comprendente tutte le perdite di trasformazione e la perdita sulla linea trifase a 42000 volt risultò del 50 % al principio dell'anno 1921 e progredì al 54 % in seguito alla migliore utilizzazione della sottostazione; nel mese di settembre 1922 il rendimento subì un nuovo aumento fino al 60 % circa per una erogazione massima a Marsciano di 1400 kW ed è lecito presumere che il valore di tale rendimento potrà ancora aumentare quando l'esercizio ferroviario avrà raggiunto il suo massimo sviluppo.

b) La caduta di tensione sulla linea di contatto risultò del 5% circa per un carico di soli 500 kW alla sottostazione ed aumentò al 15 % quando il carico raggiunse i 1400 kW. Durante una prova di carico dei gruppi rotanti di Marsciano, con cinque treni in marcia sulla linea principale ed un treno in salita sulla diramazione e con una punta massima a Marsciano di circa 1750 kW, la perdita di tensione risultò, a Terni, di circa il 19 %, valore che può ritenersi un massimo.

Tale risultato è certamente soddisfacente quando si consideri che esiste una sola stazione di trasformazione a metà linea e che il filo di contatto ha la sezione ridotta ed uniforme di 65 mm².

c) Il cos φ per la corrente monofase risultò di 0,50 per un carico di 400 kW alla sottostazione mentre aumentò a 0,60 ed a 0,64 per carichi rispettivamente di 800 kW e di 1200 kW; anche questi risultati sono soddisfacenti, tenuto calcolo che il carico dei motori non ha ancora raggiunto il massimo previsto.

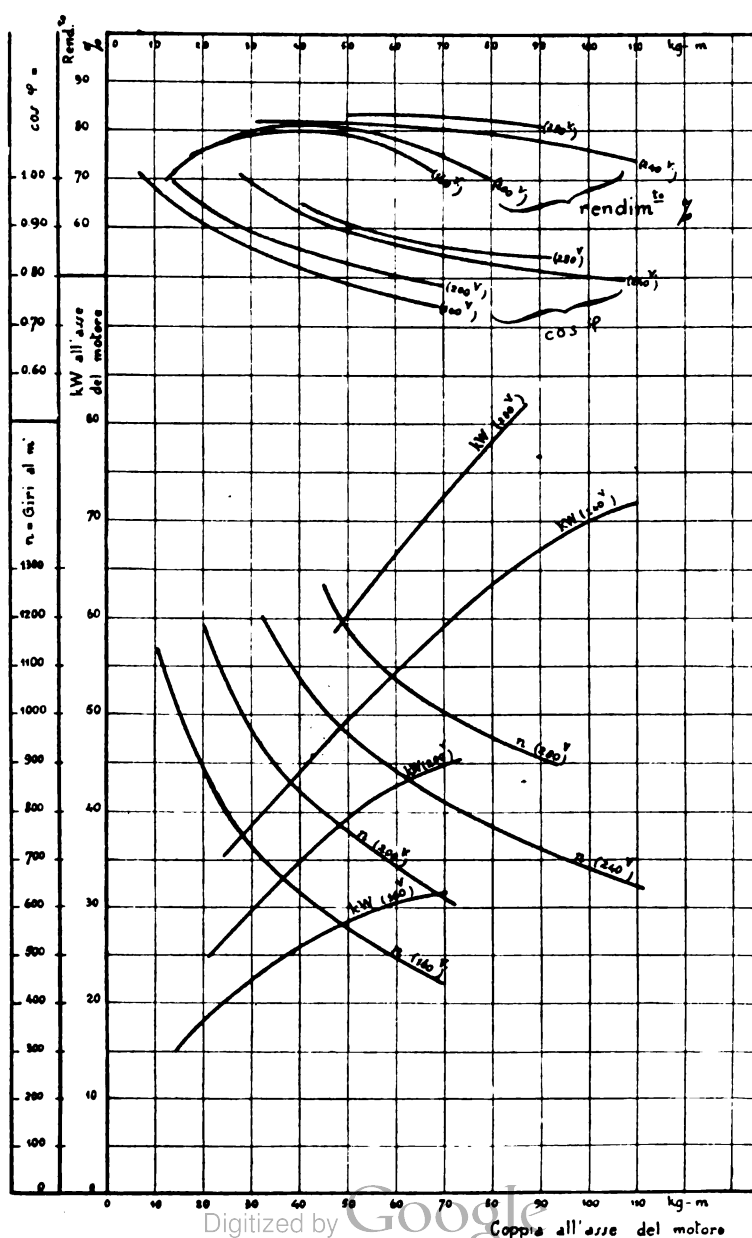
Per quanto riguarda i consumi di energia monofase indicati nella tabella II, occorre osservare che i dati ivi esposti si riferiscono a tonnellate-chilometro complessive, ivi compreso cioè il peso dei locomotori. Volendo ottenere il consumo di corrente per tonn-km rimorchiata, reale o virtuale, occorre moltiplicare le cifre della tabella per il coefficiente medio di 1,60; in tal caso si ottiene un consumo medio di 52 watt-ora circa per tonn-km rimorchiata reale e di 34,5 watt-ora circa per tonn-km rimorchiata virtuale. Si deve altresì prendere nota che i consumi medi indicati nella tabella II vennero dedotti dai treni chilometri complessivi effettuati tanto sulla linea principale quanto sulla diramazione; ma poichè quest'ultima ha una pendenza del 60 per mille ed il consumo di energia raggiunge in salita i 170 watt-ora circa per tonn-km reale ed in discesa i 10 watt-ora (media

TAVOLA V.

FERROVIA CENTRALE UMBRA

Caratteristiche del Motore MT. 142

D.S. TC-ASP



90 watt-ore), ne risulta che il consumo medio da imputarsi esclusivamente alla linea principale deve subire una notevole riduzione; ed è presumibile che tale consumo potrà ulteriormente ridursi col progressivo miglioramento dell'esercizio.

*

Conclusioni. — Mentre si attendono con interesse i risultati di un più lungo periodo di esercizio elettrico sulla ferrovia Centrale-Umbra, è legittima la fiducia che i risultati medesimi abbiano a riuscire incoraggianti e soddisfacenti.

Non si ritiene il caso di istituire dei confronti con la trazione a vapore o con altri sistemi di trazione elettrica perchè, come si disse, i dati attualmente disponibili sulle spese di esercizio e di impianto sono insufficienti ed incerti, anche a motivo della continua variabilità dei prezzi, persuasi del resto che tutti i sistemi possono essere impiegati con vantaggio e con successo quando rispondano alle speciali caratteristiche della linea ed alle esigenze dell'esercizio e quando gli impianti sieno ben studiati e ben costruiti ed il servizio elettrico venga affidato a personale esperto e coscienzioso.

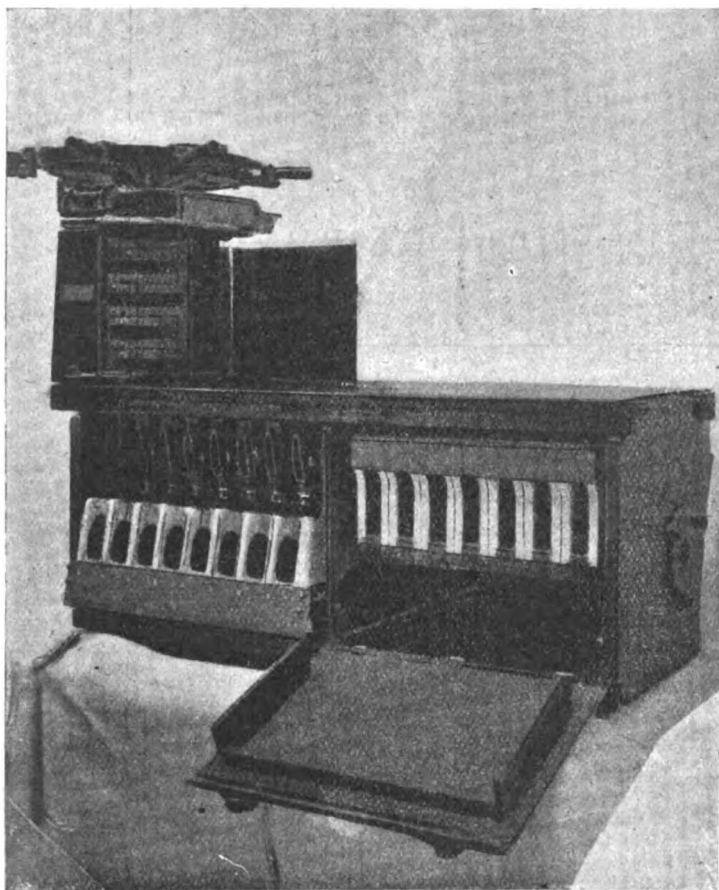


Fig. 12. — Contattori.

Ci è parso in ogni modo opportuno di dare una dettagliata descrizione di questo impianto eseguito di recente in Italia mentre la trazione monofase continua il suo sviluppo nell'Europa Centrale e del Nord, in modo speciale nella vicina Svizzera la quale ha applicato con fiducia tale sistema a molte linee importanti di medio e di grande traffico ed ha già sostituito la locomotiva a vapore col locomotore elettrico monofase sul Gottardo fino ai confini d'Italia.

*

L'impianto di elettrificazione della Centrale-Umbra venne in gran parte eseguito nel periodo della guerra; lo studio e la costruzione del macchinario elettrico e dell'intero impianto è opera di personale italiano, ad eccezione di una piccola parte dell'apparecchiatura elettrica delle sottostazioni e dei locomotori (apparecchi di misura, interruttori, controller) che venne ordinata in America.

La Società per le Strade Ferrate del Mediterraneo, come si disse, incaricò dello studio del progetto la Società A. E. G. Thomson-Houston ed alla medesima affidò altresì la esecuzione dell'impianto di elettrificazione della Centrale-Umbra. In linea di fatto lo studio dei dettagli e la costruzione dell'impianto elettrico furono poi eseguiti dalle Società Galileo Ferraris, Franco Tosi, indi dalla Compagnia Generale di Elettricità; mentre allo studio ed alla costruzione della parte meccanica dei locomotori attese la Società Ernesto Breda.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Tariffe in base al fattore di potenza.

Riceviamo :

Padova, 11 luglio 1923.

Spett. Redazione dell'Elettrotecnica,

Scorrendo i verbali della XXVII riunione sociale, comparsi negli ultimi numeri dell'Elettrotecnica, ho visto un cenno sugli studi da me fatti di una tarifficazione che tenga conto del fattore di potenza.

Effettivamente è stata applicata, dietro mio suggerimento, fino dal principio del 1920 una tarifficazione empirica che tiene conto del fattore di potenza, in modo da corrispondere alle particolari condizioni degli impianti del Gruppo Società Adriatica, e i buoni risultati dell'applicazione fattane fino da allora mi consigliarono uno studio più profondo, sia per una valutazione più generale e precisa nel caso di fattore di potenza in ritardo, sia per la valutazione dei benefici arrecati dal funzionamento anche a vuoto dei sincroni, in modo da stabilire con sicurezza a priori la convenienza o meno.

Naturalmente una Società di esercizio ha interesse di fare studi principalmente per applicarne le conseguenze per conto proprio. Ma ciò non toglie che fosse già mio proposito di rendere pubblici questi miei studi, anzi sto preparando un riassunto per l'Elettrotecnica, che spero assai prossimamente inviare, e così spiegare i concetti informatori e le particolarità pratiche della tarifficazione detta, la quale ha la sanzione pratica di parecchi anni.

Credo però sia il caso di dire subito che non tanto mi sono preoccupato della parte formale, quanto della corrispondenza numerica degli aumenti o sconti a quei valori che presumibilmente corrispondono alle particolari condizioni degli impianti.

Così le variazioni avvengono secondo i due elementi fondamentali, e cioè secondo le perdite nelle linee e secondo l'impegno d'impianto — ossia secondo i kVA di distribuzione necessari a distribuire un kW ai vari fattori di potenza — elementi che per mezzo del rapporto del costo di produzione del kWh al costo di distribuzione del kW possono essere conglobati, poichè tanto l'uno che l'altro sono funzioni della tangente dello spostamento di fase.

Infatti dagli studi detti si conclude che la variazione delle perdite P nelle linee riferita all'utenza che preleva l'energia con spostamento di fase φ'' invece che φ' è, esprimendo con φ lo spostamento di fase originario nelle linee, data dalla :

$$2 \operatorname{sen} \varphi \cos \varphi P (\operatorname{tg} \varphi'' - \operatorname{tg} \varphi')$$

e cioè per i casi pratici ($\cos \varphi$ da 0.8 a 0.6) semplicemente dalla

$$P (\operatorname{tg} \varphi'' - \operatorname{tg} \varphi')$$

e la variazione dell'impiego è data dalla

$$\operatorname{sen} \varphi \cos \varphi (\operatorname{tg} \varphi'' - \operatorname{tg} \varphi')$$

e cioè, analogamente a prima, nei vari pratici dalla

$$0,5 (\operatorname{tg} \varphi'' - \operatorname{tg} \varphi')$$

Tenendo poi conto del rapporto prima detto tra il costo di produzione e il costo di distribuzione della energia, e tenendo conto delle ordinarie perdite di energia dalla produzione alla consegna — comprese tra il 20 e il 40 % della energia consegnata — la variazione dei due elementi si può come prima detto conglobare in una variazione unica, gravante su ciascun kWh consegnato alla utenza, data mediamente per le normali utenze dalla

$$0,45 \operatorname{tg} \varphi'' - \operatorname{tg} \varphi')$$

Questa legge nei casi di carico equilibrato, come normalmente si ha per la forza motrice, praticamente si può applicare moltiplicando le registrazioni di un contatore monofase inserito sulla fase ($\varphi - 30^\circ$) per il coefficiente

$$1 + \frac{\cos (\varphi + 30^\circ)}{\cos (\varphi - 30^\circ)}$$

e questo è il sistema generalmente seguito.

Gli stessi studi fanno poi vedere che globalmente nei casi normali l'energia reattiva fornita alle reti da un sincrone può essere considerata equivalente a circa un terzo di energia reale e precisamente agli effetti economici ogni kWh reattivo può essere considerato equivalente a 0.35 kWh reale.

In ogni modo gli studi fatti permettono di calcolare caso per caso il sincrone di massima convenienza sia nei riguardi delle perdite ohmiche in se, sia dell'impiego in se, e sia del beneficio economico risultante da essi.

Ho creduto opportuno dire subito tutto questo sia perchè il criterio da cui sono partito fu quello di vedere quale poteva valutarsi di fatto l'influenza del fattore di potenza sui due elementi principali della distribuzione dell'energia (a prescindere del tutto dalle influenze sulle perdite dei generatori perchè piccole di fronte al resto), e non cercare

una variazione teorica lasciando indeterminato quanto all'esercizio principalmente interessa, e sia perchè i miei studi conducono a una tarificazione basata sulla tangente, e non sul coseno, cosicché essa è applicabile esattamente per mezzo dei due soliti contatori monofasi (bastando moltiplicarne le registrazioni per opportuni coefficienti) senza particolari disposizioni e senza equivoco sia per la energia utilizzata con fattore di potenza in ritardo, che in anticipo. Solo per considerazioni di altro genere si devono distinguere i casi di fornitura con fattori di potenza uguale o peggiore di quello contrattuale (utenza normale) da quello di forniture con fattore di potenza sensibilmente migliore di quello contrattuale (utenza speciale).

E poichè siamo nell'argomento credo utile accennare al modo da me usato — qualora non fosse già noto — di decidere con facilità se la fornitura avviene con fattore di potenza in ritardo o in anticipo, caso che per stabilimenti con alternatori in parallelo e posti lontano dal luogo della misura e con essa non in diretta comunicazione, può creare seri dubbi.

Il metodo consiste nell'inserire nel circuito voltmetrico di ciascuno dei contatori monofasi principali di misura ⁽¹⁾ in una resistenza ohmica la quale anticipa la tensione agente sull'equipaggio e quindi se la corrente è in ritardo ne aumenta il ritardo, mentre se è in anticipo ne diminuisce lo sfasamento.

Sistema analogo si può usare con wattmetri elettrodinamici, inserendo invece una resistenza induttiva (bobina di contatore) nel qual caso se la corrente è in ritardo si misurerà un fattore di potenza migliore che senza l'autoinduzione.

Questo metodo, semplicissimo nella pratica, bastando vedere se cresce o diminuisce il rapporto tra l'indicazione relativa alle due fasi, mi ha dato sempre ottimi risultati.

Ing. G. FRANCAZANI.

(1) Le installazioni normali da me adottate per la misura delle forze motrici contengono sempre due monofasi con inserzione, normale, e altre di controllo con diversa inserzione, per esempio colle tensioni in quadratura, donde, se tutto è regolare, la differenza delle registrazioni dei due principali è uguale praticamente a quella del contatore in quadratura; oppure un trifase inserito per es. sulle fasi 1 e 3 colle voltmetriche alimentate rispettivamente da 1-3 e da 3-1 (anzichè come d'ordinario da 1-2 e da 2-3). Questo sistema di controllo ha dato risultati insperati.

* *

Malinconie statizzatrici

Riceviamo:

Spettabile Redazione dell'Elettrotecnica,

A proposito del commento redazionale apparso recentemente sull'evoluzione degli impianti elettrici (v. n. 20, pag. 449) non disturbo i Colleghi per dolermi dell'Impresa Elettrica, anche se avrei preferito, che i miei egregi Contraddittori fossero discesi dalla loro rocca nella nostra arena.

Devo però dolermi dell'intenzione manifesta di dipingermi come un nemico dichiarato degli Esercenti, accusandomi perfino di dissimulazione; il problema attuale degli impianti elettrici è troppo delicato e complesso, perchè debba meravigliare una diversità di opinioni anche profonda.

Non credo affatto di aver dissimulato, se, esaminando il problema, sono arrivato in sostanza alla conclusione, bande del resto per ogni spirito indipendente, che l'attuale monopolio, anche se privato, non è l'organismo più adatto a promuovere efficacemente i consumi.

Appunto per favorire provvisoriamente comunque il maggior sviluppo degli impianti elettrici sono tra i firmatari dell'Ordine del giorno della Sezione di Roma (v. pag. 475), che non potrebbe certo essere firmato da un avversario per partito preso degli Esercenti.

Una discussione utile potrebbe avvenire sui rimedi, e di questa, anche sulla base di altre proposte, che però non rafforzino il monopolio, non ho visto traccia, poichè non mi pare che sia un rimedio il rinunziare, come vorrebbe in sostanza l'Impresa Elettrica a quel migliore accertamento delle nostre forze idrauliche, che si riassume nel loro catasto, e men che meno l'impedire materialmente la diffusione delle mie idee.

Mi auguro, che queste righe contribuiscano a ricondurre la polemica sul suo naturale terreno.

Distinti saluti.

G. REVESSI.

Abbonamenti per Laureandi Ingegneri

È aperto un abbonamento speciale all'Elettrotecnica per il corrente 1923 (annata completa) al prezzo ridotto di L. 40,— per gli studenti regolarmente iscritti all'ultimo anno della Scuola di Ingegneria del Regno.

Gli studenti che desiderano abbonarsi devono inviare cartolina vaglia all'Ufficio Centrale con una dichiarazione della Direzione o di un Professore della Scuola da cui risulti la loro qualità di Laureandi Ingegneri.

:: SUNTI E SOMMARI ::

MATERIALI.

A. PORTEVIN — Il magnesio e le leghe ultra-leggere. (Le Génie Civil, Vol. 82, N. 19, 12 maggio 1923).

Alla formazione delle leghe ultra-leggere (densità inferiore a 2) il solo metallo che si presti è il magnesio (densità = 1,72). La produzione industriale del magnesio, presentemente, è dovuta:

— alla «Société d'Electro-Chimie et d'Electro-Metallurgie» in Francia;

— alla «Magnesium C. Ltd» in Inghilterra;

— alla «Chemische Fabrik Griesheim Elektron» in Germania.

Il metallo è ottenuto per elettrolisi di un miscuglio fuso di cloruro di magnesio e di cloruro di potassio.

Le leghe ultra-leggere presentemente in uso sono quelle ternarie di magnesio-zinco-alluminio. Tali leghe raggiungono delle resistenze da 25 a 40 kg./mm², con limiti di elasticità vicini ai 15 kg./mm² e allungamenti di rottura dal 10 al 15 %.

Considerando il problema generale dell'alleggerimento di una trave, dallo studio del comportamento di travi di vari metalli aventi sezioni geometricamente simili, si arriva a concludere che vi sarà guadagno in peso:

1. — Se il cubo del rapporto delle densità è maggiore od eguale al quadrato del rapporto dei limiti di elasticità, supponendo le sollecitazioni limitate dai soli limiti di elasticità;

2. — Se il quadrato del rapporto delle densità è maggiore od eguale al rapporto dei moduli di elasticità, supponendo le sollecitazioni limitate dai soli moduli di elasticità.

Per le leghe ultra-leggere, la cui densità è il quarto di quella degli acciai, basta, perchè vi sia alleggerimento, che i loro limiti di elasticità siano superiori all'ottavo di quello degli acciai, ed i loro moduli di elasticità al sedicesimo di quello degli acciai.

Da ciò risulta evidente:

— la parte preponderante della densità;

— la parte limitativa dei moduli: perchè vi sia eguale sicurezza, bisogna che il cubo del rapporto dei moduli sia eguale alla quarta potenza del rapporto dei limiti di elasticità.

Il miglioramento dei moduli è un problema molto più difficile che non il miglioramento delle altre caratteristiche meccaniche: resistenza, limite di elasticità e durezza.

Nei metalli puri il modulo di elasticità appare come funzione della dispersione atomica espressa dal volume atomico (quoziente del peso atomico per la densità).

Nelle leghe binarie, secondo gli studi dello Chevenard, la variazione del modulo di elasticità, in funzione della concentrazione, non sembra discostarsi dalla legge lineare ed è quasi indipendente dalle modificazioni strutturali. Le altre proprietà meccaniche: resistenza, limite di elasticità e durezza, sono influenzate dalla costituzione chimica e dalla struttura; è relativamente facile quindi ottenere, per tali ultime caratteristiche, miglioramenti che superano quelli calcolati con l'applicazione della regola dei miscugli.

Per accrescere il modulo dei metalli leggeri non c'è altro mezzo invece che mescolarvi metalli di elevato modulo i quali sono però tutti molto densi. La condizione della piccola densità appare pertanto come limitativa dell'aumento del modulo.

Attualmente si può prevedere che il glucinio (metallo le cui proprietà meccaniche sono ancora sconosciute) possedendo, in ragione del suo debole volume atomico e della sua alta temperatura di fusione, modulo di elasticità e resistenza considerevoli pur avendo una densità all'incirca eguale a quella del magnesio, riesca singolarmente interessante come metallo da unirsi al magnesio.

Riassumendo si può concludere:

1. — Le leghe ultra-leggere, con le caratteristiche meccaniche che oggi posseggono, presentano considerevole vantaggio dal punto di vista dell'alleggerimento delle costruzioni.

2. — È illusorio cercare di accrescere la resistenza ed il limite elastico di queste leghe, fino a tanto che non sarà possibile aumentarne i moduli di elasticità.

3. Le possibilità di aumentare sufficientemente i moduli delle leghe ultra-leggere appaiono molto limitate. f. t.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

J. H. MORECROFT — Resistenza e capacità a frequenze r. t. di diversi tipi di bobine. (Inst. Radio E., agosto 1922, Vol. 10, N. 4, pag. 261).

L'A. espone i risultati di una numerosa serie di misure fatte su vari tipi di bobine col metodo della variazione di resistenza. Il circuito di misura è schematicamente rappresentato in fig. 1, in cui con E è indicato un generatore di oscillazioni persistenti, con L la bobina sotto prova, con R una resistenza antinduttiva variabile e tarata, con C un condensatore variabile, con B una coppia termoelettrica e relativo galvanometro.

La bobina L è induttivamente accoppiata col generatore con accoppiamento sufficientemente lento per rendere trascurabile la sua reazione sul generatore stesso. Dai due valori di corrente e quindi dalle due indicazioni della coppia corrispondenti a due diversi valori di R , essendo il circuito in risonanza col generatore, si ricava, con una formula semplicissima, il valore della resistenza totale di esso e quindi, per differenza, anche quello della bobina. È necessario pertanto preventivamente determinare il valore della resistenza della coppia e del condensatore. Per la coppia l'A. ha assunto, data la piccolissima sezione del filo scaldatore, il valore ricavato da una misura fatta con corrente continua; per il condensatore ha proceduto a una misura diretta, sempre col metodo della variazione di resistenza, paragonandolo con altro condensatore ad aria espressamente costruito e di cui ha ritenuto trascurabili le perdite e quindi nulla la resistenza in serie equivalente. Da tale misura è risultato che, per una data frequenza, la resistenza in serie da attribuirsi al condensatore diminuisce rapidamente all'aumentare della capacità c , per una data capacità, diminuisce con l'aumentare della frequenza.

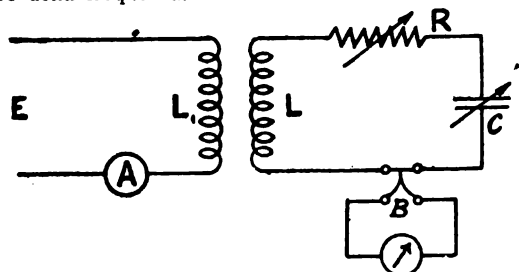


Fig. 1.

Come generatore di oscillazioni persistenti l'A. ha usato un apparecchio a due triodi da 5 watt funzionanti in parallelo, mediante i quali ricavava una corrente oscillatoria variabile da 1 a 3 ampère, con lunghezze d'onda comprese fra 100 e 4000 metri. Per onde inferiori a 100 metri fu necessario cambiare opportunamente l'installazione sperimentale. L'accoppiamento fra L_1 ed L_2 era fatto variare avvicinando o allontanando le due bobine ed era regolato in modo da poter utilizzare la stessa coppia termoelettrica e lo stesso galvanometro per valori di resistenza compresi fra 3 e 150 ohm. La resistenza della coppia risultò di 1,3 Ω . La corrente indotta in L fu mantenuta al di sotto dei 50 milliamperè.

I primi risultati della misura si riferiscono ad alcune bobine di costruzione poco diversa dall'una all'altra, sperimentate con frequenze variabili fra zero e 10^6 periodi al secondo. Tali bobine erano avvolte con un'unico strato e su forme ottagonali di legno secco; un controllo fu fatto per verificare che la resistenza misurata era unicamente dovuta alla resistenza ohmica dell'avvolgimento ed erano trascurabili le perdite per isteresi dielettrica e per dispersioni attraverso la forma stessa di legno che serviva di supporto. I risultati ottenuti sono riportati in fig. 2, la quale si riferisce a 4 bobine costruite con filo pieno di rame;

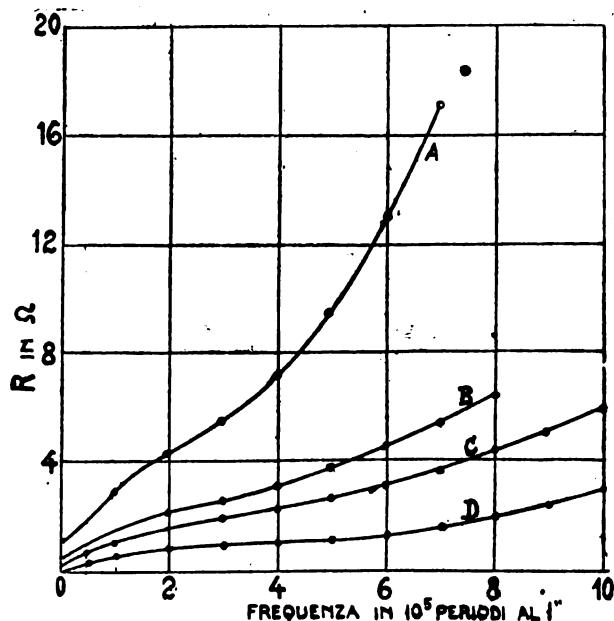


Fig. 2.

la lunghezza assiale di ciascuna bobina era di 10 cm e il diametro di 10,5 cm.

I dati relativi a ciascuna delle quattro bobine sono i seguenti:

Curva A	96	spire di filo del diametro di 0,031 cm	$L = 614 \mu H$
B	16	" " " " " " " "	$L = 278$
C	14	" " " " " " " "	$L = 202$
D	11	" " " " " " " "	$L = 97$

In un filo rettilineo il rapporto fra la resistenza con corrente alternata e quella con corrente continua, secondo il Cohen, varia con la radice quadrata della frequenza e sarebbe da supporre che lo stesso all'incirca dovesse essere per fili avvolti a spirale. La fig. 2 invece dimostra come, per le bobine, la variazione di resistenza con la frequenza abbia un andamento tutto suo particolare; cresce da prima rapidamente, poi lentamente e poi di nuovo rapidamente.

Il primo rapido aumento, quello cioè che si verifica per frequenze fino a 200.000 è probabilmente dovuto all'addensarsi della corrente nella parte di superficie del conduttore che è rivolta verso l'interno del solenoide e ciò è confermato dal fatto che in tale gamma di frequenze si osserva anche una diminuzione dell'autoinduzione della bobina.

In fig. 3 sono riportati i valori di resistenza di tre bobine simili fra loro, di cui però una costruita con filo pieno e le altre due con

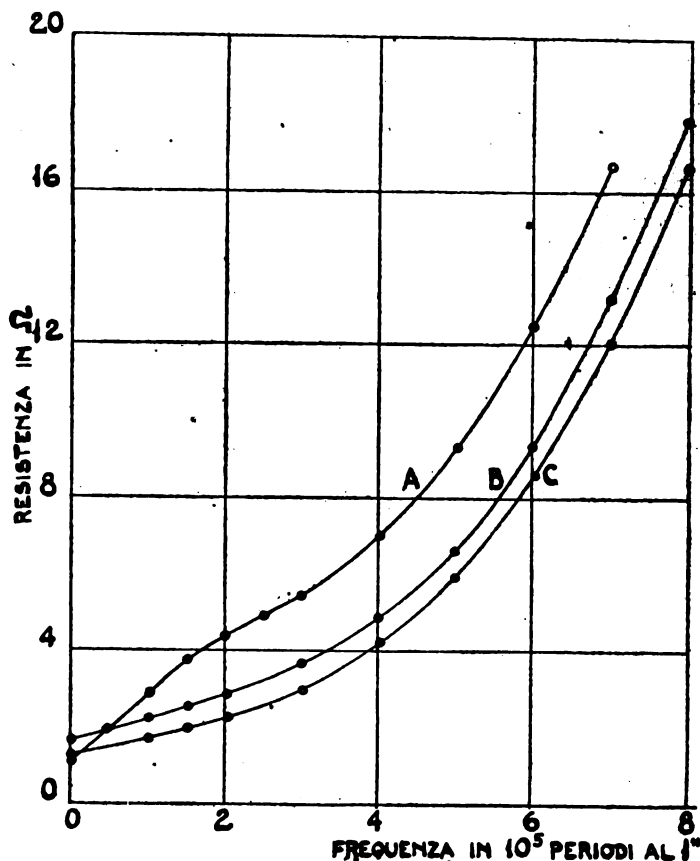


Fig. 3.

filo a più conduttori. Le due bobine A e C avevano all'incirca lo stesso valore di resistenza sotto corrente continua e servirono quindi bene a mettere in evidenza i vantaggi relativi degli avvolgimenti multifilari su quelli a filo pieno. La superiorità del cavo a 42 conduttori (curva C) aumenta dapprima rapidamente fino alla frequenza di circa 200.000, alla quale esso presenta una resistenza all'incirca metà di quella corrispondente al conduttore pieno; ma tale superiorità, contrariamente a quanto era forse da aspettarsi, diminuisce poi considerevolmente e alla frequenza di 800.000 cicli le due resistenze stanno nel rapporto da 1 a 1,36. È da ritenere che a frequenze ancora maggiori le due bobine finiscano per equivalersi.

I dati relativi a ciascuna delle tre curve sono i seguenti:

Curva A	96	spire di filo pieno del diametro di 0,031 cm	$L = 614 \mu H$
B	97	" " " " " " " "	$L = 640$
C	85	" " " " " " " "	$L = 495$

Si potrebbe forse obiettare che il rapido aumento di resistenza alle alte frequenze, che si rileva dalle curve della fig. 3, fosse dovuto, dato il metodo di misura adottato, agli effetti della capacità distribuita delle bobine. Ma tale obiezione non è valida nel caso sperimentato dall'A. dal momento che la lunghezza d'onda naturale delle diverse bobine era all'incirca di 3×10^6 periodi al secondo e quindi, anche a una frequenza di 10^6 , l'aumento apparente di resistenza per effetto della capacità distribuita sarebbe, secondo l'A., soltanto del 25 per cento; il rapido aumento di resistenza è quindi in massima parte dovuto esclusivamente alla disuniforme distribuzione della corrente attraverso la sezione del conduttore.

L'A. ha poi sperimentato su una serie completa di bobine per circuiti di sintonia d'aereo del tipo di quelli usati negli ordinari apparati ricevitori. I principali risultati sono riportati in fig. 4. Le bobine erano tutte costruite con cavo smaltato di 48 fili del diametro ciascuno di 0,01 cm avvolto in doppio e triplo strato, su forme circolari di asfalto compound del diametro di 0,5 cm. Tale asfalto, come risultò da prove ulteriormente fatte, aveva perdite per isteresi dielettrica trascurabili.

Le stesse bobine furono accuratamente essicate e laccate prima della misura. Dalle curve della fig. 4 è ricavata la fig. 5 che dà in funzione della lunghezza d'onda il modo di variare del rapporto fra reattanza e resistenza, quando si usi per ciascuna frequenza la bobina più adatta e si supponga di avere in circuito un buon condensatore. Sembra quindi che, con bobine ben costruite e per grandi lunghezze d'onda, la reattanza della bobina stessa possa essere circa 1000 volte più grande della sua resistenza e quindi il suo fattore di potenza possa scendere fino a 0,1 per cento.

È noto poi come, volendo realizzare piccoli valori di autoinduzione, non sia consigliabile servirsi di una grande bobina utilizzando una

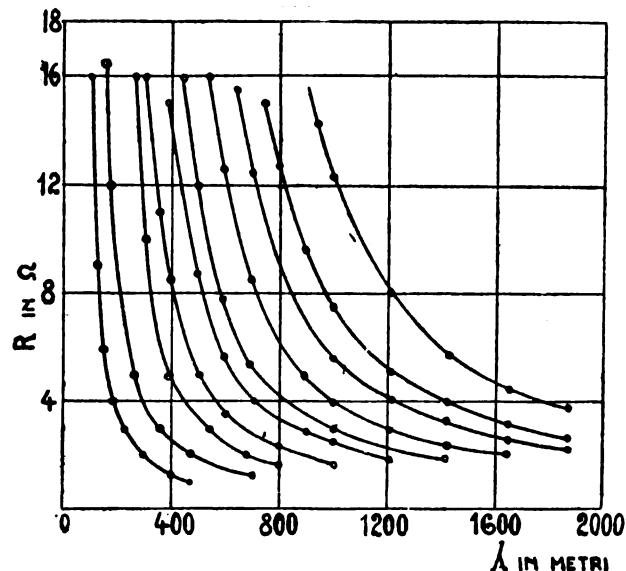


Fig. 4.

piccola parte di essa, a causa delle forti perdite che ne derivano. A dimostrazione di ciò l'A. ha ricavato le tre curve della fig. 6, le quali danno in funzione della lunghezza d'onda il modo di variare del rapporto tra reattanza e resistenza per tre bobine di cui una di 32 spire curva A, una di 22 spire curva C e una terza pure di 22 spire curva B, ma ricavata mediante una presa intermedia da quella di 32.

L'A. rileva anche come siano spesso messi in commercio apparati riceventi adatti per una estesa gamma di lunghezze d'onda, come per esempio fra 150 e 3000 metri; ciò è ottenuto sistemando in uno stesso apparato diverse bobine, di cui quella che viene usata per le lunghezze d'onde maggiori ha valori di induttanza spesso anche 30

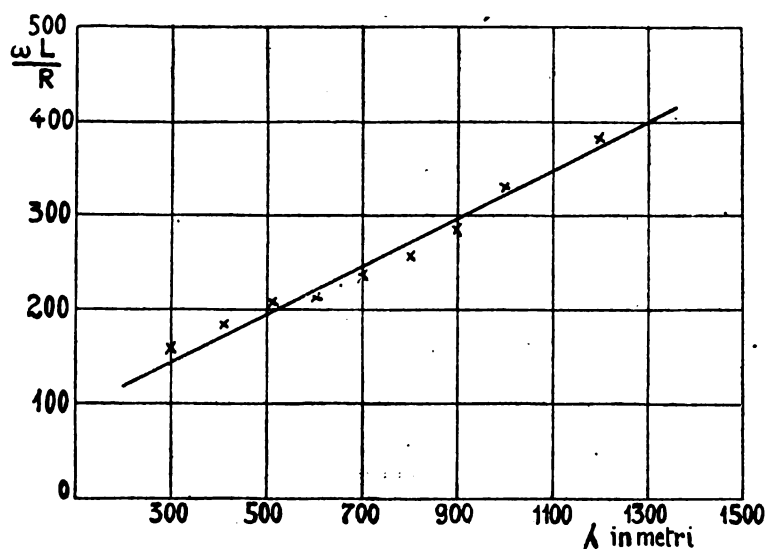


Fig. 5.

volte maggiori di quella che è invece usata per le onde più corte. Quando queste bobine vengono montate dentro lo stesso involucro si verifica alle volte che le più grandi, per la loro vicinanza alle piccole, causano in queste aumenti di resistenza di centinaia di ohm anche se completamente staccate e sconnesse. Il fatto è illustrato in fig. 7, in cui è riportato il risultato della misura di resistenza della bobina A, avvolta su di un tubo sul quale era pure avvolta un'altra bobina B a una distanza di circa 15 cm. Tale bobina aveva un valore di autoinduzione circa 20 volte maggiore di quello della bobina A e la sua lunghezza d'onda naturale era di 158 metri; come si vede dalla figura, per tale lunghezza d'onda, essa veniva a causare, a malgrado del suo accoppiamento molto lento, un aumento di resistenza di quasi 90 ohm nella bobina A. L'A. ha riscontrato che il fenomeno si manifesta in modo molto sentito in taluni apparati riceventi; bastano in questi alle

volte piccole variazioni di frequenza nei segnali in arrivo, perchè questi riescano o molto forti o appena percettibili.

Una bobina di autoinduzione, quando viene eccitata, crea intorno a sè, fra i diversi punti dell'avvolgimento, un campo elettrico e ne

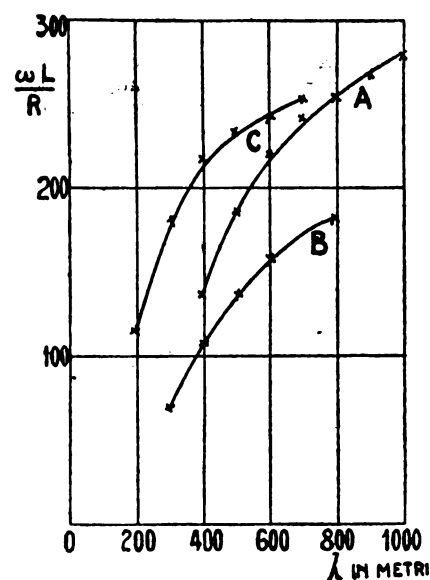


Fig. 6.

nasce in conseguenza la così detta capacità distribuita. Tale capacità è generalmente ritenuta costante al variare della frequenza e vien calcolata in base alla lunghezza d'onda naturale della bobina stessa e al

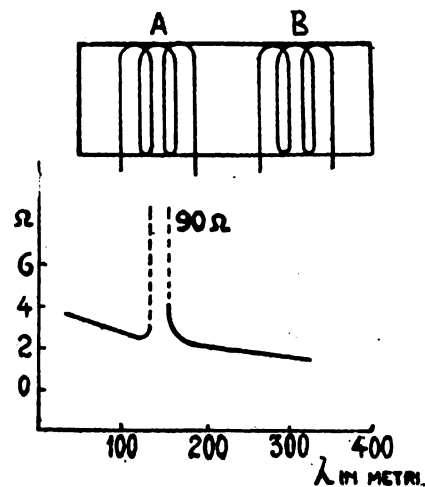


Fig. 7.

suo valore di autoinduzione misurato a bassa frequenza. G. Breit, in una nota pubblicata nella «Physical Review» (agosto 1921) espone una teoria, in base alla quale la capacità distribuita dei solenoïdi corti

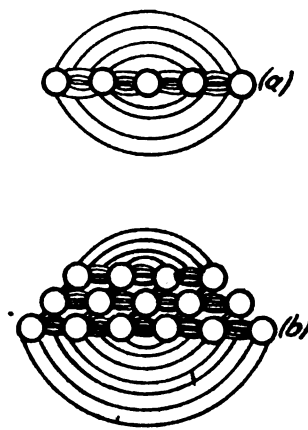


Fig. 8.

e a un solo strato, circondati da aria e liberi alle loro estremità, espressa in micro-microfarad, è data dalla formula $C=0,44 \frac{r}{\lambda}$ in cui il raggio r della bobina è espresso in cm. Questa formula non è risultata in accordo con le misure fatte dall'A., il quale ha riscontrato come sul valore della capacità distribuita influiscano le connessioni di

estremità, la lacca del rivestimento, la qualità del rocchetto su cui la bobina è avvolta, lo spessore dell'isolamento, ecc., e come in genere si abbiano valori di capacità all'incirca doppi di quelli dati dalla formula del Breit. La capacità poi, a pari valore di autoinduzione, aumenta considerevolmente quando si costruisca il solenoide a più strati e diminuisce coll'aumentare della lunghezza assiale dell'avvolgimento, ossia coll'aumentare del passo; e ciò si spiega facilmente, quando si pensi alla distribuzione del campo elettrico nell'interno della bobina come è indicato in fig. 8; tale campo si può dividere grossolanamente in due parti una interna e l'altra esterna all'avvolgimento. Per quanto riguarda il campo esterno la capacità varierà di poco col variare della lunghezza della bobina, mentre per quanto riguarda il campo interno essa sarà inversamente proporzionale a tale lunghezza, quando resti invariato il passo dell'avvolgimento. Per le bobine a più strati la capacità dovuta al campo interno costituisce una percentuale della capacità totale molto più forte di quello che non sia per le bobine a un solo strato ed essa quindi diminuisce in maniera più rapida con l'aumentare della lunghezza.

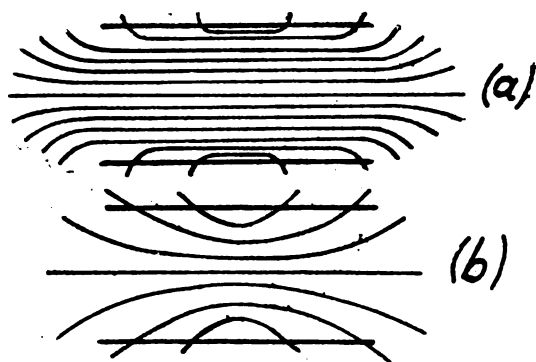


Fig. 9.

Quando la capacità distribuita di una bobina viene ricavata in base alla sua lunghezza d'onda naturale e ritenuta costante, si suppone implicitamente che anche l'autoinduzione non vari con la frequenza. In pari tempo si ammette che la distribuzione della corrente e del potenziale lungo la bobina stessa, quando essa oscilla sulla sua frequenza naturale sia sinusoidale.

Tali supposizioni non sono esatte e conviene quindi, volendo ricavare una espressione teorica sia della capacità sia dell'autoinduzione, considerare la cosa da un altro punto di vista e riferirsi all'energia dei due campi elettrico e magnetico. Volendo però calcolare il coefficiente di autoinduzione in base all'espressione $\frac{1}{2} LI^2$ e non essendo uniforme la distribuzione di corrente il valore di I da mettere a calcolo diventa più o meno indeterminato; sembrerebbe pertanto lo-

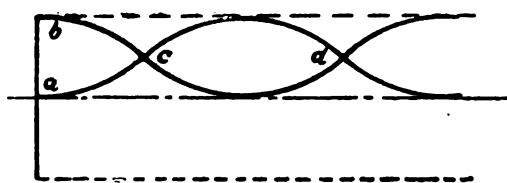


Fig. 10.

gico riferirsi al valore massimo di I . È evidente così che il valore di L varia moltissimo passando dalla bassa all'alta frequenza, come si rileva dalla fig. 9 in cui in (a) è rappresentata la figura del campo prodotta da un solenoide percorso dalla medesima corrente in ogni spira, come è il caso della bassa frequenza; in (b) la stessa figura quando si abbia la distribuzione di corrente che si verifica mentre la bobina oscilla sulla sua lunghezza d'onda naturale e si supponga il valore massimo della corrente uguale a quello costante che si aveva in (a).

L'energia del campo magnetico per il caso (b) è all'incirca soltanto $\frac{1}{2}$ di quella per il caso (a) per modo che L varia anche esso nel rapporto da 1 a $\frac{1}{2}$ per i due casi. Variando la distribuzione della corrente con la frequenza, varia conseguentemente la configurazione del campo elettrico e quindi anche la capacità distribuita.

L'A. riporta da ultimo i risultati di una serie di misure comparative di resistenza ad alta frequenza fatte su bobine di cavo multipolare e su bobine di filo pieno. Da esse si rileva come il vantaggio del conduttore multiplo nei riguardi delle perdite diventi trascurabile per lunghezze d'onda inferiori ai 400 metri. Ciò è dovuto al fatto che per il cavo a più conduttori alle frequenze più alte hanno preponderanza le perdite nel dielettrico, come è illustrato in fig. 10. In essa sono rappresentati due fili di un cavo che si avvolgono incrociandosi scambievolmente. Alle due estremità di sinistra i due fili sono saldati insieme e quindi necessariamente allo stesso potenziale. Quando si incrociano

in c il potenziale è evidentemente diverso, perchè la caduta di tensione nel tratto a è maggiore che nel tratto b ; il tratto a infatti è concatenato con un maggior numero di linee di flusso per il fatto che esso si concatena anche col flusso che si chiude nell'interno del cavo, mentre ciò non succede per il tratto b . L'isolante, a tale punto di incrocio, darà luogo a perdite per isteresi dielettrica ad alta frequenza e inoltre la corrente non si dividerà ugualmente fra i due fili, ma dai punti di incrocio come c e d tenderà a portarsi verso i fili esterni, cioè a lasciare alternativamente uno dei fili per portarsi nell'altro.

Alle frequenze estremamente alte l'interno del cavo non porterà che piccola parte della corrente e ciò anche se ciascun filo è isolato dagli altri, poichè interviene nei punti di incrocio l'effetto di capacità fra filo e filo. Le perdite nel dielettrico sono proporzionali al quadrato della differenza di potenziale che si verifica nei vari punti di incrocio dei fili e per una data frequenza la differenza di potenziale cresce al crescere della distanza fra i successivi punti di incrocio. Siccome poi il numero di incroci è inversamente proporzionale alla loro distanza, le perdite interne complessive variano in ragione diretta della distanza fra gli incroci.

U. So.

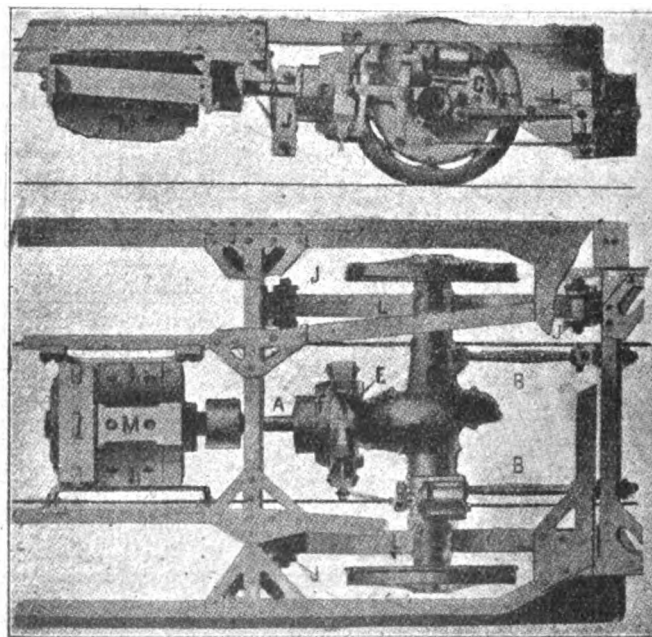
* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Vetture tramviarie leggere. (E. R. J., 2 dicembre 1922, pag. 872).

Con lo scopo di ridurre il peso delle vetture tramviarie e diminuire l'effetto degli urti, l'Ufficio studi della Società dei Trasporti in comune della Regione Parigina, ha ideato e fatto costruire una vettura tipo con 49 posti, e del peso di 12,7 tonn, cioè 235 kg per posto, mentre nelle attuali, che pesano 15,5 tonn, il peso per posto è di 286 chilogrammi. L'intelaiatura è semplicissima, può dirsi che manchi il « truck »; i due assi sono connessi, mediante sistema elastico di molle, al telaio inferiore che porta, rigidamente montati, i motori, che, per un'ora, possono fornire 33 kW ognuno. La figura mostra i particolari: A = asse longitudinale; B = connessione fra gli assi e il telaio; C = involucro dell'asse; E = regolatore a vite del freno a nastro; F = tamburo del freno; I = giunto elastico, con giuoco laterale; L = molle semi-ellittiche; M = motore.

Ogni motore mediante un asse longitudinale, fa ruotare un rocchetto conico, posto sulla mezzera della vettura; i rotismi sono chiusi in scatole ad olio che si estendono fino ai supporti dell'asse.



Caratteristica importante di questa vettura è la sospensione flessibile a molle combinate, ad elica e semi-ellittiche, calcolate così che l'inflessione sia poco oltre mm 8 per tonn. di carico e tali da difendere il corpo della vettura dagli urti laterali. La connessione fra le molle ellittiche e il telaio è fatto mediante sospensione che, in fondo è come una molla a balestra, e contiene anche una molla ad elica che assicura l'elasticità in senso verticale; è lecito uno spostamento laterale di mm 20. La forza massima per ricondurre la sospensione alla posizione verticale è di kg 2290. La vettura è provvista di freno a nastro, comandabile a mano o ad aria compressa i cui cilindri sono situati sull'involucro dell'asse. Il peso totale dei meccanismi di frenatura è di kg 408 mentre che nelle vetture in uso è di kg 1132-1494. Si può, poi, anche frenare con corto circuito o inversione di corrente.

Con l'adozione generale di questo tipo di vettura, ciò che agli stessi progettisti sembra prematuro, si risparmierebbero oltre 9 milioni di kWh all'anno, cioè 16500 tonn di carbone, grazie alla diminuzione di oltre 2,5 tonn del peso. Inoltre, essendo ridotto da 3,1 a 2,1 tonn il peso non sospeso, si ha minor logorio di rotaie, giunti e materiale mobile.

La nuova vettura può superare pendenze del 5,3 per cento, con carico di oltre 13 tonn; essa, partendo da ferma, al piede del pendio, ha raggiunto la velocità di 14,5 km all'ora, che si è ridotta ad 8 km con treno, vuoto, del peso di 25 tonn. I freni hanno dato buoni risultati; la vettura, in discesa a 24 km all'ora, su pendio del 2 per cento, è stata fermata in m 19.50. Col freno reostatico, per limitare la velocità oraria a circa 9,6 km su pendio del 3-5 per cento, occorre una resistenza di 6-7 Ω .

Come conclusione, si deve ritenere che, invece di seguire, nel progetto delle vetture tramviarie, la falsariga di quelle ferroviarie, come fatto finora, conviene tener presente la loro maggiore affinità con gli autobus e i progressi che nel campo automobilistico si sono conseguiti grazie all'uso di acciai speciali, metalli leggeri, piccoli motori ad alta velocità, ecc. Adesso a Parigi, il peso, per posto a sedere di una vettura tramviaria è di 1,7-2,6 volte superiore a quello di un autobus elettrico o a petrolio.

e. m. a.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Il Comitato Italiano di Radiotelegrafia scientifica e l'Esposizione di Padova delle applicazioni delle valvole joniche.

Avevmo già occasione di annunziare la costituzione, per iniziativa della R. Accademia dei Lincei, del «Comitato Italiano di Radiotelegrafia Scientifica», in seno al quale si sono formate delle Commissioni per lo studio di particolari gruppi di questioni.

La prima di queste Commissioni, che si occupa dei metodi di misura interessanti la radiotelegrafia, si è riunita a Roma il 1° agosto, presso la sede della Sezione dell'A. E. I., per intese riguardanti l'Esposizione che si terrà a Padova nel prossimo ottobre, in occasione del Congresso annuale della nostra Associazione, intorno alle applicazioni delle correnti elettroniche e ioniche.

Erano presenti, oltre il Presidente, Prof. Lori, i professori Bordoni, Di Pirro, Pession, Trabacchi, Vallauri, Vanni.

Il Prof. Lori, nel cui Laboratorio si terrà la esposizione, annunciò di aver già avuto importantissime adesioni di costruttori di materiale radiotelegrafico, fra cui quella della «Marconi Wireless T. Co., della «S.A.R.I.», della «Allocchio e Bacchini», della «Perego»; in occasione della Mostra avranno luogo numerose comunicazioni, già fissate, da parte del personale tecnico della R. Marina e del R. Esercito e, assai probabilmente, del R. Istituto Superiore Telegrafico e Telefonico.

Seguì una animata e cordiale discussione intorno al modo di rendere il più interessante possibile, sia dal lato tecnico che da quello scientifico, le sedute che si terranno a Padova, completandole mercé i mezzi sperimentali che in quella occasione si troveranno riuniti, con importanti esperienze di radiotelegrafia e di telefonia multipla, che saranno certo fra le maggiori attrattive del Congresso dell'A.E.I.

Si stabilì pure che la Commissione terrà in quei giorni una seduta nel cui ordine del giorno, fra altri argomenti, figurerà la elaborazione di un piano organico di ricerche riguardanti i metodi di misura e da compiersi — in collaborazione — fra i vari Laboratori scientifici nazionali; lo studio di alcune delicate questioni riguardanti certe definizioni fondamentali e la necessità di una unificazione nella terminologia radiotelegrafica in relazione al complesso lavoro, già compiuto dal Comitato Elettrotecnico Italiano, sul «Vocabolario Elettrotecnico».

Terremo certamente informati i nostri lettori del progressivo sviluppo della organizzazione della «giornata di Padova» del nostro Congresso.

*

Radiotelegrafia attraverso l'Atlantico (The Electrician, 19 gennaio 1923, vol. XC, N. 2331, pag. 58). — Importanti esperienze radiotelefoniche fra l'America del Nord e l'Inghilterra sono cominciate nel gennaio di quest'anno sotto la direzione del Dott. H. W. Nicholls dell'«American Telephone and Telegraph Co.» e del Signor H. T. Friis. La prova inaugurale fu fatta la notte dal 14 al 15 gennaio ed ebbe risultati pienamente soddisfacenti. Messaggi radiotelefonici mandati da New York furono ricevuti a New Southgate dove erano circa 60 ascoltatori fra le più alte notabilità del mondo radiotelegrafico, della stampa e delle Poste e Telegrafi inglesi. Le parole arrivarono nitide e chiare ed era perfettamente riconoscibile la voce di chi parlava al microfono. L'esperimento non è nuovo giacché fin dal 1915 comunicazioni radiotelefoniche furono ottenute da Arlington negli Stati Uniti a Parigi, Honolulu e Darien, con una potenza sull'antenna trasmittente di 5-10 kW. Tali comunicazioni però presentavano carattere di incertezza e furono possibili soltanto in condizioni ottime di atmosfera; esse quindi non poterono uscire dal campo puramente sperimentale. Sono noti inoltre i cosiddetti «freak signals» o segnali capricciosi, che sono alle volte trasmessi e ricevuti dall'America all'Europa con semplici apparati da dilettanti. Le esperienze iniziate quest'anno rivestono un carattere di particolare importanza e vanno distinte da tutte le altre fatte finora inquantochè esse sembrano decisamente provare come la radiotelegrafia a grande distanza possa essere adibita ad un vero servizio commerciale ed entrare a competere con la telefonia su fili.

La ricezione fu fatta a Southgate nelle officine della «Western Electric Co.»; la trasmissione proveniva dalla stazione di Long Island della «Radio Corporation» a Rocky Point e a questa, con cavo telefonico, i segnali giungevano dagli uffici dell'«American Telephone and Telegraph Co.» in New York. La distanza totale era di circa 3000 miglia su mare e 70 su terra per cavo. A diminuire l'importanza delle esperienze sono state fatte alcune critiche basate sul fatto che esse furono compiute nelle condizioni di tempo più favorevoli, cioè di notte e di inverno; ma, da quanto si riferisce, sembra provato che la trasmissione radiotelefonica può essere assicurata per 14 ore su 24. Comunque, tali prove sono state iniziate e continuano tuttora con lo scopo ben precisato di definire esattamente tutti gli elementi per il progetto di una stazione radiotelefonica ultrapotente dal punto di vista tecnico e commerciale. Le ricerche sono rivolte con speciale riguardo a stabilire quale debba essere, per una data distanza da coprire, la potenza necessaria sull'antenna trasmittente tenendo conto dell'intensità dei disturbi atmosferici nelle diverse ore del giorno e della notte e nelle diverse stagioni dell'anno. Il tipo più conveniente di generatore sembra debba essere il generatore a triodi, inquantochè si può con esso ampiamente e comodamente variare la potenza messa in giuoco variando il numero dei triodi funzionanti in parallelo; esso non costringe così alla installazione di costose unità che sarebbero destinate a rimanere inattive gran parte del tempo per entrare in funzione soltanto quando necessario per le condizioni sfavorevoli dell'atmosfera.

Il sistema adottato per la trasmissione e modulazione è quello già in uso presso la «American Telephone and Telegraph Co.» per la telefonia ad alta frequenza su fili. Una corrente ad alta frequenza che costituisce la cosiddetta corrente di supporto è modulata in funzione della voce di chi parla al microfono. È noto come la voce umana si possa ritenere essenzialmente costituita da una gamma di frequenze comprese fra qualche centinaio e circa 2000 periodi al secondo. Si dimostra allora come la corrente modulata risulti composta della frequenza fondamentale e di due bande di frequenza, di cui una compresa fra la fondamentale (cioè quella di supporto) e la frequenza superiore a questa di 2000 p. s., l'altra fra la fondamentale e la frequenza inferiore a questa di 2000 p. s. Tale corrente modulata è filtrata sulla bassa potenza in modo da arrestare completamente la frequenza di supporto e una delle due bande di frequenze e lasciar passare sull'antenna trasmittente, convenientemente amplificata, soltanto l'altra banda. Si ottiene così il duplice importantissimo risultato: 1) di disturbare su una gamma di frequenze molto ridotta; 2) di ridurre all'incirca a un terzo la potenza necessaria rispetto a quella che occorrerebbe qualora si facesse agire sull'antenna trasmittente tutta la corrente modulata. La potenza messa sull'antenna trasmittente a Rocky Point era di circa 60 kW che dava a New Southgate un campo elettrico di circa 100-150 μV per metro. La ricezione fu fatta su telaio generando di nuovo sul posto la frequenza di supporto, mescolando ad essa la banda di frequenza in arrivo e quindi raddizzando la corrente risultante. Una speciale installazione fu prevista per potere all'arrivo alimentare contemporaneamente una sessantina di cuffie telefoniche. L'apparato trasmittente usato è un apparato a triodi del tipo di quelli del Sig. Houskeeper della Western Electric Co. con raffreddamento ad acqua.

Le prove saranno continuate per parecchi mesi e per mezzo di esse si spera arrivare a una completa ed esatta conoscenza di tutto ciò che riguarda la trasmissione radiotelefonica a grande distanza, sia dal lato tecnico, sia dal lato economico e commerciale. U. So.

ELETTROFISICA.

Ricerche su onde elettromagnetiche molto corte. — È noto che coi tubi elettronici a tre elettrodi (triodi) è possibile produrre oscillazioni persistenti di svariata lunghezza d'onda; ma quando si vogliono ottenere onde molto corte, dell'ordine delle decine o delle unità di metri, si incontrano difficoltà pratiche notevoli dovute a varie cause, tra cui l'influenza che vengono ad assumere i conduttori di collegamento. Quest'ultimo inconveniente è eliminato mediante un dispositivo di F. Holborn (E. T. Z. 17 maggio 1923, vol.

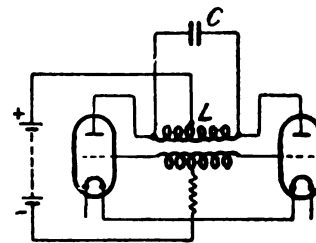


Fig. 1.

44 N. 20 pag. 465), rappresentato dallo schema in figura 1. In esso si utilizzano due triodi, con una disposizione perfettamente simmetrica. Tanto il circuito anodico, alimentato dalla apposita batteria, quanto quello di griglia, che contiene una resistenza di silite di alcune migliaia di ohm, sono collegati ai punti di mezzo delle induttanze accoppiate e cioè nei nodi di potenziale del sistema, così che la corrente oscillatoria non ha tendenza a penetrare in codesti circuiti. Per frequenze oltre 10^7 ossia per lunghezze d'onda infe-

riori a 30 m conviene disporre un condensatore anche ai capi della induttanza di griglia. Riducendo i due circuiti oscillatori a due semplici rettangoli di filo aperti, senza capacità concentrata agli estremi, si possono ottenere oscillazioni ancora abbastanza intense con lunghezze d'onda fra 8 e 3,5 m.

Con onde così brevi è stata fra l'altro eseguita la determinazione della costante dielettrica dell'acqua distillata, ottenendo il valore di 81,5.

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

Domenica 9 Settembre alle ore 8 del mattino, avrà inizio presso il R. Istituto tecnico Carlo Cattaneo un corso teorico-pratico serale-domenicale di radio-telegrafia e radio-telegrafia della durata di sei settimane.

Saranno concesse facilitazioni ai mutilati di guerra e agli impiegati delle amministrazioni statali.

Per le iscrizioni rivolgersi al laboratorio Radio, Via Capuccio N. 2, dalle ore 19 alle 20, e dalle 11 alle 12.

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

Il pallofono. — C. A. Hoxie ha dato questo nome, che secondo la sua etimologia greca vorrebbe dire apparecchio fonico a luce danzante, a una specie di microfono ottico, destinato, come tutti i microfoni, a trasformare le vibrazioni sonore nelle corrispondenti oscillazioni elettriche.

Un fascio luminoso, uscente da una lampadina, vien concentrato su un piccolo specchio che subisce i movimenti impressigli dalla membrana microfonica. Il raggio luminoso riflesso, concentrato sull'apertura di una cellula fotoelettrica, la illumina più o meno a seconda del modo di vibrare dello specchio e provoca vibrazioni di corrente che vengono poi opportunamente amplificate. Grandi cure sono state dedicate per ottenere un apparecchio microfonico leggerissimo, robusto, non selettivo e di grande sensibilità, specialmente adatto per le trasmissioni radiotelefoniche. Come cella fotoelettrica si usa un nuovo tipo della Gen. El. Co., non più basato come l'ordinaria cella al selenio su variazioni di resistenza metallica, bensì su variazioni di emissione elettronica e privo quindi di qualsiasi apprezzabile inerzia.

Se la voce od i suoni, in luogo di essere subito trasmessi, debbono essere registrati, il fascio luminoso vibrante, anziché sulla cella fotoelettrica è inviato attraverso una sottile fenditura su una pellicola fotografica mantenuta in moto uniforme a opportuna velocità. Questa stessa pellicola fatta poi scorrere tra un raggio luminoso fisso e la cella fotoelettrica permette di azionare l'amplificatore e di ottenere la esatta riproduzione acustica. (J. A.I.E.E. maggio 1923, vol. 42, N. 5, pag. 520).

:: Note Economiche, Politiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Elettrica Istriana — Pola — Capitale L. 3.000.000.

L'Assemblea ha approvato il bilancio dell'esercizio 1922 che si chiude in pareggio.

Società Generale Italiana Accumulatori Elettrici — Melzo — Capitale L. 4.000.000.

La Relazione del Consiglio di Amministrazione fa rilevare come, sebbene sull'esercizio chiuso al 31 marzo sia gravato il noto sciopero generale metallurgico, pure le ristabilite condizioni di regolarità abbiano successivamente permesso di migliorare l'andamento dell'esercizio. Il bilancio al 31 marzo chiude registrando un utile netto disponibile di L. 702.535. Viene distribuito agli azionisti un dividendo nella misura del 15 %.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. An. Idroelettrica Valle del Liri — Roma.

È stato deliberato dall'Assemblea dei Soci l'aumento del capitale sociale da L. 5.000.000 a L. 20.000.000 mediante emissione di 15.000 nuove azioni da L. 1000.

Società Elettro-Agricola — Roma.

Aumenta il capitale sociale da L. 30.000 a L. 500.000 mediante emissione di 470 azioni da L. 1000.

Società Sorrentina per Imprese Elettriche — Napoli.

Ha deliberato di aumentare il capitale portandolo a L. 500.000 per mezzo dell'emissione di 1000 nuove azioni da L. 250.

Società Trazione Elettrica Lombarda — Milano.

È stato deciso di aumentare il capitale sociale portandolo da L. 8.000.000 a L. 10.000.000 mediante emissione di 4000 azioni nuove da L. 500.

Soc. Italiana Veicoli Elettrici SIVE — Milano.

Aumenta il capitale elevandolo da L. 400.000 a L. 800.000 mediante emissione di nuove 400 azioni da L. 100.

COSTITUZIONI DI SOCIETÀ.

Soc. Impresa Elettrica Fiumicino (Isola Sacra) — Roma.

Si è costituita questa Anonima in Roma con capitale di L. 100.000 diviso in 200 azioni da L. 500.

Società Centrale per Distribuzioni Elettriche — Roma.

Si è costituita per produzione e distribuzione di energia elettrica a scopo di illuminazione e forza motrice. Il capitale è di L. 1.050.000 in 10.500 azioni da L. 100.

Fabbriche Elettrotecniche Riunite — Milano.

Si è costituita tale Anonima per l'industria, il commercio e la rappresentanza di apparecchi e materiali elettrici. Il capitale di L. 30.000 è diviso in 300 azioni da L. 100.

* *

Il timone della pericolante nave Europea non è più lasciato al beneplacito della Francia: altre mani poderose se ne sono impadronite e cercano con energica risoluzione di trarre fuori dal pelago di guai e di pericoli il nostro vecchio mondo.

L'Inghilterra toccata finalmente sul vivo dalle dannose ripercussioni che le sue industrie risentono dall'avventura Renana, ha finalmente capito che la posizione di aspettativa neutrale ed indifferente non era più sostenibile e si è decisa a rientrare con tutto il peso della sua autorevolezza nell'arringa Europea. Così l'iniziativa della risposta alleata alla Germania è stata sottratta di colpo alla Francia dalla decisa mossa inglese ed è stato impedito che un nuovo atto di precipitosa sconsideratezza rompesse, come già era successo nel caso della precedente nota tedesca, le ultime possibilità di una ragionevole via di uscita.

Certo l'azione inglese non può con tutta sicurezza ripromettersi un completo successo, data l'incoercibile cecità Francese; ma pur tuttavia essa ha il merito di far assumere chiaramente ad ognuno la propria posizione di responsabilità e di far ben intendere ai principali contendenti che non sono in gioco soltanto gli interessi ed i puntigli loro particolari, ma che oltre a questi e più ampiamente di questi sono dalla azione coinvolti e compromessi gli interessi di tutti i popoli europei, e la stessa compagine della civiltà Europea esauita ormai di lotte e di inquietudini.

Non si può allo stato attuale ancora prevedere a che risultati pratici l'iniziativa inglese possa condurre; ma certo si è che essa segna l'inizio di un periodo di chiarificazione e di risoluzione, al quale si dovrà pur pervenire anche a malgrado dei due contendenti.

Da parte Francese non si vuol scorgere alcun cenno di debolezza; d'altra parte il punto di vista inglese va alquanto più accostandosi a quello francese e si segnala una maggiore comprensione dello stato d'animo francese e della necessità che a questo popolo maggiormente colpito dalla guerra e maggiormente esposto ai pericoli di una ripresa Germanica, debbano venire assicurate condizioni di ristabilimento e di sicurezza per il futuro. Ciò che l'Inghilterra non può ammettere, si è lo schiacciamento della nazione tedesca e lo stabilirsi dell'egemonia industriale Francese; la stampa del Regno Unito parla già chiaramente della Francia come futura rivale economica ed è questo indubbiamente lo stimolo principale della rinnovata attività inglese per la risoluzione della tragica vertenza.

L'azione dell'Italia si accosta nettamente a quella inglese in quanto essa tende al ristabilimento della pace e dell'ordine, ma mantiene pur sempre una prima linea ben decisa nel senso di non sollevare dai suoi obblighi la Germania senza che corrispondente beneficio ne venga anche alle nazioni vincitrici. Il nostro Governo insiste perciò perché si mantenga il principio già altra volta accolto dell'accoppiamento della questione delle riparazioni con quella dei debiti interalleati. L'azione del Governo Italiana è seguita all'estero con grande attenzione e si notano dovunque espressioni di una nuova e più elevata valutazione del nostro Paese come elemento della vita Europea.

Nella Ruhr intanto le cose si fanno sempre più gravi moltiplicandosi gli attentati da una parte e le repressioni e le rappresaglie dall'altra. I Francesi continuano a confiscare e ad occupare, ma non pare che abbiano fino ad ora ritratto altro vantaggio che quello di un largo numero di miliardi di marchi carta, fantastica ricchezza che d'ora in ora sfuma tra le mani dei suoi possessori!

A Losanna si è chiusa finalmente la famosa Conferenza per la pace d'Oriente. Bene o male si è giunti ad un protocollo che stabilisce le condizioni di pace e che ha raccolto le firme delle Potenze e, ciò che più conta, degli interessati. Quale sia per essere nel prossimo avvenire il valore e l'efficacia di questo trattato nessuno può dire: certo la sorte dei suoi maggiori fratelli non fa molto bene prevedere anche per esso. Molto dipenderà dall'uso che il nuovo Governo Turco saprà e vorrà farne del conquistato riconoscimento della sua piena sovranità. La cosa ha un'enorme importanza per noi che avremo nella Turchia uno dei nostri più floridi e preferiti sbocchi per molte delle nostre industrie e che avevamo saputo con opera tenace stabilire in quei paesi una larga rete di opere e di interessi. Coll'abolizione delle capitolazioni tutto il vecchio stato di cose cade, e tutto è da riprendere da capo facendo i conti col diffuso senso di xenofobia conseguente al risvegliato nazionalismo eccitato dalla vittoria.

Non per furtiva coincidenza durante la chiusura della Conferenza di Losanna si teneva a Sinaia il congresso della Piccola In-

tesa. Questa è naturalmente interessata nel modo più diretto dal ritorno in Europa della Turchia, come pure dall'azione del nuovo Governo Bulgaro. Nel convegno di Sinaia si è poi parlato dell'Ungheria verso la quale pare si faccia strada una meno ostile considerazione. La importanza politica della Piccola Intesa va facendosi sempre maggiore coll'attrazione che essa sviluppa verso le altre minori nazioni confinanti e specialmente la Polonia e la Grecia.

*

La situazione economica Europea risente naturalmente, sempre maggiormente il pernicioso influsso del prolungarsi dello stato di inquietudine e di allarme.

In Inghilterra torna ad acuirsi il fenomeno della disoccupazione. Il mondo industriale è in vivo allarme. La situazione di stimolo che si era verificata nelle industrie britanniche all'inizio dell'azione nella Ruhr ha durato ben poco ed ha ceduto il posto ad una stasi perniciosissima; i mercati europei sono chiusi e le ordinazioni vengono disdette. Si prevede per l'inverno oltre un milione e mezzo di disoccupati. A complicare la cosa è venuto poi anche lo sciopero degli scaricatori dei porti che intralcia grandemente il commercio.

In Germania la situazione monetaria si è fatta di una gravità che sembra ormai inguaribile. Nessuno sa più quanti migliaia di milioni di marchi sieno in circolazione. La Riehs Bank non arriva a produrne abbastanza ed ha dovuto chiamare in aiuto altre otto stamperie; si stampano biglietti da 500.000 marchi e da un milione e pure non si arriva a soddisfare i bisogni del mercato. Il rincaro dei prezzi è fantastico ed incessante; molti negozi si chiudono, molti rifiutano di vendere a una moneta che non ha un valore definitivo. Si comincia ad abolire praticamente il marco esigendo soltanto divise straniere o merce in cambio; grandi preoccupazioni si nutrono per gli approvvigionamenti di viveri. La situazione monetaria è ormai poco diversa da quella Russa.

La Germania viene intanto spinta naturalmente verso la Russia colla quale cerca di intrecciare rapporti commerciali; si è così arrivati ad un accordo mediante il quale la Repubblica dei Soviet fornirà alla Germania 320.000 tonnellate di grano l'importo in marchi dei quali sarà speso dalla Russia in acquisto di merci tedesche. Questo accordo è stato reso possibile dalla migliorata situazione Russa: pare infatti che quest'anno ogni pericolo di carestia sia scongiurato e che resti anche disponibile un notevole quantitativo di grano per l'esportazione.

La Polonia vede la sua moneta continuare nella discesa disperata e pur tuttavia dichiara per bocca del suo ministro che essa « è costretta, da alleanze, a mantenere un esercito che inghiotte il 40 per cento delle sue entrate ». Esempio tipico della follia che affligge l'Europa.

L'attività del Presidente della Ceco-Slovacchia ha dato luogo a molteplici dicerie. Alcuni vogliono metterla in rapporto alla questione Renana; negli ambienti viennesi si asserisce invece che essa si ricollega ad un piano francese per una intesa economica fra la Ceco-Slovacchia, l'Austria e l'Ungheria. Le riforme finanziarie realizzate in Austria hanno avuto risultato tangibile; il Governo annuncia che il deficit è sceso da 38 milioni di corone oro, a 23 milioni e si prevede di ridurlo ulteriormente nel prossimo semestre fino a 13 milioni. Qualche allarme ha destato nel mondo commerciale l'annuncio di provvedimenti doganali in senso protezionista, si teme che ciò conduca a nuovi rincari dei prezzi.

La situazione è sempre grave e pericolosa in Jugoslavia per la latente ribellione croata. Ciò non impedisce a quel Governo di persistere nella politica degli armamenti, contraendo in Francia un debito di 300 milioni di franchi per armamenti! E ciò mentre il denaro passa, sulle Borse di Zurigo, da 6,20 a 5,80!

Meno peggio vanno le cose in Ungheria. Secondo dati ufficiali le esportazioni sarebbero in quest'anno in notevole eccedenza sulle importazioni. Il raccolto si annuncia favorevole; le industrie tessili e quella lamiera si sono largamente sviluppate negli ultimi tempi; la produzione del carbone è attualmente maggiore di quanto si sia mai verificato nel passato. Il Governo prevede un graduale sistemarsi e migliorare della posizione economica dell'Ungheria.

*

L'azione dell'Italia è intesa sempre non solo allo sviluppo della più grave questione politica della Ruhr, ma anche all'utilizzazione di tutte le possibilità economiche e commerciali che si vadano man mano presentando.

Nel nuovo regno di Arabia, che per tante ragioni ci interessa data la sua immediata vicinanza colle nostre colonie del Mar Rosso e dell'Oceano Indiano, ha suscitato simpatia per il fatto che l'Italia per prima in Europa abbia intrecciato relazioni ufficiali col nuovo Stato. Il rappresentante diplomatico dell'Arabia giunto nel mese di luglio a Roma ha espresso a Mussolini la soddisfazione del proprio Governo e il desiderio che presto si addingenga a larghe relazioni di affari con iniziative ed intraprese economiche e sociali italiane.

Con l'Albania può ormai considerarsi definito il Trattato di Commercio; si prevede che esso possa condurre ad un ampio sviluppo di affari fra i due Paesi. Nei dintorni di Vallona si procederà allo sfruttamento della zona petrolifera cui già durante la guerra si era rivolta la nostra attenzione. È previsto uno speciale accordo con-

lare. È grande interesse dell'Italia che l'Albania possa svilupparsi e costituirsi in un forte organismo politico ed economico.

La Russia ha nuovamente insistito per la ripresa degli scambi commerciali coll'Italia. Già sono in corso pel nostro paese notevoli spedizioni di rottami di ferro, di petrolio greggio, di antracite, legname, bozzoli, ecc. Il nuovo rappresentante commerciale in Italia della Repubblica Russa, ha avuto un lungo colloquio col Ministro Rossi ed ha prospettato il vivo interessamento del suo Governo per l'intensificazione del commercio italo-russo; ha fatto presente come si sia disposti a fare larghe concessioni agricole, forestali o minerarie al capitale straniero pur di richiamarlo in Russia. Il nuovo raccolto che si annuncia promettente permetterà di riprendere l'esportazione dei cereali. Anche le nostre esportazioni in Russia segnano una promettente ripresa specialmente per macchinario in genere, zolfi, agrumi, ecc. Giunge anche notizia che il Consiglio dei Commissari del Popolo ha ratificato fra molte altre concessioni, anche quella fatta a Cooperative Italiane per sfruttamento agricolo di vaste zone nella Russia Meridionale. È superfluo insistere sull'importanza enorme che potrebbe avere per noi una ripresa intensa della corrente di affari colla Russia, appena che le condizioni di quell'infelice paese divenissero tali da offrire il minimo necessario di sicurezza e di garanzie. Le vaste zone fertili e quasi disabitate potrebbero forse anche assorbire una larga corrente emigratoria compensandosi della chiusura dei paesi d'oltre mare.

A proposito dell'emigrazione, continuiamo a ricevere dagli Stati Uniti molte attestazioni di stima e di soddisfazione per l'alto valore complessivo della nostra massa emigratoria. Ma tutto ciò non giova a aprire il mercato nè ad aumentare la quota di emigranti assegnati. Vive conversazioni in merito seguono ininterrottamente fra i due Paesi, ma fino ad ora non ci è dato molto sperare. Certo è tuttavia che le vigenti restrizioni obbligandoci ad operare una accurata selezione, ci permettono di migliorare assai il tipo medio del nostro emigrato ciò che contribuirà ad elevare il nostro Paese nell'opinione pubblica di laggiù. È questo un fatto che non mancherà di produrre benefici frutti, e già se ne intravedono i primi segni.

Si hanno intanto i primi dati semestrali del movimento emigratorio. Nei primi sei mesi di quest'anno emigrarono circa 190.000 persone, di cui 125.000 sul continente e gli altri oltremare. Per questi ultimi la gran parte, ossia 45.225, la destinazione fu l'America meridionale, mentre nell'America settentrionale se ne recarono 24.000 circa. Negli altri Paesi d'oltremare non si recarono che circa 2000 emigranti, non essendovi in essi le condizioni favorevoli a un largo impiego dei nostri concittadini.

L'attiva opera spiegata dal nostro Governo è riuscita a far sì che le ripercussioni dell'occupazione Renana non fossero per noi troppo gravi. Il Governo Tedesco si mostra animato dalla migliore buona volontà di adempiere ai suoi obblighi verso di noi. Nel giugno vennero spedite in Italia 80.785 tonnellate di carbone; si prevede che nell'anno in corso l'Italia riceverà un ammontare di riparazioni in natura assai superiore a quello ottenuto nello scorso anno. D'altra parte viene comunicata la notizia soddisfacente che le Ferrovie hanno potuto completamente approvvigionarsi di carbone a condizioni favorevoli tanto da avere attualmente assicurate le scorte per sei mesi.

Colla Francia è stato stipulato un accordo commerciale per le sete e seterie che riveste una notevole importanza economica. L'accordo risolve in modo soddisfacente una questione che si trascina da oltre 25 anni e che era di grande importanza per una delle nostre più notevoli industrie.

In fatto di riparazioni va ricordato che la pace di Losanna accorda agli Alleati una indennità di 5.800.000 lire turche oro, pari al cambio di ante-guerra a circa 130.000.000 di lire oro. Manco a dirlo intorno al magro bottino si accaniscono le avidità dei singoli Alleati, cosicchè non si è potuto giungere ad un riparto soddisfacente; perfino l'America, per l'occasione esce dal suo « splendido isolamento » e chiede la sua quota parte in base al Trattato di Versailles!

Dalle nostre colonie mediterranee giunge notizia di nuove brillanti operazioni delle nostre truppe che continuano nella energica opera di epurazione e di ripristino della nostra autorità.

*

La vita politica interna del nostro Paese fu nello scorso mese dominata essenzialmente da due fattori. L'approvazione della nuova legge elettorale, colla conseguente crisi del partito popolare, e le avances dell'On. Mussolini verso la Confederazione del lavoro. Queste ultime specialmente sono state seguite col più vivo interesse perchè rappresentano un'ulteriore sviluppo dell'ampia azione che il fascismo è andato svolgendo nella nazione per avvicinarsi direttamente alle masse ed assorbirle nelle sue direttive. Il partito socialista che teme di vedere sottratto al proprio dominio gran parte dell'elemento lavoratore ostacola in ogni modo i tentativi di accordo, ma pare che i dirigenti responsabili della Confederazione non siano disposti a lasciarsi troppo dominare nella loro azione, e non si rifiutano di prestare ascolto alle parole del Governo.

La formazione di un partito del lavoro potrebbe avere notevole influenza sulla tranquillità del mondo operaio ed una benefica ripercussione sul progressivo miglioramento della nostra situazione industriale.

Il Direttore della Banca d'Italia in una sua pubblicazione d'indole ufficiale rileva appunto come la economia industriale vada gradatamente riprendendosi, tantoche molte aziende hanno ormai assunto l'aspetto normale. Occorre creare le migliori condizioni perchè le forze economiche naturali provvedano spontaneamente all'opera di risanamento.

Il movimento nei nostri porti continua a intensificarsi. Nel porto di Genova nel primo semestre di quest'anno si sono avute 2.891.658 tonnellate di merci in arrivo con un aumento di 714.033 tonnellate in confronto allo stesso periodo dell'anno precedente; nello stesso periodo si imbarcarono 274.138 tonnellate ossia 32.393 di più dello scorso anno. Così anche il porto di Livorno ha registrato nel movimento complessivo un aumento del 67% sul semestre del 1922; il movimento di quel porto è stato di 259.333 tonnellate sbarcate e 12.922 tonnellate imbarcate. La grave crisi che da tempo affliggeva gli stabilimenti di Trieste si sta felicemente risolvendo mediante la ripresa di notevoli costruzioni.

Il Ministro delle Finanze ha fornito i dati sull'esercizio finanziario chiuso al 30 giugno u. s. Nonostante che si dovettero fronteggiare notevolissime diminuzioni di gettito per la graduale cessazione di imposte di carattere straordinario o dipendenti dalla guerra, l'esito complessivo è stato brillantissimo. Contro una previsione di entrate 10.968 milioni, si ebbero entrate effettive per 12.781 milioni con una eccedenza quindi di oltre un miliardo e 795 milioni. Ad onta di notevoli diminuzioni operate dal nuovo Governo su parecchi tipi di imposta, gli introiti si mantengono quindi su una via di vigoroso incremento.

Il Ministero procede ad ogni modo nell'opera alacre e spesso coraggiosa di riforma e di semplificazione del complesso tributario. Venne riordinata l'imposta sul vino nel senso di rendere più snello ed agevole l'applicazione di tale tributo. L'enorme gravanza delle imposte di successione era da tempo universalmente lamentata e ne erano stati luminosamente messi in evidenza gli effetti deleteri. Il Ministro De Stefani ne fece approvare la completa abolizione nel gruppo famigliare e ne preannunciò una grande mitigazione anche per tutte le altre aliquote. La grande importanza sociale ed economica del piccolo risparmio e della piccola proprietà è bene intesa dal Ministro che si studia di favorirne in ogni modo l'incremento.

È continuata la lotta contro il caro viveri. Ogni azione in questo campo è di assai difficile attuazione e gli effetti a lunga scadenza. Il Ministero insiste presso i Prefetti per un'azione locale. In particolare, modo si sono prese misure per impedire la distruzione volontaria di generi alimentari per impedirne il ribasso. È stato richiamato in vigore il Decreto 23 settembre 1918 che commina pene severe a chi compia tali atti delittuosi verso la collettività.

Buone notizie si hanno sulla produzione agricola nel corrente anno; il suo valore complessivo si valuta di circa 4 miliardi superiore a quello dell'anno scorso. Per favorire lo sviluppo dell'Agricoltura vennero stanziati 4 milioni per i campi sperimentali e le Cattedre di Agricoltura.

È stata compiuta la progettata fusione dei due Ministeri della Agricoltura e dell'Industria e Commercio, nell'unico Dicastero della Economia Nazionale. A presiedere ad esso venne chiamato il Senatore Corbino la nomina del quale venne accolta con generale soddisfazione.

Allo scopo di favorire l'assestamento delle finanze locali il Consiglio dei Ministri ha approvato un Decreto che autorizza le Provincie ed i Comuni a contrarre prestiti all'estero allo scopo di sopprimere alle passività gravanti i bilanci e di permettere lo sviluppo dei servizi secondo le moderne esigenze.

Qualche preoccupazione ha suscitato la voce di imminenti modifiche alle tariffe ferroviarie per le merci. Mentre da parte ufficiale si fa sapere che esse saranno eseguite nel senso di favorire l'industria, negli ambienti commerciali si teme che tali modifiche abbiano ad avere conseguenze onerose. Si accenna infatti a proporzionare le tariffe al valore commerciale delle merci: questo principio se rigidamente applicato porterebbe ad esempio a tariffe gravosissime per carbone il cui prezzo è aumentato per conseguenza dell'occupazione della Ruhr. Manca tuttavia ancora ogni serio elemento di giudizio sulla sapendoci sulle reali direttive del Governo.

Il Governo ha esteso agli Enti pubblici in generale il principio da tempo accolto dalle Amministrazioni di Stato, secondo il quale in tutte le forniture si deve dare la preferenza, sotto certe norme, alle industrie nazionali. Anche gli Enti locali dovranno osservare questa disposizione.

Il Ministro delle Colonie ha fornito dati confortanti sulla situazione economica delle Colonie. Per quanto il decorso esercizio finanziario abbia coinciso con un periodo di largo sviluppo di operazioni militari, nella Tripolitania si è avuto una eccedenza di L. 87.500.000 di entrate rispetto al preventivo. I gettiti ordinari hanno coperto tutte le spese civili ordinarie, lasciando un margine notevole per opere di pubblica utilità.

✱

È continuato nel mese la tensione nei cambi e il gradevole peggioramento delle valute Europee in confronto al dollaro ossia alla moneta aurea. Già molto si è detto sulle cause di questo fenomeno,

cause molteplici e complesse di ordine non soltanto finanziario ma anche e forse più politico e psicologico. Non bisogna poi dimenticare il fenomeno stagionale; infatti anche nel 1921 la lira che nell'aprile era scesa, rispetto al dollaro a L. 1,30, oscillò nel mese di luglio fra 20,15 e 23,90; analogamente nel 1922 nel luglio risaliva mantenendosi fra 21,30 e 22,70; quest'anno oscillò fra 22,90 e 23,90. Anche l'aumento notevole del tasso di sconto della Banca d'Inghilterra, elevato dal 3% al 4%, contribuì a peggiorare la condizione della lira; infatti tale rialzo provoca una ricerca di sterline in tutto il mondo da parte di chi vuol liberarsi da un debito che diventa troppo gravoso. Ciò che abbiamo detto della lira può ripetersi in generale delle altre valute Europee che risentono di una grave pesantezza in confronto all'oro.

Ciò che succede della valuta tedesca sembra favoloso; la discesa del marco non ha più limiti e continua di ora in ora. Il dollaro ha toccato il milione di marchi; a Berlino si è giunti a pagare cinque milioni di marchi per una sterlina, oltre 30.000 marchi per una lira! Perfino la corona austriaca assurge alla quotazione di 11 marchi! È impossibile soddisfare al bisogno di denaro corrente che va crescendo continuamente col deprezzamento della moneta! Decine e decine di stamperie lavorano in pieno a stampare carta moneta di ogni taglio; si sono lanciati i biglietti da un milione di marchi e già si pensa a quelli di cinque, dieci milioni! Nessuno più può sapere a che limite sia giunta la circolazione cartacea che allaga letteralmente il paese e aumenta vertiginosamente. Il fenomeno nella sua grandiosità è senza paragone nella storia!

La cronaca delle Borse è grigia e monotona. È la stagione del ristagno degli affari e l'animazione delle Borse è assai scarsa. Il mercato non risente gran che del fenomeno dei cambi e permane improntato ad ottimismo, ripercussione in gran parte delle favorevoli voci che si diffondono sull'andamento finanziario delle industrie. I Titoli di Stato si mantengono sulle loro posizioni senza oscillazioni notevoli e chiudono a quotazioni poco diverse da quelle iniziali del mese.

I Titoli Bancari hanno avuto dei momenti di vivace ripresa per declinare però in seguito alle quotazioni precedenti; chiudono però in generale con parecchi punti di vantaggio.

Il gruppo dei Trasporti vede pure migliorare le proprie posizioni; specialmente favorite le Mediterraneo che guadagnano nel mese circa quindici punti.

Il gruppo più movimentato fu quello dei Tessili. Il comparto progredisce nel suo complesso per quanto in misura assai diverso per i diversi titoli. Fra i più favoriti si trovano le Cantoni che da 1510 salgono fino a 1680; le Turati che da 378 in apertura chiudono ricercate fra 422 e 432, e parecchi altri.

Abbastanza animato fu il comportamento dei Titoli metallurgici pure in generale improntati ad ottimismo; le Montecatini passano da 179 in apertura a 216 in chiusura; le Breda assai ricercate migliorano pure di parecchi punti e così anche le Metalli. Stazionarie o quasi le Ilva e le Ansaldo. Fra gli automobilistici sempre in grande favore le Fiat che da 375 chiudono a 381 dopo aver toccato 388; molte migliorate le Bianchi che passano da 75 in apertura a 100,50 in chiusura.

Poco attivi ed in generale più deboli i titoli alimentari alcuni dei quali registrano qualche falcidia. Nel gruppo dei valori di esportazione la faticchezza si è anche maggiormente sentita.

Nel campo dei Titoli Elettrici non si hanno grandi variazioni da notare. Nel complesso il comparto si è mantenuto resistente come risulta dal prospetto mensile che facciamo seguire.

Ing. RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei Titoli Elettrici nel luglio 1923.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	360	531	536	540
Conti	250	318	327	329
Vizzola	500	1022	1058	960
Bresciana	100	100	99,50	100
Adamello	200	231	239	229
Unione Eser. Elettrici .	50	90	90	89,75
Elettrica Alta Italia . .	250	282	281	280
Idroelett. Piem. S. I. P.	125	148	149	151
Officine Elett. Genovesi	250	320	320	320
Adriatica	100	138,5	137	140,50
Negri	200	112	115,50	114,50
Ligure Toscana	200	243	245,50	245,50

Personale

L'Ing. Cav. Paolo Forster, da oltre sedici anni socio della Sezione di Torino, è stato nominato Direttore degli Stabilimenti Elettrotecnici della « Ansaldo » Soc. An. in Cornigliano Ligure.

Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

E' GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Per la Riunione di Venezia.

Con la circolare diramata in questi giorni dall'Ufficio Centrale, è stato precisato il programma della Riunione, che riportiamo più avanti. Prescindendo dalla seduta del Consiglio generale e delle Commissioni (che seguiranno il sabato 29) la Riunione si inaugurerà la Domenica 30 corrente per chiudersi il successivo sabato, 6 ottobre, con la gita agli impianti del Lago di Santa Croce. Non è più il caso di far rilevare qui tutto l'interesse del programma: le adesioni continuano ad affluire e si può essere certi che anche la XXVIII^a riunione sociale segnerà il solito passo in avanti.

I presupposti dell'elettrificazione agricola.

Con la comunicazione di cui diamo oggi il testo il Prof. REVESSI porta un notevole contributo alla discussione generale sulla elettrificazione dell'agricoltura, ponendo in particolare evidenza, nel tratteggiare le molteplici difficoltà del ponderoso problema, alcuni elementi demografici per i quali il nostro Paese, e particolarmente la regione veneta, si differenzia da altri nei quali le applicazioni dell'elettricità all'agricoltura già ebbero notevole fortuna. Così, con la memoria già pubblicata dall'Ing. Civita, la questione è assai bene inquadrata ed è da augurarsi che la discussione possa svolgersi ampia ed organica. Se infatti il problema della trasformazione della nostra agricoltura non è di quelli che si possono risolvere con degli ordini del giorno e neppure forse consente il preordinamento di programmi troppo vasti e precisi, dovendo assai probabilmente trovare la sua soluzione in una lenta serie di adattamenti e di trasformazioni, è tuttavia indiscutibile l'utilità di un ampio esame generale da parte dei tecnici competenti, non fosse altro per evitare errori di indirizzo nocivi sempre e specialmente sugli inizi.

La produzione delle sostanze azotate.

Se per elettrificazione dell'agricoltura si intende più generalmente l'applicazione diretta dell'energia elettrica ai lavori agricoli, non è men vero che uno dei più importanti contributi dell'elettrotecnica al rifiorire dell'agricoltura, rimarrà sempre la produzione sintetica delle sostanze azotate. Ai congressisti di Venezia sarà data occasione di trattare anche questo importantissimo argomento dall'odierna pubblicazione dell'Ing. KERBAKER, il quale riassume assai utilmente interessanti dati di costo dei principali prodotti azotati ottenibili artificialmente con o senza il concorso dell'energia elettrica.

L'Officina R. T. della Spezia.

L'industria della radiotelegrafia si è svolta, per molte ragioni, in condizioni affatto speciali e la sua storia in Italia, confinata sopra tutto all'opera della R. Marina che vi ha avuto finora una parte preponderante, non è molto nota. Pensiamo perciò che possa riuscire di qualche interesse la breve comunicazione del Comandante MONTEFINALE, che col modesto intento di riassumere la storia dell'Officina di San Vito, da cui tanto materiale è uscito non solo per i nostri impianti terrestri e navali, ma anche per impianti stranieri, che fanno onore alla tecnica italiana, ci permette di gettare un rapido sguardo d'insieme sullo sviluppo degli impianti r. t. nel nostro paese. Solo, poichè il Comandante Montefinale ha anche voluto citare i nomi di alcuni fra i molti ufficiali della nostra Marina che sono stati fra i maggiori artefici del progresso della r. t. in Italia, tocca a noi di aggiungere alla lista anche il nome suo, che è legato da anni all'attività dell'Officina, che egli dirige e di cui ci descrive l'opera e la produzione.

Le "crisi di magra", negli impianti del Veneto.

Il solerte sottocomitato B del Comitato Idrotecnico Italiano e per esso il relatore Ing. FORTI, presenta oggi ai lettori un interessante studio per i fiumi del Veneto analogo a quello presentato l'anno scorso per i fiumi lombardi e piemontesi. Per quanto si tratti qui di produzione anziché di applicazione dell'energia elettrica, dato che lo studio interessa direttamente la regione in cui si svolgerà il Congresso, è sembrato opportuno sottoporre l'importante relazione alla discussione dei soci, e noi siamo certi che essa, come già l'analogo l'anno scorso a Milano, offrirà lo spunto a molte interessanti osservazioni.

LA REDAZIONE.

LO SVILUPPO E L'OPERA DELL'OFFICINA RADIOTELEGRAFICA DELLA R. MARINA

GINO MONTEFINALE



Comunicazione per la XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.

Sullo scorcio dell'anno 1897, subito dopo le classiche esperienze di Guglielmo Marconi nel golfo della Spezia, condotte, come è noto, a bordo di navi ed in posti semaforici della R. Marina, vennero gettate le basi della prima organizzazione r. t. italiana con la costituzione della stazione sperimentale di San Vito (nel recinto del Regio Arsenale Marittimo della Spezia). Attorno ad essa si sviluppò in prosieguo di tempo, dapprima su basi assai modeste e poi successivamente ampliandosi e conformandosi ai progressi della nuova tecnica ed alla maggiore estensione della r. t. a bordo, a terra e nelle colonie, quella che oggi costituisce l'Officina radiotelegrafica principale della Regia Marina, e che volge la sua attività non solo ai collaudi, agli impianti ed alle riparazioni del materiale r. t. militare navale — cioè alla preparazione ed alla conservazione dei mezzi r. t. in genere — ma altresì alla costruzione di apparecchi trasmettenti e ricevitori completi, in concorrenza coll'industria privata e, dentro certi limiti, anche all'esecuzione di taluni studi ed esperienze interessanti direttamente il materiale, le quali non possano, per ragioni varie, svolgersi nella loro sede naturale di Livorno, presso l'Istituto elettrotecnico e radiotelegrafico della R. Marina.

Non fu certo intendimento dell'Amministrazione militare marittima nel costituire e nello sviluppare l'officina radiotelegrafica di Spezia quello di sostituirsi completamente alla industria r. t. privata, essendo nelle tradizioni della R. Marina di utilizzare su larga scala per le sue molteplici esigenze le industrie specializzate esistenti, ed in ispecial modo quelle nazionali. Non tutte le Marine seguirono analoghi criteri; come si rileva dal fatto che non trovammo, per esempio, nell'Arsenale di Pola un'officina radiotelegrafica vera e propria. Ma ciò si spiega, quando si consideri, che tanto la Marina germanica, quanto quella austro-ungarica potevano contare pienamente sull'attività e sulla produzione di un'industria r. t. prettamente tedesca (la *Telefunken*), fondata dalla A.E.G. e dalla *Siemens and Halske* per lo sfruttamento dei brevetti Slaby, Braun ed Arco, sorretta, come è noto, dall'Alta Banca ed incoraggiata in ogni modo dalle Autorità governative, quale esponente non trascurabile del germanesimo del mondo.

L'Italia, invece, legata fin dalle prime affermazioni della r. t. ad una convenzione stipulata colla Società inglese che porta il nome del nostro illustre inventore, e che comprendeva fra le sue clausole la facoltà di riprodurre gli apparecchi Marconi nelle Officine dello Stato, doveva necessariamente dare impulso alle costruzioni r. t. nei suoi stabilimenti militari, e ciò spiega le cure dedicate in ogni tempo dalla Amministrazione militare marittima a mantenere nella massima efficienza l'officina radiotelegrafica di Spezia. Ciò tanto più inquantochè i primi apparecchi forniti dalla Compagnia Marconi erano costruiti nelle sue officine inglesi, prima che fossero istituite da tale Società le attuali officine di Genova.

*

Buona parte dell'attività della Regia Marina nel campo della radiotelegrafia, nell'anteguerra è collegata con lo sviluppo e con l'opera dell'officina r. t. di Spezia, fin dalle prime esperienze del 1898 condotte dal Prof. Pasqualini e dal Tenente di vascello Simion fra i posti di Palmaria, Gorgona e successivamente di Livorno, cui fanno seguito nel 1900 e nel 1901 importanti esperienze dirette dal Capitano di corvetta Bonomo attorno ai tre mari della penisola e, nella

stessa epoca, fra le stazioni di Caprera e Monte Mario, fino al completamento della nostra prima rete di 15 stazioni costiere ed alla definitiva sistemazione degli apparecchi r. t. sulle principali unità del naviglio da battaglia nel 1902. Segue poi nel 1908 la spedizione radiotelegrafica per l'impianto di stazioni lungo la costa e nell'interno della Somalia Italiana meridionale, condotta dal Tenente di vascello Micchiardi e che aprì l'era delle radiocomunicazioni coloniali; l'impianto dei due posti di grande potenza di Massaua e di Mogadiscio nel 1910-1911 (Tenenti di vascello Micchiardi e Ricciardelli), il successivo completamento della prima Radio Coltano, che contribuì ai servizi della guerra di Libia (Tenente di vascello Liebe), di Centocelle, sotto la direzione del Comandante di San Martino, delle nuove stazioni della costa sicula e della Libia per opera del Tenente di vascello Pession e che furono di incalcolabile vantaggio durante la campagna italo-turca. Spedizioni ed impianti organizzati tutti nella base r. t. di San Vito per opera di quegli stessi ufficiali specialisti, che ne furono in quel periodo i valorosi ed attivi dirigenti, e seguiti poi, per non parlar d'altro, dalla costruzione della Radio Roma (San Paolo) (Comandante Micchiardi, Pession, Vallauri), ed infine dalla trasformazione della vecchia Coltano e dalla costruzione della nuova che hanno formato così uno dei più importanti centri r. t. mondiali (Com. Vallauri).

Per apprezzare nel suo giusto valore l'opera dell'officina r. t. della R. Marina, si pensi che a lato della sua attività volta agli impianti terrestri, nazionali e coloniali di cui sopra, se ne svolgeva una diuturna ed incessante intesa a creare e mantenere in efficienza i servizi radiotelegrafici della flotta militare, lavoro poco noto in genere ed anche poco appariscente di per sé stesso, ma altrettanto difficile ed importante quanto quello svolto dai tecnici navali fuori dell'orbita naturale strettamente assegnata alla Marina e che essa si dovette assumere per varie ragioni. Così, allo scoppiare della guerra europea del 1914 la Marina italiana era una delle meglio preparate in fatto di radiocomunicazioni, sia per quanto riguarda impianti di bordo, sia specialmente per gli impianti terrestri, potendo contare su allacciamenti r. t. colle sue due colonie mediterranee, col Dodecaneso, coll'Egitto, col Mar Rosso e coll'Oceano Indiano, allacciamenti che risultarono utilissimi per le operazioni affidate al naviglio, facilitarono la vita delle nostre colonie in momenti di crisi gravissima delle comunicazioni e furono più tardi di aiuto anche ai nostri alleati.

*

Come era da prevedersi, e come avvenne in tutti i rami della tecnica di guerra, l'accurata preparazione non bastò a soddisfare tutte le nuove esigenze del conflitto e l'officina radiotelegrafica di Spezia dovette assoggettarsi ad un lavoro eccezionale in tutto il periodo della neutralità e della guerra. La flotta da battaglia, che possedeva già dall'agosto 1914 i nuovi trasmettitori r. t. da 1,5, da 3, da 5, da 10 e 15 kW tipo Marconi a scintilla musicale, dovette essere dotata per la quasi totalità dei nuovi ricevitori perfezionati e di amplificatori dei segnali in arrivo; le navi maggiori furono provvedute di apparecchi radiotelefonici per segnali a breve distanza e di apparecchi speciali per segnali di combattimento. Venne estesa la sistemazione degli apparati r. t. dapprima a tutto il naviglio silurante di superficie (torpediniere e cacciatorpediniere) e successivamente anche ai sommergibili e si dovettero provvedere di stazione r. t. tutte le piccole unità ausiliarie ed i piroscafi mercantili di cui si andava accrescendo giornalmente l'Armata navale, sia per il carattere speciale assunto dalle operazioni della guerra marittima, e per le esigenze delle operazioni terrestri sulla costa albanese, in Macedonia ed in Libia, sia per le nuove necessità della guerra ai sommergibili, che richiesero l'armamento di un gran numero di dragamine, vedette, drifters, trasporti, motoscafi, ecc.

Tutto il materiale r. t. trasmettente e ricevente necessario per tali impianti fu interamente costruito nell'Officina radiotelegrafica di Spezia, essendo venuto a mancare quasi totalmente il rifornimento da parte delle officine Marconi inglesi e non potendosi ancora contare sulla produzione delle officine Marconi di Genova, sorte più tardi. L'attività della nostra modesta officina di anteguerra dovette accrescersi subito in misura non prevista, sia per far fronte alle ordinazioni dei nuovi complessi, sia per eseguire numerosissime riparazioni derivate dall'uso più intensivo delle radiocomunicazioni nel naviglio, in posti terrestri e nelle colonie, sia, infine, per prestare all'Esercito quel concorso che le speciali circostanze richiedevano, provvedendo alla costruzione di apparecchi r. t. ad esso destinati (in un certo momento l'officina di Spezia dovette costruire in blocco circa 100 apparecchi radiotelegrafici per l'Aeronautica militare).

Gravissime furono le difficoltà superate per accrescere la mano d'opera, per la quale, stante la impossibilità di trovare operai nuovi o di effettuarne il passaggio da altre officine dell'Arsenale, ugualmente sovraccariche di lavoro, si dovette ricorrere su larga scala

all'impiego di personale specialista militare, nonostante la deficienza esistente nei ruoli di questo ultimo per le accresciute esigenze della flotta. Né fu possibile avvalersi dell'ausilio delle industrie private, la cui attività era quasi totalmente assorbita in altro campo, se non per la costruzione degli ordinari accessori d'impianto.

La produzione dell'officina r. t. in apparecchi completi è stata la seguente:

Dall'inizio della guerra a tutto il 1916:

41 apparecchi trasmettenti di varia potenza;
180 apparecchi ricevitori, radiogoniometri ed ondametri.

Anno 1917:

128 apparecchi trasmettenti r. t. di varia potenza;
215 apparecchi ricevitori, radiogoniometri ed ondametri.

Anno 1918:

263 apparecchi trasmettenti r. t. di varia potenza;
414 apparecchi ricevitori, radiogoniometri ed ondametri.

Mentre si dava tale impulso alla produzione, si cercava con ogni mezzo di migliorarla fino a rivaleggiare in accuratezza con i più perfetti prodotti dell'industria specializzata. Contemporaneamente l'officina r. t. di Spezia provvedeva a mettere in opera una quantità di impianti navali e terrestri richiesti dalle nuove esigenze delle radiocomunicazioni e dalla radiogoniometria di guerra, come risulta dalla seguente statistica:

Impianti r. t. od r. g. eseguiti dal 24 maggio a tutto il 1916:

A bordo 52
A terra 6

Impianti r. t. od r. g. eseguiti durante l'anno 1917:

A bordo 60
A terra 19

Impianti r. t. od r. g. eseguiti durante l'anno 1918:

A bordo 98
A terra 12

In tale elenco non sono compresi gli impianti fatti dal Comando in Capo dell'Armata Navale nelle basi di Taranto e di Brindisi, e per i quali l'officina r. t. di Spezia fu sempre incaricata di preparare i materiali.

*

Poco dopo l'entrata in guerra dell'Italia si andarono affermando decisamente nel campo della radiotecnica i nuovi sistemi di trasmissione e di ricezione con onde persistenti, che furono subito apprezzati e ricercati tanto dagli alleati quanto dai nostri nemici, e specialmente dai tedeschi, che se ne valsero subito per le comunicazioni dei sommergibili. L'importanza e l'efficacia dei nuovi sistemi non sfuggì agli specialisti della R. Marina, in un momento in cui le comunicazioni r. t. in Adriatico e nel Mediterraneo in genere, erano diventate piuttosto difficili a causa del gran numero di trasmissioni a scintilla che in ogni senso si sovrapponevano e che, se non paralizzavano, certo ritardavano notevolmente il disbrigo della corrispondenza. Trattavasi inoltre di perfezionare gli allacciamenti già esistenti colle colonie e di crearne dei nuovi coll'Albania, l'Egeo, la Macedonia e le basi principali degli alleati, evitando la messa in opera di farraginosi impianti a scintilla, che richiedeva tempo ed una quantità di macchinari ed accessori non facili a trovarsi né a trasportarsi oltremare.

Risultarono assai preziosi per raggiungere tali scopi i nuovi trasmettitori ad arco derivati dal primitivo brevetto Poulsen. Presso di noi fu la R. Marina la prima ad introdurre codesti apparecchi nel servizio di alcune stazioni costiere, dapprima, ed in quello di bordo di poi, gettando subito nell'Arsenale di Taranto le basi di una prima piccola officina di costruzioni Poulsen che dopo qualche tempo fu trasportata nell'officina radiotelegrafica di Spezia. Il primo apparecchio ad arco costruito completamente in Italia venne eseguito a Taranto nel 1916, sotto la direzione del Comandante G. Pession, coadiuvato dall'attuale Tenente radiotelegrafista Buzzacchino, e fu sistemato subito nella nuova stazione di Rodi, la quale, impiegando una potenza di soli 3 kW, mantenne per un lungo periodo della guerra e mantiene tuttora, efficaci comunicazioni con Taranto e Massaua. Un apparecchio della stessa potenza venne sistemato a Taranto per le comunicazioni con Malta, con Salonico, con l'Albania e con le colonie dell'Eritrea e Cirenaica.

Contemporaneamente si eseguivano le prime esperienze con ricevitori ad onda continua, impiegando dapprima il «tikker» di Pederesen e, successivamente, le valvole di Round e gli «audion» di de Fo-

rest. Già nel 1916 la Marina Italiana poteva sistemare ricevitori per onde smorzate e persistenti tipo «ultraudion», costruiti interamente coi suoi mezzi, nelle stazioni di Taranto e Massaua e poco dopo iniziava nell'officina di Spezia la lavorazione in serie di un gran numero di ricevitori sensibilissimi dello stesso tipo, sulle linee di un progetto elaborato dal Comandante G. C. Vallauri, direttore dell'Istituto elettrotecnico e radiotelegrafico della R. Marina fondato a Livorno verso la fine del 1916.

*

Una delle maggiori difficoltà che l'officina r. t. di Spezia ha dovuto superare durante il periodo della guerra è stata quella del rifornimento dei materiali stante le speciali condizioni dell'industria, le limitazioni poste per il prelevamento dei metalli occorrenti, la lentezza e i disguidi delle spedizioni ferroviarie, i ritardi enormi nelle consegne da parte dell'industria privata, ecc. Più grandi ancora furono le difficoltà per quei pochi materiali che solo l'estero poteva soddisfacentemente fornire e per l'acquisto di alcuni metalli preziosi, quali il platino, che ricevono numerose applicazioni nella tecnica r. t. Ma ove le difficoltà furono maggiormente risentite è nel rifornimento dei triodi o valvole termoioniche ricevute, delle quali aumentò rapidamente la richiesta stante i numerosi ricevitori r. t. e radiogoniometrici introdotti in servizio. In un primo tempo furono utilizzate valvole a basso vuoto, tipo Round, fornite dalla Compagnia Marconi; nel 1915-1916 furono introdotte in servizio le prime valvole americane tipo «Audion» acquistate negli Stati Uniti; successivamente venne tentata la riproduzione di valvole in Italia, dapprima nelle officine Longoni e successivamente presso l'Istituto elettrotecnico e radiotelegrafico di Livorno, che realizzò fra i primi in Italia la fabbricazione pratica dei tubi elettronici ricevuti e sopperli efficacemente — e da solo — al consumo della R. Marina, che alla data dell'armistizio raggiungeva già le 400 valvole mensili. In grazie agli studi condotti dal Comandante Vallauri venne realizzato un tipo di valvola R. Marina a tre elettrodi (valvola I. E. R. T.), ad altissimo vuoto, ottenuto impiegando le nuove pompe molecolari e valendosi in grande scala dell'ausilio dell'aria liquida; questa valvola, che regge al confronto con quelle migliori prodotte dalle fabbriche estere, trovasi tuttora in servizio e vien altresì riprodotta in gran numero di esemplari dalle officine Marconi di Genova.

Realizzata così durante la guerra la prima lavorazione nazionale delle valvole ioniche, per mezzo della stessa iniziativa personale che ci mise nelle condizioni di costruire gli archi Poulsen, si pensò in un secondo tempo a trasportarne, come per gli archi, tutta l'organizzazione a Spezia, ove funziona attualmente con puri concetti industriali un Laboratorio di produzione e di rigenerazione dei tubi a vuoto per trasmissione e per ricezione. La R. Marina continua in pari tempo ad acquistare dall'industria privata una parte dei triodi e diodi occorrenti ai suoi servizi r. t., potendo contare efficacemente sulla produzione delle officine Marconi di Genova, che in breve volgere di tempo si sono messe nelle condizioni di rispondere molto bene alle difficili esigenze di questa produzione.

In conseguenza del grande sviluppo preso dagli apparecchi a triodi, l'attenzione dell'officina r. t. di Spezia — centro di rifornimento dell'intera rete nazionale e coloniale e del naviglio — venne richiamata alla necessità di stabilire norme precise per il collaudo dei tubi a vuoto, da applicarsi egualmente, sia a quelli costruiti dall'Ammministrazione sia ai quantitativi acquistati dall'industria privata. Su tale questione esistevano fino a qualche tempo fa nozioni molto vaghe e dati scarsissimi, nè fu sempre possibile accettare incondizionatamente le norme di collaudo proposte dalle Ditte costruttrici di valvole, spesso non rispondenti in tutto alle esigenze d'impiego nel servizio r. t. navale. Talchè, nonostante la grande somma di lavoro dedicata all'argomento, si può dire che solo in questi ultimi tempi le norme di collaudo si sono venute precisando razionalmente per i triodi di ricezione, mentre il problema non ha ancora avuto una soluzione adeguata per i grossi diodi e triodi degli apparati trasmettenti. In questo campo molto lavoro è ancora da fare, ma gli studi recentemente apparsi in Italia ed all'estero fanno sperare non lontano il giorno in cui agli apparati r. t. in genere, ed ai generatori triodici in specie, si potranno applicare norme di collaudo non dissimili da quelle del macchinario di comune impiego nell'elettrotecnica.

Per comprendere in tutta la sua estensione l'importanza dei collaudi delle valvole termoioniche bisogna tener presente, in primo luogo il loro prezzo di acquisto, che è tuttora assai elevato, ed inoltre la facilità di danneggiarle nel maneggio e nell'impiego, la necessità di accertarsi che le loro qualità — ed il vuoto specialmente — non varino col progressivo invecchiamento e che esse siano perfettamente intercambiabili negli apparecchi trasmettenti e ricevuti, cioè abbiano identiche caratteristiche elettriche. I banchi di collaudo delle valvole sono perciò di assoluta necessità in officine r. t. del tipo di quella della R. Marina a Spezia, che hanno fra le altre mansioni

quella di accettare, o rifiutare, apparecchi r. t. ed accessori costruiti dall'industria e distribuirli successivamente alle varie stazioni r. t. richiedenti.

Non è cosa difficile l'apparecchiare un banco di collaudo per valvole ricevute, che richiedono prove ormai in gran parte normalizzate accessibili anche a personale non molto pratico e richiedenti strumenti di uso frequente nei buoni laboratori elettrici. Tali prove consistono principalmente in una prova di uniformità dei filamenti, o prova di accensione; una prova del vuoto; varie determinazioni di elementi caratteristici (corrente anodica, corrente di griglia, pendenza della caratteristica anodica, coefficiente di amplificazione interna); una prova di oscillazione ed una prova di silenziosità. Esse sono soggette a continui perfezionamenti e si eseguono da qualche anno presso l'officina r. t. di Spezia su tutte indistintamente le valvole costruite in Arsenale od acquistate dall'industria privata e, in seguito a studi recenti del Comandante Vicedomini, si possono ritenere ormai definite con elementi di più che sufficiente precisione.

Il problema di costruire un banco di collaudo per diodi e per triodi di trasmissione e di dettare le relative condizioni di collaudo si presentava arduo, a causa dello stato di transitorietà in cui si trovano tuttora le condizioni di ordinazione delle valvole stesse. Tuttavia, dato lo sviluppo incessante di questo sistema di r. t., e la conseguente adozione di numerosi apparecchi trasmettenti a valvola nelle navi ed in posti terrestri della Regia Marina, fu giuocoforza di addirvi, per non esporsi ad introdurre in servizio senza le necessarie garanzie materiali assai costosi per l'erario. Apposite installazioni sono state studiate e messe in esercizio dall'Officina r. t. (1).

(1) Il banco per grosse valvole differisce notevolmente da quello adoperato nel collaudo delle valvole ricevute e comprende a un di presso gli stessi apparecchi che costituiscono un'ordinaria stazione trasmettente a valvola e cioè: un generatore d'energia a corrente alternata da circa 5 kVA; un trasformatore industriale in olio capace di dare al secondario tensioni variabili da un minimo di 1500 ad un massimo di 20000 V; un dispositivo di rettificazione a doppia onda composto di due diodi; un condensatore ed un'impedenza di livellamento; un pannello di prova vero e proprio e che comprende, oltre alla valvola da collaudare, apposite induttanze di accoppiamento fra i circuiti di anodo e di griglia; un circuito di lavoro, od antenna fittizia, di determinate caratteristiche; vari strumenti di misura ed accessori. Alcuni degli strumenti di precisione vennero forniti dalla Ditta Allocchio & Bacchini di Milano, altri, di necessità, dovettero acquistarsi all'estero. Le prove principali che si possono eseguire al collaudo sono le seguenti:

a) *Prova di accensione.* — Essa viene fatta accendendo, preferibilmente, i filamenti delle valvole con corrente alternata, onde evitare squilibrio nell'emissione elettronica fra le diverse parti dei filamenti stessi. Tale prova deve permettere di accettare due requisiti principali e cioè sia una sufficiente «normalizzazione» dei filamenti, qualità «sine qua non» per l'impiego delle valvole sui pannelli trasmettenti di vario tipo e di varia potenza, sia il grado di cemento a cui i filamenti sono assoggettati, soprattutto la temperatura che essi raggiungono in effettivo servizio.

b) *Prova di dissipazione.* — Ha per iscopo sopra tutto di misurare l'attitudine dei tubi a dissipare il calore che in essi si svolge durante il funzionamento normale, senza che la temperatura corrispondentemente raggiunta dalle singole parti danneggi gli apparecchi. Come è noto, la fine delle valvole ioniche è determinata, o dalla bruciatura del filamento, o dagli effetti di un eccessivo riscaldamento (dell'anodo, della griglia, del bulbo, delle saldature di passaggio, ecc.). Per eseguire tale prova si impone al tubo una certa potenza da dissipare a regime, fissandola su un'aliquota della potenza che esso può trasformare in funzionamento normale, ciò che implica la conoscenza esatta del rendimento delle valvole da collaudare.

c) *Prova del vuoto.* — Serve ad accertarsi che il vuoto raggiunga il grado voluto e che gli elettrodi non emanino gas occlusi durante il funzionamento, ciò che sarebbe a tutto danno del vuoto stesso. Sebbene l'apparizione di luminescenza bluastro nell'interno dei tubi termoionici accesi e sottoposti a tensione anodica sia indice sicuro di cattivo vuoto, occorre, peraltro, accertare il grado di vuoto con misurazioni di precisione al banco, che consistono per i triodi nella misura della corrente negativa di griglia, la quale non deve sorpassare un certo limite fissato per ogni tipo di valvola, e per i diodi in una prova di due valvole in opposizione aventi accensione comune ed alimentare con tensione anodica alternata; durante quest'ultima prova non devono comparire nei diodi tracce di luminescenza ed un sensibilissimo strumento a corrente alternata (per es. una coppia termoelettrica non galvanometro) inserito nel circuito che alimenta gli anodi, deve indicare che la corrente non supera un certo limite.

d) *Prova di funzionamento e di rendimento.* — È la più importante fra quante si eseguono sulle valvole trasmettenti (diodi e triodi) perchè permette di farsi un'idea più immediata del modo di comportarsi che presenterà il tubo quando sarà in servizio su un ordinario pannello r. t. Essa consiste, come è facile intuire, nel mettere in azione il banco come una stazione r. t. e nel far quindi funzionare i diodi al raddrizzamento e i triodi alla generazione di oscillazioni, mantenendoli per un

*

Mentre la Regia Marina si poneva risolutamente fin dal 1916 sulla nuova via tracciata al progresso r. t. dalle onde continue, sviluppando in un gran numero di esemplari i piccoli trasmettitori ad arco per navi, costruendo nella stessa officina di Spezia nuovi complessi Poulsen di grande potenza — sistemati in varie epoche a Taranto, Massaua, Roma, Bucarest, Costantinopoli, Bengasi e Mogadiscio — e realizzando infine i grandi archi da 350 kW della nuova Coltano, testé attivati al servizio, non trascurava di dare la necessaria importanza ai trasmettitori a tubi ionici che, nati molto modestamente, stanno guadagnando sempre nuovo terreno sulla via delle applicazioni radiotelegrafiche.

Durante la guerra si erano sperimentate su impianti di terra, di bordo o di velivoli della R. Marina alcune stazioni a valvola di piccola potenza fornite dalla Compagnia Marconi, dalla Telegrafia Militare francese od acquistate in America, con risultati per allora inferiori a quelli ottenuti per mezzo degli archi. Dato che questi ultimi presentavano maggiore robustezza — elemento prezioso nelle applicazioni mititari navali — maggiore semplicità di costruzione e di impiego ed assicuravano i rifornimenti ed i ricambi, senza ricorrere all'industria straniera, si diede dapprima il maggior impulso a queste costruzioni.

Dopo i buoni risultati raggiunti all'estero e confermati in Italia su esemplari di stazioni a valvola di piccola e di media potenza acquistate dall'industria privata, il Ministero della Marina decise di iniziare la produzione di complessi a valvola da 6 kW presso l'officina r. t. di San Vito, ciò che venne fatto verso la fine del 1921, introducendo, rispetto ai tipi Marconi, alcune varianti suggerite dall'esperienza. Il primo complesso trovatisi da circa due anni in funzione presso la stazione r. t. della Regia Ambasciata di Costantinopoli (Nichantache) ed assicura, con aereo relativamente piccolo, un perfetto collegamento coll'Italia, sul quale viene inoltrata tutta la corrispondenza di Stato, della Regia Marina e buona parte di quella privata della colonia italiana.

In seguito a tale ottimo risultato veniva subito iniziata la lavorazione in serie di stazioni a valvola dello stesso tipo, di potenza 10 kW, 3 kW, 1,5 kW, utilizzando in massima parte per la loro alimentazione il macchinario A. E. G. (alternatori da 500 periodi) recuperato dal materiale austro-ungarico trovato in deposito nei magazzini di Pola e destinato alle antiche stazioni a scintilla. Un particolare notevole introdotto dalla Regia Marina in queste stazioni a valvola è quello di alimentare i filamenti dei diodi e dei triodi con convertitrici a corrente alternata separate, onde evitare che le variazioni di carico dell'unica convertitrice anodica durante la segnalazione Morse si ripercuotano dannosamente sulla purezza della trasmissione.

Può essere interessante conoscere che il numero degli impianti r. t. a valvola di cui dispone attualmente la Regia Marina è il seguente:

Stazioni terrestri	N. 11
» di bordo	» 20

e che una parte di essi venne costituita con materiale fornito dalle officine Marconi di Genova.

*

L'attuale incremento dato alla costruzione di apparecchi radiotelegrafici di ogni tipo nell'Arsenale di Spezia potrebbe forse essere rallentato, quando la R. Marina potesse contare sicuramente sulla produzione r. t. di officine nazionali ed in questo caso non di una sola, per la necessità di mantenere la consuetudine delle gare, che è considerata come uno dei mezzi per assicurare possibilmente la concorrenza. Ma la Marina non potrà mai rinunciare ad una produzione r. t. sua propria, sia per l'indole speciale dei servizi radiotelegrafici che le sono affidati, sia per il carattere di continua evoluzione che presenta tuttora il materiale r. t.

tempo indeterminato in oscillazione ininterrotta e per un altro dato intervallo in manipolazione. Conoscendo la potenza applicata e la resistenza di alta frequenza del circuito oscillatorio, o di lavoro, è possibile ottenere anche il rendimento effettivo delle valvole sotto collaudo.

Lo stesso banco di collaudo permette inoltre di tracciare le curve caratteristiche delle grosse valvole, sulla cui importanza non è necessario insistere. Per ottenere infatti una sufficiente intercambiabilità dei triodi non basta fissare alcuni dati sui parametri relativi alle variazioni di corrente anodica in funzione delle tensioni di griglia e dell'anodo coefficiente di amplificazione interna e conduttanza interna dello spazio fra anodo e filamento, ma anche un valore di riferimento, quale l'intensità di corrente anodica per accensione e tensione anodica normali e tensione di griglia zero. La scelta di questi dati dipende anche dai tipi di apparecchi trasmettenti sui quali si devono impiegare i triodi.

Un'eccessiva larghezza nell'acquisto di apparecchi r. t. completi dalle Ditte private porterebbe, inevitabilmente, ad un campionario di materiale in servizio, che avrebbe, fra gli altri svantaggi, quello di complicare in modo anormale il rifornimento dei pezzi di ricambio e degli accessori maggiormente consumabili e l'istruzione del personale. Se infatti la R. Marina volesse acquistare, ad esempio, tutte le sue stazioni a valvola dall'industria privata si troverebbe nel seguente dilemma: o di concedere il monopolio degli acquisti ad una sola Ditta, il che è pericoloso, ma le assicurerebbe in compenso una certa uniformità nel materiale, oppure di suddividere gli acquisti fra varie Case costruttrici, cadendo inevitabilmente nel campionario, poichè ogni Ditta imporrebbe all'Amministrazione non solo il suo tipo di stazione, ma altresì i suoi tipi di valvole.

Non potendosi perciò concedere il monopolio ad una sola industria, nè essendo le stazioni r. t. sufficientemente «normalizzate» per farne gli acquisti in blocco col solito sistema delle gare, occorre di necessità, mantenere l'attuale organizzazione per la produzione del materiale r. t. e continuare incessantemente a perfezionarla e a migliorarla. L'industria r. t. nazionale troverà, dal suo canto, un campo assai promettente di sviluppo e di attività nella costruzione dei numerosi accessori occorrenti alla R. Marina per comporre e per esercire i suoi impianti, e trarrà profitto sia dal rapido scomparire di molti brevetti che tanto impaccio crearono in passato, sia dall'appoggio che nell'industria privata la R. Marina non mancherà di cercare per utilizzarne la produzione mirando dal canto suo a coordinarla e a completarla, così da promuovere quella unità e uniformità di indirizzo tecnico, che sono indispensabili per il buon andamento dei delicati ed importanti servizi affidati alla radiotelegrafia.

Spezia, Officina r. t. del R. Arsenale - luglio 1923.

I PRESUPPOSTI FONDAMENTALI DELLA ELETTRIFICAZIONE AGRICOLA □ □ □

C. REVESSI



Comunicazione per la XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.

L'odierna tendenza dell'elettricità a diffondersi nelle campagne, resa manifesta dalla propaganda, che se ne va facendo, risponde al grado attuale di sviluppo degli impianti elettrici e delle applicazioni dell'elettricità, seppure, come spesso succede nelle evoluzioni, che di necessità sorgono in circoli ristretti per estendersi gradualmente a strati più ampi e più profondi, sotto qualche aspetto non lo precorre.

Di qui la convenienza di esaminare, che cosa occorra all'utile svolgimento di questa tendenza, che, anche se sorta, com'è lecito presumere, dal ragionevole desiderio di colmare meglio i diagrammi di consumo con una nuova varietà di utenze, e di raggiungere così una migliore utilizzazione dell'energia, può, se accortamente indirizzata, sboccare con vantaggio maggiore in una vera e propria elettrificazione dell'agricoltura.

Qualcuno rileverà in queste parole di esordio, e più ancora nel seguito, la eco del leitmotiv dominante in mie precedenti pubblicazioni, l'aspirazione cioè, onestamente perseguita, anche se per la modestia delle mie forze non sempre raggiunta, e anche se talora misconosciuta, di prospettare i problemi tecnico economici essenziali per l'avvenire del Paese, non contro, ma al di sopra di ogni considerazione particolare.

Questo, anche se non è fatto per dare grandi soddisfazioni all'autore, rimane, a mio parere, il procedimento migliore per fissare alcuni concetti fondamentali, di cui si debba poi tener conto, con gli adattamenti del caso, nelle applicazioni concrete.

*

Il primo dei presupposti è un'adeguata disponibilità di energia: aggiungo però subito, che non c'è ragione di dargli al momento una importanza eccessiva, non già perchè, come ho dimostrato altra volta, la nostra disponibilità, sia attuale che potenziale, sia in verità molto abbondante, ma prima di tutto perchè il processo della elettrificazione agricola non può per sua natura essere che assai lento, poi perchè il suo orario di consumo si sfalsa abbastanza bene con quello delle altre utenze, e, almeno per l'Italia settentrionale, la stagione di richiesta massima non coincide colla stagione di magra, finalmente perchè il quantitativo richiesto sarà, anche ad elettrificazione integralmente raggiunta, una frazione relativamente modesta di quello necessario alla somma delle altre applicazioni.

È ben difficile fare su quest'ultimo punto previsioni numeriche, tuttavia, limitando l'indagine alle Tre Venezie, da uno studio, che avevo fatto iniziare l'anno scorso, e che un mio egregio amico e collaboratore, ha saputo condurre diligentemente a termine, risulterebbe

ad elettrificazione completa una richiesta complessiva di energia dell'ordine dei cento milioni di kWh all'anno: anche raddoppiata, per tener conto dell'energia richiesta dalle idrovore delle bonifiche, dall'irrigazione con sollevamento meccanico e dalle piccole industrie ausiliarie, si tratterebbe sempre in confronto alla popolazione complessiva della regione d'una maggiorazione del consumo annuale per abitante di qualche decina di kWh, un'inezia, se non nelle condizioni attuali, per il giorno che potremo avere dei consumi più prossimi alla media dei paesi più evoluti d'Europa.

Siccome però a questa media non potremo arrivare che con relativa lentezza, sarà bene di non fare soltanto affidamento sull'energia marginale degli impianti attuali e del prossimo avvenire, poichè, se i diagrammi si colmassero troppo, così da rendere più ardui i compensi malgrado il sempre più efficace collegamento delle reti, i primi utenti a soffrirne non potrebbero essere che gli ultimi venuti, e lo sviluppo delle applicazioni dell'elettricità all'agricoltura ne risentirebbe un dannosissimo arresto.

Non per questo è inopportuna la propaganda iniziata, se, migliorando i diagrammi di consumo, fino a un certo punto senza danno di alcuno, riuscirà a richiamare l'attenzione degli agricoltori verso questo mezzo potente di miglioramento delle loro aziende: si tratta quindi di un movimento benefico, degno di essere considerato con ogni simpatia e di essere sinceramente sorretto.

Perciò è necessario di prevedere a tempo gli ostacoli, che si possono opporre a un'effettiva elettrificazione dell'agricoltura presso di noi, per poterli, in quanto possibile, a tempo rimuovere: sarà tanto di guadagnato per tutti.

È utile passare in rivista quanto in proposito può essere stato fatto all'estero, ma occorre non dimenticare, che i paesi dove questa elettrificazione ha avuto i maggiori, e del resto non grandi, successi, si trovano in condizioni profondamente diverse dalle nostre; è necessario quindi ricercare, che cosa occorre presso di noi per agevolare l'elettrificazione agricola, affinché dallo scopo più modesto, ma non certo irilevante, di trovare nuovi sbocchi utili a quell'energia elettrica, che può ancora rimaner disponibile, si assurga alla finalità maggiore di avviare l'elettrificazione dell'agricoltura verso un sicuro progresso, con un ritmo dapprima lento, ma successivamente accelerato.

Il problema, nella scarsità dei mezzi di alimentazione di cui disponiamo per la nostra fitta e crescente popolazione, ha un'importanza tale, che anche il modesto granellino portato a vantaggio della sua soluzione migliore può giustificare lo studio più paziente e la più minuta discussione.

*

Ma se la scarsità dei nostri mezzi di alimentazione in confronto alla densità della popolazione rende assillante la ricerca di ogni mezzo atto ad aumentare la produzione, non è men vero che la grande densità della nostra popolazione rurale, o, anche se accentrata, dedita ai lavori della campagna, può rappresentare un ostacolo non indifferente all'elettrificazione dell'agricoltura.

Una delle basi principali del problema è cioè demografica, e sono appunto le condizioni demografiche affatto diverse da quelle della nostra vita rurale, che hanno determinato in alcuni paesi, come gli Stati Uniti e la Francia e la Svezia, un notevole interesse, e anche un certo sviluppo, per le applicazioni dell'elettricità alla agricoltura: perciò non sarebbe probabilmente opportuno impostare sul medesimo indirizzo il nostro problema, approfittando del solito feticismo, che da noi sussiste, retaggio di secoli che non può essere eliminato in decenni, per ogni cosa, che comunque porti un nome straniero.

Ogni evoluzione industriale di manipolazioni precedentemente artigiane ha trovato, se non la sua origine, che si rintraccia d'ordinario nella genialità di singoli, quasi sempre in un primo tempo interessatamente sconosciuti, il terreno favorevole allo sviluppo nelle condizioni dell'ambiente, e assai spesso nella deficienza della mano d'opera.

Spesso anzi il timore di trovare nella macchina un concorrente, anzichè un alleato, ha suscitato contro la trasformazione l'ostilità delle masse; da principio però soltanto, perchè di rado la macchina ha spodestato realmente l'uomo, essendo venuto in soccorso l'aumento della produzione, sorretto, coi costi minori della lavorazione meccanica, dall'aumento dei consumi.

Ma se ciò è stato generalmente possibile, qualche volta apparentemente senza limite, per i paesi che avevano dominio economico, nell'industria, non si può prevedere il rimedio altrettanto facile nell'agricoltura, dove l'aumento della produzione è, qualunque sia il progresso tecnico, più lento e più faticoso, e dove un limite insuperabile è dato dall'area della terra al sole.

Ora la nostra agricoltura non sente davvero il bisogno di sopprimere colla macchina alla mancanza di braccia, come ha sempre sentito l'agricoltura degli Stati Uniti, e come ha risentito profondamente, specialmente dopo la guerra, la Francia, anche se una qualche deficienza si è fatta in qualche luogo transitoriamente sentire, e a condizione di non scambiare l'aumento del costo della mano d'opera, del resto in parte fittizio e dipendente dalla svalutazione della moneta, con un'effettiva mancanza di braccia.

Semmai il maggior costo della mano d'opera può aver valore, dove effettivamente si tratti di portare una nuova popolazione agricola, cioè nella bonifica di terreni incolti, o almeno nel passaggio da colture estensive ad intensive, casi in cui infatti l'elettrificazione è senza dubbio più agevole, ma non per le campagne già a coltura in-

tensiva e cariche d'una popolazione sempre più sovrabbondante anche per la sempre più limitata possibilità di emigrazione.

Questa abbondanza di braccia costituisce un grave ostacolo alla elettrificazione, ostacolo, che i paesi sopracitati, dove si lamenta anzi, specialmente in Francia, il crescente spopolamento delle campagne, non conoscono, e che è capace, se non vien preso debitamente in considerazione, di rimandare alle calende greche la soluzione del problema.

Proprio nel Veneto (ha ricavato per me questi dati un altro mio egregio amico ed antico collaboratore insieme ad altri, che ho utilizzato in questo lavoro) la popolazione rurale è in valore assoluto e relativo fra le più dense; secondo il censimento del 1911, l'elaborazione di quello successivo seguirà naturalmente la consuetudine delle nostre statistiche, il 47 % della popolazione era rurale, mentre la media del Regno era il 29; fatto demografico in sè certamente benefico, e a cui si deve, se la regione, senza un'industria progredita come quella di altri paesi, può sostenere una popolazione così fitta; fatto demografico, che ha però determinato negli anni dal 1908 al 1912 un'emigrazione di 2733 persone su centomila abitanti contro, come media del Regno, una cifra di 1749.

Ma fatto demografico anche di cui occorre tener conto per l'elettrificazione agricola, perchè non è ad essa favorevole, mentre, se la elettrificazione agricola, può come è indubbio, migliorare in qualità e in quantità la produzione, evidentemente essa è tanto più desiderabile laddove la popolazione è più fitta, e più attiva l'emigrazione.

Ci sono è vero le terre incolte, dove il problema non solo è tecnicamente più agevole potendosi fin dal principio provvedere a una sistemazione del terreno conveniente all'elettrificazione, ma può essere anche più facilmente considerato con criteri industriali, e dove, potendosi più facilmente identificare l'alto costo della mano d'opera colla mancanza di braccia, l'elettrificazione è anche economicamente e demograficamente più agevole, come del resto hanno già dimostrato nel Veneto alcuni grossi proprietari fondiari specialmente benemeriti.

Ma l'importanza delle terre incolte è, almeno per l'Italia settentrionale, relativamente piccola; nello stesso Veneto, che pure ne ha specialmente verso il mare una quota abbastanza elevata, si prevede di dover dissodare in un tempo abbastanza breve circa cento mila ettari; molti, ma non tanti da spostare sensibilmente i termini del problema.

Occorre quindi tener stretto conto di questa differente condizione di cose fra la nostra agricoltura e quella di paesi a popolazione rurale più rarefatta: con ciò il problema si complica, ma questa è la sorte, contro forse l'opinione comune, dei problemi pratici, che devono destreggiarsi tra confini stretti e tortuosi in confronto alle speculazioni teoriche, che possono idealmente disporre dell'infinito.

Inevitabilmente connessa col generalizzarsi di quella elettrificazione agricola, che noi pure auspichiamo, sta una maggiore disponibilità di mano d'opera; è ben vero che si tratta di fenomeni, che per il loro sviluppo graduale trovano automaticamente anche la loro sistemazione; ma ciò non elimina la convenienza di considerare il problema, tanto più che l'emigrazione, colle crescenti limitazioni dei paesi d'oltre oceano, e col dissesto dei paesi europei, non può più essere quella di una volta, che le terre incolte sono a questo scopo troppo poche, che poco infine possono contribuire le colonie di dominio diretto.

Rimane l'industria e l'artigianato; ma può l'industria, a parte l'aumento naturale della popolazione urbana, assorbire gradualmente anche questo nuovo ed ingente afflusso di lavoratori, che dovrebbero per giunta abbandonare i loro focolari per ammassarsi ancor di più nelle abitazioni senza confronto più tristi e socialmente più dannose dei grandi centri urbani? E da dubitarne malgrado ogni ragionevole presunzione di progresso.

Quanto all'artigianato, di cui poco o nulla le nostre statistiche demografiche sanno dire, malgrado raccolga nella sua provvida attività una frazione notevole della popolazione, esso può ancora progredire utilmente coll'impiego specialmente dell'energia elettrica a domicilio, ma più che assorbire nuove braccia è forse anch'esso coll'introduzione del motore nelle piccole industrie destinato a ridurle.

Ad assolvere il nuovo compito demografico e sociale, che l'elettrificazione dell'agricoltura, da quando sia avviata su larga scala, è destinata da noi a determinare, non c'è forse, senza escludere il concorso di quelle già accennate, che una sola forma d'industria, ancora scarsamente diffusa specialmente da noi, caldamente auspicata invece da sociologi e da economisti, destinata presumibilmente ad affermarsi il giorno, che forse sta venendo, in cui maturino le condizioni di base per la sua vitalità: è l'industria a domicilio, ma non la piccola industria del ciascuno per sè, ma l'industria organizzata con adeguata direzione tecnico amministrativa e soprattutto commerciale, che sollevi il lavoratore dall'acquisto delle materie prime, dall'organizzazione del lavoro e dalla provvista degli attrezzi, dalla vendita dei prodotti; essa ha essenzialmente bisogno di una maestranza intelligente e sobria, e possibilmente affezionata; alle due prime qualità è probabilmente più facile provvedere presso di noi che oltr'alpe; all'affezione si può forse a sufficienza provvedere interessando il lavoratore come un contadino alla mezzadria, ciò che è possibile appunto in tanto in quanto si tratta di lavoro a domicilio; ha bisogno ancora di locali adatti attigui alle abitazioni, che è certamente più facile ricavare in campagna che in città; le occorre la forza motrice, le nuove linee di distribuzione rurale possono agevolmente provve-

derla; alla necessità delle facili comunicazioni risponde ormai egregiamente, laddove esista o sia completata una fitta rete stradale, quella trazione meccanica su strada, che tende a rendere inutili e col tempo parassite le ferrovie che non sieno di grande comunicazione o che non si irradiano per qualche decina di chilometri dai grandi centri.

In tale ambiente, che l'elettrocultura è destinata, almeno nelle regioni più progredite, indirettamente a favorire, parecchie lavorazioni, di cui qualcuna caduta, ma non dimenticata, colla sostituzione della grande industria all'artigianato, di filatura, di tessitura, di industrie alimentari, di piccola meccanica e di meccanica di precisione, potranno rifiorire.

Fiorendo assorbiranno le braccia, che l'elettrificazione avrà reso nell'agricoltura sovrabbondanti; impresa pazzesca questa della grande industria a domicilio, se dovesse essere contemporaneamente affrontata in grande stile e in molti luoghi, impresa invece di possibile e logica realizzazione, se gradualmente ed avvedutamente tentata all'inizio di una evoluzione così profonda, come quella che necessariamente si deve accompagnare ad una vera elettrificazione agricola.

*

Ma il prospettato fiancheggiamento dell'elettroagricoltura coll'industria a domicilio, oltre che attenuare la difficoltà demografica accennata, potrebbe anche concorrere a vincerne un'altra, che necessariamente si accompagna a questa elettrificazione, alla troppo scarsa cioè utilizzazione delle linee e delle cabine, che sieno esclusivamente destinate al servizio rurale.

È difficile nell'attuale penuria di dati attendibili, calcolare, anche approssimativamente la probabile densità dei consumi per usi agricoli; a semplice scopo di orientamento mi varrò di qualche indagine, che avevo fatto iniziare per le Tre Venezie, aggiungendo qualche ragionevole induzione, e spogliando nei dati tratti dai paesi, dove le statistiche sono maggiormente in onore che da noi.

Si può cominciare col supporre che la rete generale di distribuzione ad alta tensione arrivi a maglie che chiudano ciascuna un centinaio di kmq; a questa dovrebbero aggiungersi per una adeguata distribuzione rurale almeno altri settanta km di linee fra i 30 e i 6 mila V, con un centinaio di piccole cabine di trasformazione destinate ad erogare in media 5 kW per 600 h, cioè in definitiva 700 kVA di trasformatori con 300 000 kWh di erogazione.

La trebbiatura, per una conveniente rotazione delle coltivazioni, potrebbe forse assorbirvi 70 000 kWh con 200 kVA di cabine mobili.

Restano le installazioni per la elettroaratura e per la irrigazione meccanica.

Anche il problema dell'elettroaratura, come ebbi io stesso occasione di rilevare fino dal 1917⁽¹⁾, aspetta ancora una soluzione tecnicamente conveniente, che sfrutti meglio le peculiarità del motore elettrico, grande velocità e scarsa attitudine a sopportare sovraccarichi eccessivi, ma per il consumo di energia potrebbero forse essere presunti altri 400 000 kWh con 800 kVA di trasformatori.

Per la irrigazione si dovrebbe far calcolo su un litro per ettaro, limitatamente a un terzo della superficie totale e per 2000 h, ciò che corrisponde per un metro di prevalenza e col 60 % di rendimento all'elettropompa a 50 kW e a 100 000 kWh.

Circa all'incognita dell'altezza del sollevamento, a conoscere la quale si affaccia opportuna una metodica indagine da parte degli Uffici Idrografici, intesa a stabilire, dove l'irrigazione sia possibile senza sollevamento meccanico, e, dove questo sia necessario, con quale prevalenza in dipendenza della circolazione superficiale e sotterranea, si potrebbe assumere per condizioni medie una prevalenza di cinque metri, e quindi calcolare su un'erogazione di 500 000 kWh con 300 kVA di trasformatori.

Per un'elettrificazione agricola integrale si dovrebbe quindi su un kmq, cioè su 100 ha, possedere 0,7 km di linea ad A. T. con 20 kVA di trasformatori, e fare assegnamento, comprese le perdite nella rete secondaria, su un'erogazione di 14 000 kWh.

Da notare però, che non solo questi dati non possono essere che di larga massima e suscettibili delle più varie eccezioni, ma anche, per quanto riguarda specialmente lo sviluppo delle linee ad A. T. che si ritiene necessario, che una tecnica più rispondente a questa speciale applicazione, specie nella struttura delle linee a bassa tensione, potrebbe forse raggiungere raggi utili più estesi senza allentare troppo i cordoni della borsa o troppo sacrificare la regolarità della distribuzione.

Comunque è certo, che, specie nel caso di un'elettrificazione graduale, l'onere di queste reti peserebbe ben gravemente sul costo complessivo del kWh.

Basta por mente alla densità ben altrimenti maggiore delle distribuzioni urbane, e all'utilizzazione delle linee che vi fanno capo, per comprendere l'ardimento economico di una distribuzione rurale, e il vantaggio decisivo, che ci può essere a sfruttarle contemporaneamente in altro modo; da ciò il vantaggio per l'elettrificazione agricola del rimodernamento dell'artigianato e del sorgere della grande industria a domicilio.

Nè si pensi, che linee e cabine rurali possano essere costruite con grande economia; al contrario perchè un'accurata manutenzione non è certo nè facile nè economica.

Nè è neppure possibile continuare a sommare all'infinito le cadute di tensione, dimensionando i successivi elementi in cascata col solito 10 %, come effettivamente spesso avviene, col risultato non solo di far morire rosse dalla vergogna le lampade più modeste, ma di bruciare il motore della pompa e di arrestare il vomere nel solco.

Le difficoltà economiche si complicano quindi già nella distribuzione con quelle tecniche.

*

La creazione, poichè di questo si tratta, della grande industria a domicilio, se consigliata dalle nostre condizioni demografiche per parare all'esuberanza di braccia, che, poca o molta deve essere resa disponibile dall'elettrocultura, attenua, ma non elimina la scarsa utilizzazione delle linee e delle cabine rurali, che si è adesso illustrata, e il conseguente sacrificio del capitale, tanto più grave quanto un'effettiva penetrazione dell'elettricità nell'agricoltura, come del resto un rigoglioso fiorire dell'industria a domicilio, non può essere che relativamente assai lento.

Occorre quindi tenere nella debita considerazione il fatto, che occorreranno alcuni, eventualmente parecchi anni d'avviamento, prima che i capitali investiti nelle reti rurali, e non si è ancora minimamente parlato dell'attrezzamento a bassa tensione e degli equipaggiamenti elettromeccanici, possano trovare un ragionevole compenso, almeno di non elevare talmente le tariffe di vendita o da non accompagnarle dalla richiesta di contributi tali, da rendere ancora più lenta e faticosa la penetrazione considerata.

Da ciò e dalla considerazione, che si tratta indubbiamente di un altissimo interesse nazionale, sorge la necessità di un qualche aiuto dello Stato; questo può utilmente intervenire, come infatti in alcune iniziative analoghe è intervenuto, in uno di questi tre modi: o con mutui di favore, od assumendo nei primi decenni, secondo una scala decrescente, una parte dell'onere degli interessi delle spese d'impianto, o finalmente con premi una volta tanto commisurati ad un'equa percentuale del costo degli impianti stessi.

Quest'ultimo procedimento, benchè forse di più semplice applicazione, è il meno razionale, poichè, mentre si potrebbe comprendere, che i poteri pubblici considerassero le linee alla stregua degli altri mezzi di comunicazione, e ne assumessero quindi a proprio carico la costruzione, e ne concedessero l'esercizio, sovvenzionandolo, se necessario, sotto il proprio diretto controllo, come chi scrive ha già proposto per le grandi reti, si capirebbe meno, che lo Stato venisse in aiuto di un'impresa privata per rendere economicamente possibile quello che altrimenti non sarebbe, e per lasciare poi l'impresa stessa arbitra dell'uso delle linee stesse, fino teoricamente ad arrivare al punto che l'impresa costruisca la linea, ne intaschi il premio, e poi smantelli la linea stessa per recuperare il materiale.

Più sano appare invece il concetto del mutuo di favore, o, se questo non basta, del pagamento nei primi anni da parte dello Stato d'una parte degli interessi del capitale d'impianto, poichè è ovvio, che anche assodata la prospettiva di un discreto risultato economico finale, è quasi inevitabile, che i capitali investiti abbiano nei primi anni un compenso inadeguato; in sostanza è quello che succede per ogni miglioramento agricolo, che è per sua natura a lunga scadenza.

Un altro dei necessari presupposti dell'elettrificazione dell'agricoltura, risiede quindi nelle facilitazioni alle inerenti operazioni di credito, all'intento di dare all'impresa il necessario respiro per la restituzione del capitale e il pagamento degli interessi, le facilitazioni dovendo essere contemporaneamente concesse sia a favore delle reti rurali di cui abbiamo trattato, sia a favore degli impianti a valle dei trasformatori e del macchinario di utilizzazione.

E anche in altro modo possono lo Stato e soprattutto i Comuni, cui deve pure interessare la cosa, utilmente intervenire non tanto direttamente a favore dell'elettrocultura, quanto indirettamente promuovendo l'industria a domicilio, con opportune e giustificate franchigie nei dazi comunali, dai quali altrimenti qualunque industria a domicilio potrebbe essere interamente paralizzata, con aiuti a provvedere i locali, con miglioramenti stradali, e simili, come pure industrializzando gradualmente anch'essi le lavorazioni che per i servizi pubblici sono oggi fatte quasi esclusivamente a mano, come per esempio la preparazione del pietrisco per i ricarichi stradali, che potrebbe costituire una nuova, seppur modesta, ragione di erogazione dalle reti rurali.

*

Ma anche ottenute con tali interventi le difficoltà dell'impresa, resta a considerare per la sua realizzazione su larga scala quale sia l'Ente più adatto a costruire e ad esercitare le reti rurali fino alle cabine e le successive installazioni a bassa tensione.

Anche limitando l'attività dell'azienda fino alle cabine, credo che i più sieno giustamente dell'opinione, che le Società esercenti le grandi reti troverebbero difficoltà ad occuparsi direttamente della distribuzione rurale, e che, in analogia alla convenienza, che la pratica ha dimostrato per le distribuzioni urbane, convenga semmai provvedere ad enti specializzati di distribuzione rurale.

Però, in confronto alla distribuzione urbana, ci sono tali differenze, a cominciare dalla profondamente diversa densità dei consumi, da rendere dubbio, che anche questa forma sia veramente opportuna: l'elettrificazione rurale è costituita da due organi ben distinti in cascata, il primo è la rete rurale ad alta tensione colle relative cabine di distribuzione, il secondo è formato da quanto c'è a valle di queste

(1) « Riflessioni di un elettrotecnico sull'agricoltura ». - *L'Elettrotecnica*, maggio 1917.

cabine, dove le linee a bassa tensione sono di gran lunga più dipendenti che non nei centri abitati dalla scelta, dall'ubicazione e dall'esercizio degli apparecchi di utilizzazione, tanto da essere in buona parte temporanee o addirittura volanti.

Un ente distributore, che non arrivi che alle cabine è, per la esiguità stessa dei consumi un ente economicamente di troppo limitata importanza, che non potrebbe ottenere, che a prezzo di estendersi su una zona talmente vasta, da dover rinunciare appunto a quella efficace azione locale, che rappresenta la sua principale ragione d'essere, soprattutto allo scopo di raggiungere nel più breve tempo possibile quella massima densità dei consumi, che le condizioni locali permettono, e senza la quale l'impresa potrebbe riuscire rovinosa.

Da ciò la tendenza nelle pochissime imprese di questo genere, che finora si sono costituite per opera di qualche benemerito pioniere, ad irrobustire la struttura dell'azienda interessandosi direttamente anche degli impianti a bassa tensione e anche spesso delle utilizzazioni e delle lavorazioni agricole.

A chi scrive sembra, che ciò possa essere utile, finché manchino organismi più adatti, essenzialmente per avviare il problema verso la sua soluzione, ma che il sistema porti, per dir così, a una confusione di mansioni e di poteri, che può certamente essere in qualche caso eliminata da speciali attitudini personali, ma che non potrebbe in linea generale essere gradita al coltivatore, il quale, specie se proprietario, desidera prima di tutto anche per atavica mentalità rimanere padrone in casa sua.

In altri termini a me sembra, che il tentativo di applicare su larga scala questo sistema rischierebbe di rallentare piuttosto che di favorire l'elettrificazione dell'agricoltura, la quale dev'essere saviamente promossa dai distributori, ma escludendo il minimo accenno ad invadere mansioni altrui.

Si tratta di un punto del problema, che è estremamente delicato, e dal quale in parte non indifferente può dipendere il successo finale dell'impresa.

Non si esclude infatti, che in qualche caso, specie se insieme alla bonifica agraria si compie anche, come nell'agro Romano, una profonda modificazione nella distribuzione della proprietà terriera, possa felicemente verificarsi anche un diretto intervento dell'azienda distributrice; ma in genere sembra che occorra partire piuttosto dal concetto, che la elettrificazione agricola richiede per sua natura una applicazione completa e per quanto possibile contemporanea su ciascun singolo complesso organico di terreni, in analogia di quanto si richiede per le bonifiche e per le irrigazioni, anche se per fortuna questa modernizzazione delle colture non richiede estensioni altrettanto vaste e così strettamente imposte dalle condizioni topografiche locali.

Questo modo di considerare il problema conduce necessariamente all'idea del consorzio, possibilmente facoltativo, eventualmente anche obbligatorio, quando alla volontà della maggioranza si opponga soltanto la resistenza di qualche singolo; è il consorzio, che dovrebbe provvedere non solo agli impianti a bassa tensione e alla loro utilizzazione, ma anche alla rete ad alta tensione più propriamente rurale, e alle cabine, e che diverrebbe per la Società esercente la rete principale, sostanzialmente un grosso utente, o meglio una specie di sub-distributore, ma senz'altri legami che quelli derivati dal contratto di cessione dell'energia, che il consorzio dovrebbe anche essere autorizzato a cedere attraverso la propria rete alla piccola industria e all'industria a domicilio, ogni qual volta almeno non ci sia per questa la possibilità di allacciarsi più convenientemente a distribuzioni urbane.

Gli aiuti e le facilitazioni, di cui si è accennato in precedenza, andrebbero naturalmente a vantaggio, almeno in genere, perché è un campo dove le eccezioni possono essere anche frequenti, dei consorzi, che dovrebbero eseguire i lavori con piani organicamente studiati e su preventivi attendibili, debitamente controllati per conto dello Stato o dell'Ente incaricato dei finanziamenti dal Genio Civile, o da quel Genio Rurale, che si volesse, ad imitazione della Francia, istituire.

Nelle bonifiche l'elettrificazione risulterebbe, come già si è osservato, più agevole, per esserci già la base d'una vera organizzazione tecnico industriale, e il completamento di una vera rete rurale, appoggiata alle grandi reti limitrofe, avrebbe anche il benefico effetto di permettere di rinunciare a quella costosa, ed economicamente irrazionale, duplicazione degli impianti idrovori, che oggi è rappresentata dalle singole riserve termiche, riserve termiche, che, una volta sostanzialmente migliorata la rete, e provveduto a multipli contatti, potrebbero assai più vantaggiosamente essere sostituite da una o due centrali termoelettriche di maggiori dimensioni, poste in posizione opportuna rispetto alle bonifiche e rispetto al loro più economico funzionamento, che potrebbero assai più economicamente provvedere a un'eventuale deficienza di energia ed esercitare all'occorrenza sulla generalità degli impianti un'utilissima azione integratrice.

*

Giunti a questo punto, mi si permetta però di affermare, poiché siamo in agricoltura, che noi abbiamo un po' messo il carro avanti ai buoi.

Si è visto, che già la rete rurale ad alta tensione e le relative cabine, non possono garantire al capitale investito un'equa remunerazione, e quindi svilupparsi su larga scala, se non a condizione, che

l'elettricità fornisca a un'agricoltura intensiva, tutta l'energia di cui essa può aver bisogno, e che anche allora sarebbe utile che vi si agguingesse un largo impiego di energia per sollevamento d'acqua per irrigazione, possibilmente altre utenze per l'industria, per l'artigianato e per i servizi pubblici.

Allo stato attuale questa elettrificazione integrale non è invece quasi possibile, perché, malgrado i tentativi di qualche fabbricante di materiale elettrico e meccanico, malgrado gli sforzi e i sacrifici di alcuni esercenti, malgrado le indubbie benemeritenze di qualche privato imprenditore e di qualche proprietario isolato, l'opera ardua, ma slegata, non ha potuto avere piena ragione delle numerose difficoltà che si frappongono, il problema tecnico potendosi dire veramente risolto soltanto nei riguardi del sollevamento meccanico delle acque, la elettropompa avendo trovato, prima che in agricoltura, numerose applicazioni industriali, che ne hanno perfezionata e resa veramente compatta ed organica la struttura.

Nè di questo stato di cose è da far colpa ad alcuno; i problemi dell'elettrocultura non possono essere risolti nè unicamente a tavolino, e neppure col solo concorso del laboratorio e del banco di prova, mentre d'altra parte è necessario, perché la elettrocultura possa seriamente svilupparsi, che tutte le difficoltà accessorie sieno contemporaneamente risolte o quanto meno avviate verso una soluzione: si richiedono perciò in larga misura anche l'aria libera, gli anni, la collaborazione coll'elettrotecnico, dell'ingegnere civile e idraulico, vorrei dire dell'ingegnere rurale, del geologo, del dottore in chimica e di quello in agraria, anche del contadino o almeno del fattore, il tutto cementato da un'adeguata disponibilità di mezzi, e soprattutto da quell'affiatamento che non è frequente ottenere.

Per accennarne soltanto per sommi capi, c'è anzitutto il problema della distribuzione secondaria, da cui dipende anche la densità di quella primaria, coi suoi impianti permanenti, semipermanenti e volanti, che, in correlazione alla scelta del motore, può determinare da solo il successo o l'insuccesso dell'impresa. Finché queste linee si dovranno continuare a fare trifasi e interamente isolate, è poco probabile, che il problema ottenga una vera soluzione, così come non l'ottenne la trazione urbana, finché non si potè ridurre ad uno solo il filo isolato; già un notevole progresso si otterrebbe rinunciando all'isolamento di uno almeno dei tre conduttori; l'ideale sarebbe una distribuzione monofase con un polo o possibilmente un filo a terra. Non è difficile intuire quali difficoltà di realizzazione si accompagnino a una visione di questo genere.

Segue il problema della miglior connessione del motore elettrico colla macchina agraria, problema, si è già osservato, praticamente risolto solo per la elettropompa, ed inteso ad ottenere apparecchi più compatti, di più facile eventuale trasporto, di uso più semplice, di minor pericolo, quando in altri casi non convenga invece facilitare l'uso di un medesimo motore per finalità diverse per approfittare della successione di alcune operazioni agrarie, problema che ad esempio si è andato risolvendo nell'attrezzamento elettrico delle officine meccaniche, e che in agricoltura ha certamente un'importanza ancora maggiore.

C'è il problema centrale dell'aratura, senza di cui non si può seriamente parlare di elettrificazione, dove il motore elettrico, come già avevo osservato, mal si adatta a far la parte del bove, e dove anche i dispositivi funicolari presuppongono una sistemazione del terreno e una consistenza degli argini raramente verificabile in pratica.

C'è lo studio, cui ho incidentalmente accennato, dell'idrologia sotterranea.

Ci sono le applicazioni dell'elettrotecnica a tutte le operazioni accessorie, alla manipolazione e al trattamento dei prodotti, eventualmente al loro trasporto e al loro immagazzinamento nell'interno dell'azienda, al loro imballaggio, al trattamento dei foraggi, delle uve, del latte.

Ci sono finalmente alcune industrie ausiliarie, dove l'applicazione dell'elettricità non può essere utilmente tentata, che con una perfetta conoscenza anche dell'agricoltura.

A una recente esposizione inglese, oltre agli elettroventilatori per governare la fermentazione del fieno senza l'intervento del sole, erano perfino esposti apparecchi radiotelefonici per far giungere alle fattorie la previsione del tempo.

Non mancano altri problemi, che pure non avendo coll'elettrotecnica una relazione diretta, sono indirettamente connessi coll'introduzione dell'elettricità nell'agricoltura, e con questa vanno studiati; tale ad esempio la ripercussione dell'elettrificazione sulla quantità e sulla scelta del bestiame.

È insomma un enorme volume di problemi strettamente complessi e concatenati fra loro, nel loro insieme pressoché insoluti, e la cui soluzione rappresenta invece un presupposto indispensabile dell'elettrificazione; almeno di non accontentarsi, che questa si riduca per decenni all'installazione di poche lampade e di qualche motorino, con scarsa soddisfazione dell'esercente, che difficilmente vedrà così compensati gli sforzi compiuti, con minore soddisfazione dell'agricoltore, che in queste condizioni si vedrà necessariamente posto a ogni altro utente, e in conseguenza mal servito.

Occorre anche a questo porre riparo, non certo coll'erezione di un Istituto di Stato, che dovrebbe cominciare colla facciata, ma più

semplicemente con un diretto accordo fra gli interessati, esercenti da una parte, agricoltori dall'altra, che raccolga i mezzi tecnici e finanziari necessari a studiare per qualche anno seriamente il problema, almeno, per cominciare utilmente, limitatamente alle esigenze particolari di una sola regione.

Con ciò sarebbe anche automaticamente provveduto al primo nucleo tecnico capace di sviluppare razionalmente i progetti di elettrificazione dell'agricoltura, base dei primi futuri consorzi, e capace di guidarne, almeno nei primi tempi, il relativo svolgimento.

Altrimenti malgrado ogni buona volontà, e i tentativi fatti finora, benchè non numerosi, provano, che le buone volontà non mancano, si tratterà sempre di tentativi sporadici, senza quella ripercussione nell'economia agricola generale, che una tale trasformazione dovrebbe invece essere capace di apportare in qualche decennio.

*

Ho così sommariamente prospettati quei presupposti, che ritengo fondamentali per la elettrificazione dell'agricoltura, analizzando premesse ed esponendo direttive.

Al solito non ho la pretesa di aver colpito interamente giusto da per tutto, e meno ancora di aver sempre indicato i migliori rimedi; spero però di aver dato argomento a una discussione, che, se saprà mantenersi altrettanto obbiettiva e spregiudicata, potrà essere molto più interessante ed utile di questa modesta esposizione.

PRODOTTI AZOTATI ED ENERGIE IDRO-ELETTRICHE

ETTORE KERBAKER



Comunicazione per la XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.

Noi Italiani abbiamo sempre mandato all'Estero il nostro danaro per molte materie fertilizzanti adoperate nella concimazione delle nostre terre, e per il grano che queste terre non producevano in quantità sufficiente ai nostri bisogni.

È quasi una ventina d'anni che l'industria della calciocianamide ha contribuito ad alleviare le nostre condizioni, con produzioni annuali che hanno anche sorpassate le 25 000 tonnellate. In questi ultimi tempi ad essa si sono aggiunte altre industrie aventi lo stesso scopo, tra cui quella dell'ammoniaca sintetica. Un quintale d'ammoniaca contiene 82 kg di azoto; perciò l'ammoniaca è un prodotto azotato per eccellenza e serve di base a svariati prodotti fertilizzanti.

Non possiamo però dire con questo di essere a posto, perchè la nostra popolazione è in continuo aumento, e con esso il bisogno di rendere le nostre terre sempre più produttive. D'altra parte, oltre alle forze idrauliche e... all'aria ed all'acqua, da cui sappiamo trarre l'ammoniaca, abbiamo noi altre risorse naturali? L'ultima parola non è detta; chi non sa, per esempio, che l'Italia possiede importanti giacimenti di bauxite, e che dall'industria dell'alluminio — quando si sieno sormontate talune difficoltà tecniche del processo Serpek — si possono ricavare ogni anno, come sottoprodotti, migliaia di tonnellate di prodotti azotati?

Tanto per i metodi accennati che per altri, l'influenza della disponibilità idroelettriche si fa sentire più o meno fortemente. In taluni processi il carbone nero è o può essere il solo utilizzato; in altri invece è al carbone bianco che spetta tale prerogativa.

Per l'Italia, che deve acquistare il carbone nero all'Estero, e che invece dispone di forze idrauliche notevoli, viene spontaneo il domandarsi quale dei metodi riesca più adatto per ottenere i prodotti nelle condizioni più vantaggiose. Evidentemente la risposta che si può dare oggi potrebbe non essere più valevole domani, date le ancor mutevoli condizioni del mercato. Potrebbe, anche per prodotti azotati ripetersi quanto è accaduto nell'industria siderurgica; durante la guerra, quando il prezzo del carbone era alle stelle e quello della energia elettrica era mantenuto al valore d'anteguerra, convenivano e si adottarono un po' dappertutto i forni elettrici per l'acciaio; in seguito, capovoltosi le condizioni dei prezzi, in molti casi si ritornò ai Martin.

Avendo a disposizione i diversi elementi di costo per la tonnellata di azoto fissato (peso, carbone, numero kWh, ore di mano d'opera, spese di ammortamento e diverse) è possibile stabilire dei termini di confronto e vedere, per esempio, qual'è l'influenza del costo del kWh sulla produzione di un determinato prodotto azotato, quando il carbone è pagato a L. 200 la tonnellata; quando è pagato a L. 100 e così via. Quantunque uno studio di questo genere è d'interesse generale, pur tuttavia non sembra troppo facile poterlo compiere perchè le poche Società che eserciscono queste industrie, e che posseggono tutti i dati di costo, non hanno interesse a pubblicarli.

Essendo a conoscenza di qualche dato positivo di produzione, crediamo far cosa utile esporre in una tabella i diversi elementi di costo, che possono poi servire a tracciare graficamente i risultati comparativi. Con ciò non intendiamo esporre dei valori assoluti, ma soltanto dare un'idea dell'influenza che le nostre disponibilità idroelettriche possono avere nel mercato dei prodotti azotati.

Considereremo in questo studio i prodotti azotati seguenti:

- 1) Calciocianamide.
- 2) Ammoniaca prodotta con la calciocianamide.
- 3) Ammoniaca sintetica, prodotta con solo carbone.
- 4) Ammoniaca sintetica prodotta con carbone ed energia elettrica.
- 5) Ammoniaca sintetica, prodotta con quasi solo energia elettrica.
- 6) Ossido di azoto (Processo Birkeland).
- 7) Ammoniaca prodotta col processo Bucher (cianuri).
- 8) " " " " Serpek (allumina).

Calciocianamide. (CaCN₂).

Si ottiene facendo passare una corrente di azoto sul carburo di calcio, ad una temperatura di 1000° a 1100° C. Aggiungendo del fluoruro di calcio (circa l'8 % in peso) si ha il vantaggio di abbassare la temperatura di reazione (processo Polzenius) sui 600°-700° C.

La calciocianamide del commercio contiene generalmente il 15 per cento di azoto. Le indicazioni che diamo qui sotto si riferiscono ad una calciocianamide al 20 % perchè, moltiplicando i diversi dati per 5, si hanno con facile calcolo gli elementi di costo della tonnellata di azoto fissato.

Gli elementi necessari per una tonnellata di calciocianamide ai 20 % sono i seguenti:

Carburo di calcio	kg.	750
Fluoruro di calcio	"	30
Azoto	"	270
Energia elettrica	kWh	360
Mano d'opera	ore	10
Spese generali e diverse	L.	18
Ammortamento ed interesse al 15 %	"	24

Per i 750 kg di carburo, a sua volta, occorre:

Calce	kg.	750
Carbone	"	540
Energia elettrica	kWh	2.600
Mano d'opera	ore	7,5
Spese generali e diversi	L.	27
Ammortamento ed interesse al 15 %	"	11

Per i 750 kg di calce occorre:

Carbonato di calcio	kg.	1,300
Carbone	"	135
Mano d'opera, poco più di	ore	1
Ammortamento ed interessi	L.	3

Per i 270 kg azoto (pari a 215 m³) occorre:

Energia elettrica: 215 × 0,4 = ...	kWh	86
Mano d'opera	ore	1,5
Spese generali	L.	5
Ammortamento ed interessi	"	7

Tirando le somme, si ha, per una tonnellata di calciocianamide:

Energia elettrica	kWh	3,046
Carbone	kg.	675
Mano d'opera	ore	20
Spese diverse (carbonato di calcio compreso) L.		110
Ammortamento ed interessi	"	45

Per completare il bilancio, bisogna esaminare i sottoprodotti di quest'industria. Dalla fabbricazione della calce (del quantitativo sopra indicato):

750 × 1,33 = 1000 kg di anidride carbonica, pari a m³ 500, prodotto questo che crediamo vada perduto.

Dalla fabbricazione del carburo di calcio:

Quasi la metà del carbone utilizzato si associa con l'ossigeno, formando ossido di carbonio. Ora 270 kg di carbone danno luogo a 260 kg di CO, equivalente a 860 000 calorie. Per ogni tonn: azoto fissato si svolgono dunque 5 × 860 000 = 4 300 000 calorie (che sarebbero date presso a poco da 540 kg di antracite).

Questo gas potrebbe, per esempio essere incanalato ed utilizzato per motori a gas. Il problema non è praticamente facile e non sappiamo se esiste qualche fabbrica che sia arrivata a questa utilizzazione.

Dalla fabbricazione dell'azoto (con l'aria liquida).

In corrispondenza dei 270 kg di azoto, sono prodotti anche 50 m³ di ossigeno. Se l'impianto aria liquida è proprio di questa potenzialità, è difficile che, dando l'azoto puro (99 %) dia allo stesso tempo l'ossigeno anche puro; generalmente quest'ultimo esce inquinato di azoto per una percentuale assai forte (40 al 50 %). Solo nel caso di grossi impianti crediamo che il sottoprodotto ossigeno possa essere commerciabile.

Ammoniaca (NH₃) da Calciocianamide.

Sottoponendo la calciocianamide all'azione del vapore d'acqua, essa si trasforma in ammoniaca e carbonato di calcio. Potrebbe convenire questa trasformazione quando la produzione della calciocianamide fosse superiore alla domanda, e quando ci fosse invece richiesta di altri prodotti fertilizzanti, preparati a base di ammoniaca (come il nitrato ammonico, il solfato ammonico, ecc.). Si vedrà che tale metodo non può oggi lottare con l'ammoniaca sintetica.

Per ottenere una tonnellata di ammoniaca calciocianamide occorre:

Calcio cianamide	kg.	4.300
Carbone per fare il vapor d'acqua »	»	1.300
Mano d'opera	ore	8
Spese generali e diversi	L.	13
Ammortamento ed interessi . . .	»	3

Per paragonare il costo della tonnellata Azoto di quest'ammoniaca con quella della calciocianamide, dobbiamo sostituire ai 4.300 kg di quest'ultima i dati esposti in precedenza. Si ottengono così gli elementi seguenti, che sono stati addirittura calcolati per la tonnellata azoto (ossia moltiplicando per il rapporto 100:82).

Energia elettrica	kWh	16.000
Carbone 3.550 + 1.500 = . . .	kg.	5.050
Mano d'opera 106 + 8 = . . .	ore	114
Spese diverse 580 + 13 = . . .	L.	593
Ammortamento	»	240

In questo caso, per ogni tonnellata d'azoto fissato si hanno i seguenti sottoprodotti, commisti in una specie di fanghiglia:

Carbonato di calcio	kg.	4.000
Calce spenta	»	1.500
Carbone	»	600

Facendone evaporare l'acqua, si può arrivare, in ultima analisi, ad un certo ricupero, che non possiamo troppo precisare.

Ammoniaca sintetica. (NH₃).

La sintesi dell'idrogeno e dell'azoto per la formazione dell'ammoniaca data da non molti anni ed è dovuta al Prof. Haber. Dal metodo Haber poi sono derivati altri metodi, che se ne differenziano specialmente per le pressioni e le temperature.

Le officine di Oppau, che sventuratamente saltarono non molto tempo fa, producevano, col metodo di Haber, sulle 200 tonn. e più al giorno di ammoniaca sintetica, e senza dubbio erano le più importanti del genere. Un impianto siffatto doveva per forza avere un rendimento molto elevato; ed è evidente che se lo stesso processo Haber si applicasse per ottenere solo 20 o 30 tonnellate di ammoniaca al giorno, i consumi di carbone e di forza risulterebbero più forti.

Noi presenteremo gli elementi di costo per quest'ultimo caso, perchè lo scopo del presente studio è il paragone tra diversi sistemi che hanno la possibilità di aver vita nel nostro Paese. Prima però daremo qualche dato sulle famose officine tedesche.

In linea schematica, l'impianto era così costituito:

Adatti gasogeni, alimentati da 360 tonnellate di buon coke, producevano 1.000.000 di metri cubi di gas all'acqua nelle 24 ore. Questo gas, come si sa, contiene circa il 50 % d'idrogeno; poi il 40 % di ossido di carbonio, 6 % di azoto, ed il restante tra anidride carbonica e metano. A tale gas era aggiunto in dovute proporzioni, alquanto gas povero, al fine di aumentarne il tenore in azoto.

Per sottoporre questo gas alla catalisi, occorreva anzitutto toglierli ogni traccia di ossido di carbonio ed anidride carbonica; la presenza infatti di questi carburi frustra l'azione catalitica, trasformandosi in metano con l'idrogeno. Se invece resta nel gas un po' di metano, ciò non disturba la produzione.

Per liberarsi dell'ossido di carbonio, si comprimeva il gas a 20 atmosfere e lo si faceva passare, così compresso, in un catalizzatore dove, in presenza dell'acqua, l'ossido si trasformava in anidride carbonica, liberando idrogeno. La sostanza catalitica era ossido di ferro in massima parte.

Per liberarsi poi dell'anidride carbonica (fortemente accresciuta dopo la precedente epurazione), compresso il gas a 200 atm lo si faceva venire in contatto di una soluzione ammoniacale di formiato rame.

A questo punto del processo si aveva dunque un gas che conteneva qualitativamente idrogeno, azoto ed un po' di metano. L'idrogeno però aveva un volume quattro volte superiore a quello dell'azoto, quindi l'azoto era in quantità deficiente, perchè, per formare una tonnellata di ammoniaca, occorrono 1950 m³ d'idrogeno e 650 m³ di azoto. Il restante azoto era fornito da un impianto ad aria liquida.

Proporzionati i due gas, si mandavano questi nella batteria dei catalizzatori, i quali rappresentavano la parte più delicata di tutto l'impianto, poichè la catalisi si faceva a 200 atm e ad una temperatura di 550 a 600° C. Interessanti particolari costruttivi e particolari misure di sicurezza erano osservati per questi apparecchi. Il materiale catalitico era il ferro puro, o quasi.

Apparecchi di lavaggio, scambiatori di temperatura, apparecchi produttori di vapor d'acqua, strumenti di controllo e di misura erano intercalati nell'impianto descritto.

Oltre alle 360 tonnellate di coke per la produzione del gas, erano utilizzati, per diversi servizi di compressori, ecc. 11.000 kW all'ora, tutti ottenuti termicamente; anzi i 9/10 erano prodotti da 23 gasogeni alimentati giornalmente da 600 tonnellate di lignite del Reno, i quali producevano il gas per 4 grossi motori a gas povero, ciascuno della potenza di 3000 a 4000 HP.

L'impianto di Oppau era basato tutto sul carbone. Lo si potrebbe chiamare: Haber-carbone.

Da noi, dove la forza idroelettrica può maggiormente convenire, potrebbero i diversi servizi farsi elettricamente, lasciando al carbone

solo il compito di produrre il gas. Si avrebbe così il processo Haber 1/2 carbone.

Con forza elettrica a buon mercato, potrebbe convenire produrre anche il gas elettricamente, ossia l'idrogeno con l'elettrolisi, e l'azoto totalmente con la rettificazione dell'aria liquida. Sarebbe questo processo l'Haber elettrolitico.

Per ciascuna di queste suddivisioni del processo sintetico Haber noi diamo qui sotto i diversi elementi di costo; e per meglio far risaltare certe differenze, separiamo la produzione dei gas dalla loro sintesi. Questi dati separati potranno comportare qualche elemento non troppo esatto; le somme però sono quelle che corrispondono a dati di fatto, eccetto che per il processo elettrolitico. Essi si riferiscono alla tonnellata d'azoto fissato.

	Haber carb.	Haber 1/2 carb.	Haber el.
Coke	kg 2400	2400	—
Carbone	» 1200	—	—
Energia elettrica	kWh —	850	15 850
Mano d'opera	ore 28	28	33
Diversi	L. 70	70	74
Ammortamento	» 270	270	500

Sintesi:

Carbone	kg 2400	1200	1200
Energia elettrica	kWh —	850	850
Mano d'opera	ore 28	28	28
Diversi	L. 106	106	106
Ammortamento	» 420	420	420

TOTALE:

Carbone	kg 6000	3600	1200
Energia elettrica	kWh —	1700	16 700
Mano d'opera	ore 56	56	61
Diversi	L. 176	176	180
Ammortamento	» 690	690	920

C'è da fare le seguenti osservazioni:

1) Il numero d'ore della mano d'opera è stato aumentato per tener conto di quella parte del personale che deve essere specialmente addestrato.

2) Il consumo d'energia elettrica per l'ottenimento di 1 m³ di idrogeno elettrolitico è stato assunto a 6,5 kWh; tale consumo si può solo ottenere quando la dinamo è azionata direttamente dalla turbina; altrimenti esso può salire ad 8 ed anche più kWh. Per meglio intendere: per ottenere 3 metri cubi di gas tonante (due di idrogeno ed uno di ossigeno) occorrono da 13 a 18 kWh. Dicendo che un m³ di idrogeno prende almeno 6,5 kWh, si sottintende che il metro cubo di ossigeno non viene calcolato.

Quanto ai sottoprodotti, il solo che sembra essere utilizzabile è l'ossigeno nel caso dell'Haber elettrolitico.

Per ogni tonnellata di azoto fissato si hanno circa 1180 m³ di ossigeno elettrolitico, ed altri 200 provenienti dalla rettificazione dell'aria liquida. Con un impianto che potesse produrre 30 tonnellate di ammoniaca al giorno, occorrerebbe un impianto ad aria liquida di forte capacità, che consente la produzione simultanea di azoto ed ossigeno della purezza richiesta. Lo smercio di questo ossigeno si presenta piuttosto problematico, a meno che la fabbrica si trovi in un gran centro metallurgico. L'invio dell'ossigeno anche a piccola distanza ne aumenta subito il prezzo, perchè ogni metro cubo di questo gas richiede, per il suo trasporto, oltre 13 kg di recipiente, peso questo che deve computarsi per l'andata ed il ritorno. Con le odierne tariffe, anche se la fabbrica di prodotti azotati volesse cedere il suo ossigeno per niente e computasse le semplici spese di compressione ed ammortamento bombola, già a 60 km di distanza non potrebbe più sostenere la concorrenza di un produttore locale. Quando anche in Italia s'incomincerà a generalizzare l'uso dell'ossigeno liquido come esplosivo, forse allora, sotto questa forma, sarà più possibile lo smercio di tale sottoprodotto sia perchè potrebbe essere più richiesto, sia perchè il suo trasporto richiede recipienti di 1 kg per m³ ed anche meno.

La riliquefazione dell'ossigeno potrebbe farsi con processo più economico dell'ordinario, ricorrendo ad uno speciale ciclo. D'altra parte i moderni recipienti per il trasporto di questo liquido tanto evaporabile ne fanno perdere meno del 10 % nelle 24 ore; sicchè con una buona organizzazione l'industria di questo sottoprodotto potrebbe essere abbastanza remunerativa.

Le cifre sopra esposte si riferiscono al metodo classico dell'Haber. In questi ultimi tempi altri metodi, derivati dall'Haber, sono stati sanzionati dalla pratica, e pare diano un più alto rendimento; per es. il sistema Claude, che con la pressione supera le 1000 atm. mentre con le temperature si mantiene entro limiti assai più bassi.

Ossido di Azoto (NO) con l'arco voltaico.

È il sistema Birkeland-Eyde; le officine di Notodden, in Norvegia, ne danno l'esempio classico.

Facendo passare una corrente di aria atmosferica a traverso un arco voltaico disposto in un campo magnetico e che, sotto l'influenza di questo, assume la forma di un largo disco, l'azoto resta ossidato e si forma l'ossido d'azoto. Tale ossidazione si compie tra i 3000° ed i 3500° C. Raffreddato poi rapidamente, quest'ossido, a contatto dell'aria diventa biossido. Sottoposto questo biossido ad una pioggia di acqua, esso si trasforma in acido nitrico solubile, che, con calce e calcare, dà luogo al nitrato.

Il rendimento di questo processo è dei più bassi in ragione delle forti quantità di calore perdute. Mentre, secondo i calcoli, dovrebbero ottenersi circa 260 grammi di acido nitrico per kW-ora, nella realtà se ne hanno solo 62. In altri termini, una tonnellata di acido nitrico valutato al 100 % richiede 16 100 kWh, e per conseguenza la tonnellata di azoto fissato richiede 72 500 kWh.

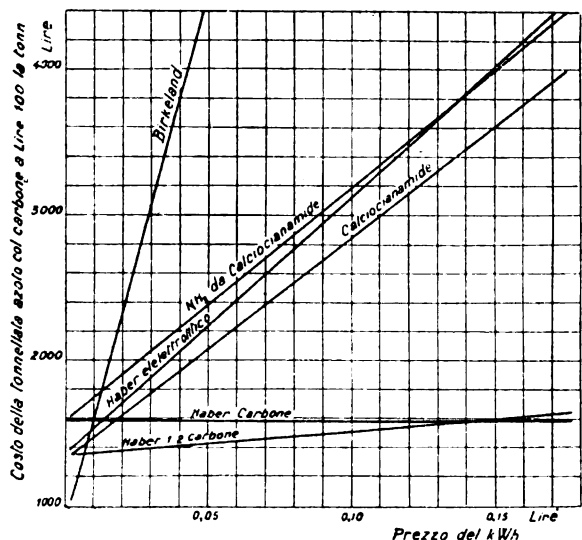


Fig. 1.

Le spese diverse — mano d'opera ed ammortamento compresi — ammontano a circa L. 850 per tonnellata di azoto; poichè la mano d'opera vi entra per pochissimo, ne risulta che la maggior parte della citata cifra è data dall'ammortamento. Le due cifre date nella tabella per mano d'opera e spese diverse possono essere inesatte; più esatto invece è il grafico, che tien conto solo della somma sopra esposta.

Processo Bucher.

Questo processo è adoperato dalla Nitrogen Produits Co. di America (Officine di Saltville). Il principio è il seguente:

Si manda una corrente di azoto in un catalizzatore contenente carbonato di soda e carbone; in presenza di ferro, che fa da materiale catalitico, si forma cianuro di sodio, con svolgimento di ossido di carbonio. Trattato il cianuro con acqua, si ottiene l'ammoniaca.

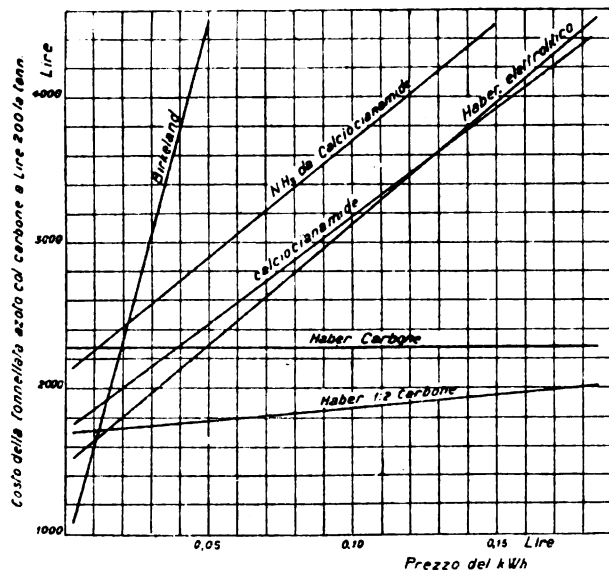


Fig. 2.

Non abbiamo dati molto sicuri sul costo di quest'ammoniaca, e perciò ci asteniamo dall'indicare i valori nella tabella. Data però la grande analogia tra questo ed il processo ammoniacale da calciocianamide, potremo ritenere le cifre già esposte per quest'ultimo, eccetto per quanto riguarda il carbone, che col metodo Bucher interviene con un peso non superiore alla metà. La maggiore semplicità d'impianto nel sistema Bucher non consente, d'altra parte, una diminuzione dell'ammortamento, perchè questa economia è compensata dalle maggiori spese di manutenzione dovute alla cianurazione degli apparecchi, per cui, non si è fin ora riusciti a trovare adatta protezione.

Metodo Serpek.

Anche per questo metodo ci mancano dati sicuri. È stato tentato in Francia ed in America, e furono incontrate talune difficoltà tecniche; per questa ragione, ed anche per ragioni d'indole diversa, la

produzione venne sospesa. I progressi tecnici — specialmente per quanto riguarda refrattari — permetteranno senza dubbio di riportare un giorno in auge questo metodo, che nel nostro Paese determinerebbe un più basso costo dell'alluminio, con vantaggio delle costruzioni delle linee elettriche.

Il principio del metodo Serpek è il seguente:

Facendo reagire al forno elettrico bauxite e carbone, sotto una corrente di azoto, si forma azoturo di alluminio, con svolgimento di ossido di carbonio. Tale reazione si verifica tra i 1800° ed i 1900° C. e questo è il punto delicato del metodo.

L'azoturo d'alluminio, decomposto in autoclave in presenza di liscivia di soda, dà da una parte ammoniaca, e dall'altra alluminato di soda da cui si ottiene l'allumina che è la materia prima necessaria per la produzione dell'alluminio. Questo metodo di trasformazione dell'azoturo rimpiazza quello del Bayer nell'ordinaria produzione dell'alluminio: perciò, per ottenere ammoniaca dall'industria dell'alluminio, la sola operazione in più che occorre fare è quella del forno elettrico per ottenere azoturo.

Se paragoniamo il metodo Serpek a quello dell'ammoniaca da calciocianamide, vediamo che per quest'ultimo occorrono tre informazioni: quella del calcare e carbone per fare la calce; quella della calce e carbone per fare il carburo; e quella del carburo ed azoto per produrre la calciocianamide. Il metodo Serpek richiede dunque una minore mano d'opera. Tenendo conto di questo, e della quantità di carbone, che è di circa di 4.600 kg per tonnellata di azoto fissato, si potrebbe anche per questo metodo tracciare un grafico, che ci darebbe un'idea abbastanza approssimata di quanto può costare questa unità azoto rispetto alle altre.

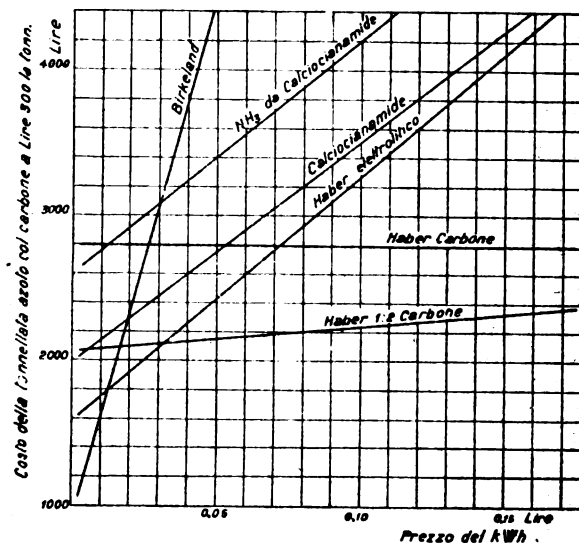


Fig. 3.

Il quadro generale degli elementi di costo per ciascuno dei metodi accennati si presenta come segue:

	Carbone kg	En. elett. kWh	Spese div. Lire	Mano d'op. Ore	Ammortam. Lire
Calciocianamide	3375	15 230	550	100	205
NH ₃ da calciocian.	5050	16 000	593	114	240
Haber-carbone	6000	—	176	56	690
Haber-1/2 carbone	3600	1 700	176	56	690
Haber-elettrolitico	1200	16 700	180	61	920
Birkeland	—	72 500	80	20	750

I valori della precedente tabella si riferiscono alla tonnellata di azoto fissato. Pel tracciamento dei grafici, si è considerata l'ora a L. 2,30. Nella colonna delle spese diverse si vedono cifre notevolmente differenti da un metodo all'altro; ciò dipende dal fatto che in talune di esse sono comprese anche certe materie prime, che avrebbero richiesto, per una esposizione più dettagliata, una colonna a parte.

I tre grafici riportati danno il costo dell'unità azoto nei diversi prodotti esaminati, per tre prezzi diversi del carbone, ossia L. 100; L. 200 e L. 300 la tonnellata.

Essi mostrano chiaramente l'influenza del prezzo del carbone e di quello dell'energia elettrica. L'ammoniaca sintetica a base di carbone sembra essere per ora la più conveniente, anche col carbone a L. 300 la tonnellata reso in fabbrica. Solo con forza idroelettrica molto a buon mercato possono i processi dove l'energia elettrica entra in massima parte, diventare più vantaggiosi.

Ad ogni modo grande è il margine rispetto al nitrato del Cile; questo, che oggi costa sulle L. 1450 la tonnellata e comporta dal 15 % al 16 % di azoto, porta il prezzo di quest'ultimo a quasi L. 9000 la tonnellata.

Nel 1918 i tedeschi asserivano che essi avrebbero potuto dare il kg d'azoto fissato a circa 1 marco; ciò non sembra impossibile con impianti come quelli che esistevano ad Oppau e col carbone a meno di L. 100 alla tonnellata.

LA DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA E LE CRISI DI MAGRA ORDINARIE ED ECCEZIONALI DEI CORSI D'ACQUA DEL VENETO

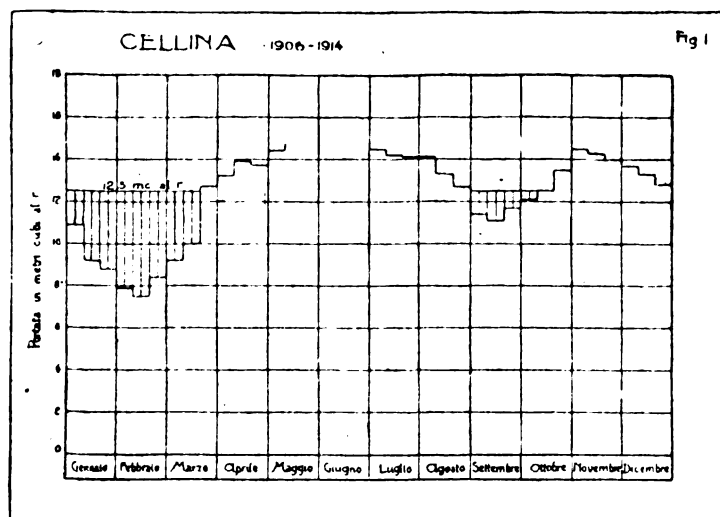


Relazione del Sotto-Comitato B (Impianti idroelettrici) del Comitato Idrotecnico Italiano per la XXVIII Riunione
:: :: :: :: Annuale dell'A. E. I. :: :: :: ::

L'interesse destato dall'analogo studio, riguardante la regione Lombardo-Piemontese, che fu presentato dal nostro Sottocomitato all'assemblea dello scorso anno, ci ha invogliati a rivolgere in questo secondo tempo la nostra attenzione alla regione Veneta, che fu colpita essa pure dal fenomeno di magra eccezionale, verificatosi negli anni 1921 e 1922.

Il nostro Sottocomitato si è trovato invero ad un certo momento in dubbio se proseguire o meno quest'indagine, perchè la pubblicazione nel frattempo avvenuta della magistrale relazione del Commissario regionale Prof. Ing. Lorenzo Ferraris ⁽¹⁾, portò già in argomento a conoscenza pubblica una grande messe di dati e di considerazioni d'altissimo valore.

La nostra esitazione fu vinta soltanto dal convincimento che poteva essere tuttavia utile di riprendere in esame la questione, profittandone per portare a conoscenza dei tecnici una più ampia documentazione idrologica circa i corsi d'acqua del Veneto ed in particolare un materiale interessantissimo per lo studio del tipico fenomeno di magra del 1921-22.



Ciò premesso seguiremo in massima, per uniformità d'indirizzo, lo stesso ordinamento della nostra Relazione dell'anno scorso.

1. - Erogazione annuale d'energia e correlativa potenza degli impianti.

Le deficienze statistiche, più volte lamentate, sono causa che gli elementi in questione risultino alquanto incerti e questa relatività è nel Veneto anche maggiore che altrove, in quanto per le note ragioni, guerra, dopoguerra e crisi di magra, soltanto di recente la distribuzione si può dire abbia potuto entrare in una fase normale.

Gli elementi statistici più attendibili al proposito, sono i seguenti:

L'Ing. G. De Marchi nel suo studio su « La produzione di energia elettrica in Italia nel 1920 » ⁽²⁾, riproduce la situazione in questi termini:

Regione Veneta	Potenza installata	60 800 kW
	Energia prodotta	230 000 000 kW-ore
	Ore d'utilizzazione	3790

ed il Commissario regionale Prof. Ferraris, indica per 1922-23 come probabile situazione di fatto del gruppo Società Adriatica:

Potenza	60 000 kW
Energia prodotta	270 000 000 kW-ore

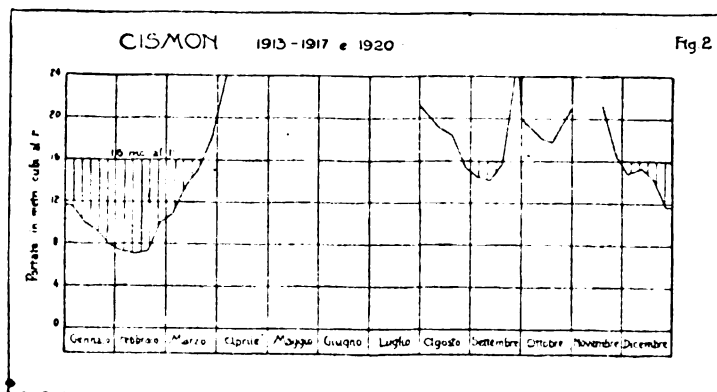
dal che si dedurrebbe l'utilizzazione annua di 4500 ore.

⁽¹⁾ Annali del Consiglio Superiore delle Acque, Vol. IV, Fasc. 4.

⁽²⁾ Annali del Consiglio Sup. delle Acque, Vol. IV, Fasc. 2-3.

Noi consideriamo, in linea di fatto, che la potenza raggiunta complessivamente dalle utilizzazioni del Veneto possa essere ora alquanto maggiore di 60 000 kW e che l'utilizzazione annua vada avvicinandosi a quella media normale delle nostre regioni, di 4000 ore, stabilita per lo studio riguardante Piemonte e Lombardia, e perciò, anche per uniformità di conclusioni, porremo a fondamento delle nostre indagini l'utilizzazione di 4000 ore, intendendo comunque che uno scostarsi da questo dato entro i limiti che praticamente si verificano, non possa sostanzialmente mutare le conclusioni che si andranno a ricavare nel presente studio.

Poichè può interessare anche un dato sia pure generico al riguardo della potenza idrica totale ricavabile nel Veneto, ci consentiamo di accennare che assegnando alla parte montuosa della detta regione (fra l'Isonzo e l'Adige) una potenza d'energia pari a 25 kW



per kmq, la sua disponibilità totale di potenza dovrebbe dirsi pari a circa 350 000 kW, e compreso il bacino dell'Adige (450 000 kW in ragione di 40 kW per km²), complessivamente 800 000 kW ⁽³⁾.

2. - Variazioni medie annuali della potenza e dell'energia fornita dagli impianti.

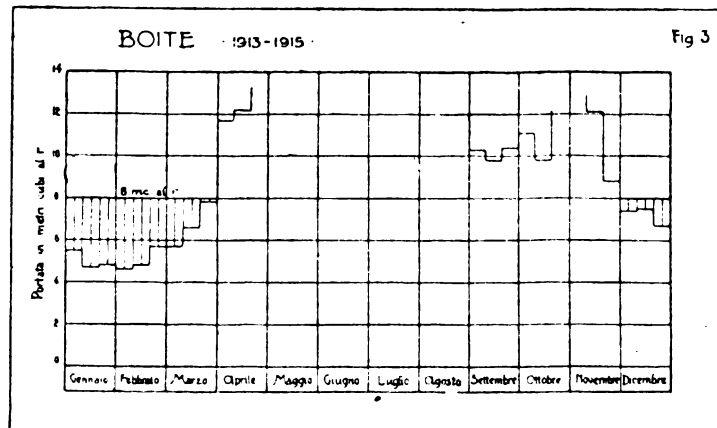
I corsi d'acqua della regione Veneta (comprendendovi anche il bacino dell'Adige) accennano ad un diagramma delle portate che ha una sostanziale analogia col regime delle precipitazioni, segnando esso due massimi annui, l'uno in primavera e l'altro in autunno, e due minimi, l'uno in inverno e l'altro in estate.

La presenza tuttavia di importanti nevai e di qualche ghiacciaio accenna qua e là, per qualche corso d'acqua, ad una sensibile influenza del regime glaciale, con più spiccata emergenza quindi del tipo di deflusso caratteristico per questi bacini e che fu già particolarmente studiato nella relazione dell'anno precedente.

Altro generico requisito dei bacini veneti si è la costituzione generalmente permeabile di essi e quindi, come meglio vedremo in seguito, un alto coefficiente di perennità delle portate.

I diagrammi medi dei corsi d'acqua Cellina, Cison, Boite, Avisio, Adige e Mincio, riportati alle figure 1 a 6, lasciano chiaramente vedere l'influenza delle varie circostanze suesposte ed il prevalere di uno o dell'altro dei due regimi.

I diagrammi in questione non sono però del tutto adatti allo svolgimento dello studio che ci interessa, perchè essendo costituiti con portate che sono anche superiori alla massima portata utilizzata, ne



risulta che le medie non rispecchiano fedelmente il quadro d'esercizio delle rispettive derivazioni. Parve più opportuno quindi di svolgere

⁽³⁾ Le suesposte valutazioni sono state fatte dall'Ing. Forti nello studio « Le forze dell'avvenire, Bollettino Città di Milano, dicembre 1919. Nella comunicazione tenuta dal Prof. Revessi alla Sezione di Roma dell'A. E. I. il 17 marzo 1923, egli accenna, basandosi sul Catasto delle forze idriche delle Tre Venezie, ad una disponibilità di 600 a 700.000 cavalli.

TABELLA I.

CELLINA. — Portata normale 12.5 m³ al 1' = 4562.5 m³ giorni all'anno										
Anno	Magra invernale					Magra estiva				
	Portata in m³	Deficienza	Percentuale di deficienza	Deflusso mancante m³ giorni	Percentuale di deficienza	Portata in m³	Deficienza	Percentuale di deficienza	Deflusso mancante m³ giorni	Percentuale di deficienza
1906	7,3	5,2	41,6	—	—	9,1	3,4	27,2	111	2,44
1907	6,5	6,0	48,0	537	11,75	10,4	2,1	16,8	76	1,67
1908	6,4	6,1	48,7	405	8,67	7,7	4,8	38,4	127	2,78
1909	4,8	7,7	61,5	700	15,35	11,2	1,3	10,4	18	0,42
1910	7,8	4,7	37,6	138	2,96	10,4	2,1	16,8	58	1,27
1911	7,1	5,4	43,2	289	6,19	7,2	5,3	42,4	211	4,62
1912	10,9	1,6	12,8	60	1,31	12,5	0,0	0,0	0	0,00
1913	5,6	6,9	55,2	480	10,50	11,5	1,—	8,—	11	0,24
1914	6,8	5,7	45,6	265	5,68	8,4	4,1	32,8	148	3,24
Medie	7,—	5,5	44,—	359	7,86	9,8	2,7	21,6	84,5	1,875

CISMON. — Portata normale 16 m³ al 1'' = 5840 m³ giorni all'anno.										
Anno	Magra invernale					Magra estiva				
	Portata in m³	Deficienza	Percentuale di deficienza	Deflusso mancante m³ giorni	Percentuale di deficienza	Portata in m³	Deficienza	Percentuale di deficienza	Deflusso mancante m³ giorni	Percentuale di deficienza
1913	4,—	12,—	75,—	—	—	15,—	1,—	6,25	5	0,08
1914	5,5	10,5	65,6	625	10,70	7,5	8,5	53,—	201	3,44
1915	6,—	10,—	62,5	710	12,15	10,6	5,4	33,8	209	3,58
1916	6,—	10,—	62,5	880	15,05	12,5	3,5	21,9	133	2,28
1917	9,—	7,—	43,7	310	5,30	10,—	6,—	37,5	132	2,26
1920	7,4	8,6	53,7	359	6,14	10,—	6,—	37,5	95	1,62
Medie	6,3	9,7	60,6	577	9,9	10,9	5,1	31,9	129	2,21

BOITE. — Portata normale 8 m³ al 1'' = 2920 m³ giorni all'anno.										
Anno	Magra invernale					Magra estiva				
	Portata in m³	Deficienza	Percentuale di deficienza	Deflusso mancante m³ giorni	Percentuale di deficienza	Portata in m³	Deficienza	Percentuale di deficienza	Deflusso mancante m³ giorni	Percentuale di deficienza
1913	4,—	4,—	50,—	282	9,65	8,—	0,0	0,00	3	0,103
1914	4,2	3,8	47,5	200	6,85	6,3	1,7	21,2	9	0,309
1915	4,5	3,5	43,7	274	9,37	7,15	0,85	10,65	0	0,000
Medie	4,23	3,77	47,1	252	8,62	7,15	0,85	10,65	4	0,137

AVISIO. — Portata normale 16 m³ al 1'' = 5840 m³ giorni all'anno.										
Anno	Magra invernale					Magra estiva				
	Portata in m³	Deficienza	Percentuale di deficienza	Deflusso mancante m³ giorni	Percentuale di deficienza	Portata in m³	Deficienza	Percentuale di deficienza	Deflusso mancante m³ giorni	Percentuale di deficienza
1899	7,9	8,1	50,6	750	12,8	10,2	5,8	36,2	110	1,88
1900	6,7	9,3	58,1	1240	21,2	8,7	7,3	45,6	300	5,15
1901	5,9	10,1	63,1	740	12,7	16,—	0,0	0,0	0	0,00
1903	6,4	9,6	60,—	930	15,9	13,2	2,8	17,5	0	0,00
1905	6,4	9,6	60,—	650	11,6	9,7	6,3	39,4	126	2,16
1906	5,1	10,9	68,—	940	16,1	5,7	10,3	64,4	650	11,20
1908	6,7	9,3	58,1	910	15,6	8,3	7,7	48,1	240	4,11
1909	5,1	10,9	68,—	1370	23,4	12,—	4,—	25,—	99	1,69
1910	6,1	9,9	62,—	910	15,6	12,6	3,4	21,2	60	1,03
1911	5,7	10,3	64,4	980	16,8	7,—	9,—	56,2	339	5,80
1912	7,—	9,—	56,2	417	7,2	11,4	4,6	28,8	60	1,03
1913	5,3	10,7	67,—	930	15,9	11,4	4,6	28,8	90	1,54
Medie	6,2	9,8	61,2	897	15,35	10,5	5,5	34,4	173	2,96

lo studio che ci occupa sulla serie dei singoli diagrammi annuali che fortunatamente si hanno a disposizione per i rispettivi corsi d'acqua.

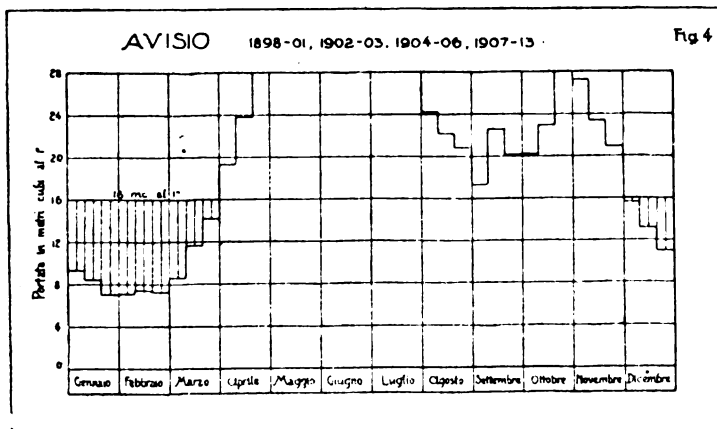
Tralasciando per brevità di riportare qui tutto il detto materiale di studio, se ne riassumono i risultati nella Tabella I, riguardante Cellina, Cison, Boite ed Avisio.

Anche per questo studio, come per il precedente riguardante Piemonte e Lombardia, l'indagine è stata svolta in base a quelle portate del corso d'acqua di cui si può normalmente disporre per 7-8 mesi all'anno.

Riassumendo i dati percentuali della Tabella I, si ottiene la seguente situazione normale di magra, che può ritenersi in via approssimativa mediamente valida per l'intera regione considerata:

	Magra invernale		Magra estiva	
	% deficienza potenza	% deficienza energia	% deficienza potenza	% deficienza energia
	(1)	(2)	(3)	(4)
Cellina	44. —	7.86	21.6	1.88
Cison	60.6	9.90	31.9	2.21
Boite	47.1	8.62	10.65	0.14
Avisio	61.2	15.35	34.4	2.96
Medie	53.2	10.4	24.6	1.8

Dal punto di vista della potenza degli eventuali impianti integratori, l'elemento determinante è dato sempre dalla prima colonna e cioè dal 53.2 % di deficienza media, mentre dal punto di vista della energia, la deficienza totale annua determinante può essere data dalla



somma dei dati percentuali delle colonne (2) e (4), (12.2 %), quando debbasi supplire esclusivamente con energia termica, oppure con serbatoi che si riempiano una sola volta nell'anno, e dalla percentuale della sola colonna (2), (10.4 %), quando il regime del corso d'acqua alimentare del serbatoio integratore, consenta, fra i due eventi normali di magra, la ricostituzione del volume occorrente alla integrazione maggiore, che è quella invernale.

3. - Situazione rispetto alla magra eccezionale avvenuta nel 1921-22.

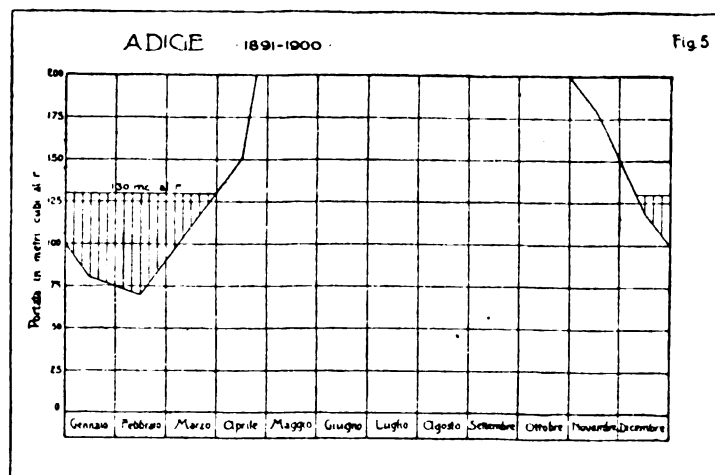
Nel periodo dal giugno 1921 al marzo 1922, la straordinaria e ben nota scarsità di precipitazioni ha avuto per conseguenza la mancanza della ripresa autunnale dei deflussi ed un saldarsi quindi della magra estiva con quella invernale in una magra unica di eccezionale durata ed intensità.

I precisi rilievi del Magistrato alle Acque e delle Società esercenti gli impianti del Cellina e del Cison (alle quali rivolgiamo i nostri ringraziamenti per le gentili comunicazioni dei relativi elementi), ci mettono in grado di disporre di sei ottimi diagrammi a fondamento dello studio di questo particolare fenomeno, e le conclusioni che se ne traggono sono quindi assai interessanti per la loro attendibilità.

I sei diagrammi in questione, riportati alle fig. 7 a 12, consentono di individuare, come si è fatto per le magre normali, la deficienza media di potenza (portata) e di energia (deflusso) avutesi nella magra 1921-22, secondo la Tabella II.

4. - Conclusioni circa i valori relativi delle magre normali ed eccezionali - Integrazione.

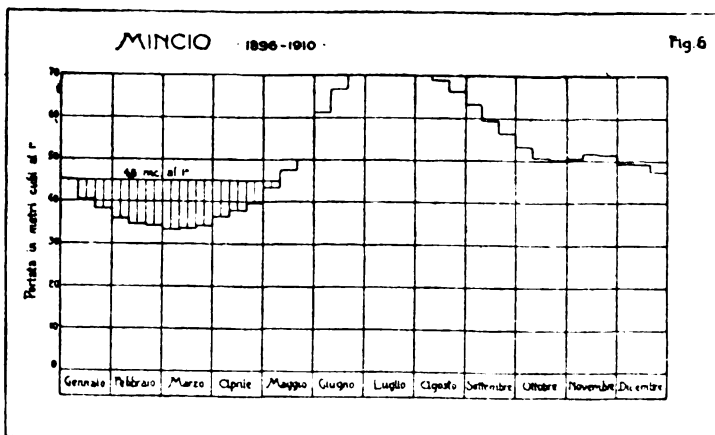
Tralasciando dal considerare la situazione emergente per fatto della magra estiva, perchè di evidente secondario interesse per le nostre conclusioni, e supponendo che la situazione media dei corsi



d'acqua considerati corrisponda alla media condizione degli impianti, non solo attuali ma anche futuri della regione Veneta, risulta dal sin qui esposto, e col criterio di relatività da applicarsi a tutti i dati medi, quanto segue:

- a) che la deficienza invernale media di potenza raggiunge il 53.2 % della potenza degli impianti;
- b) che la deficienza invernale eccezionale di potenza raggiunge il 68.8 % della potenza degli impianti;
- c) che la deficienza normale media d'energia raggiunge il 10.4 % della totale quantità d'energia annua, vendibile in relazione alla potenza;
- d) che la deficienza eccezionale di energia raggiunge il 32.9 % della quantità totale come in c).

Dato quindi, secondo le nostre premesse, che per ogni 1000 kW di potenza d'impianti, la correlativa produzione annua d'energia si ragguagli a 4 000 000 kWh-ore, la situazione dell'esercizio nei ri-



guardi dell'integrazione delle magre, si presenta nelle seguenti condizioni:

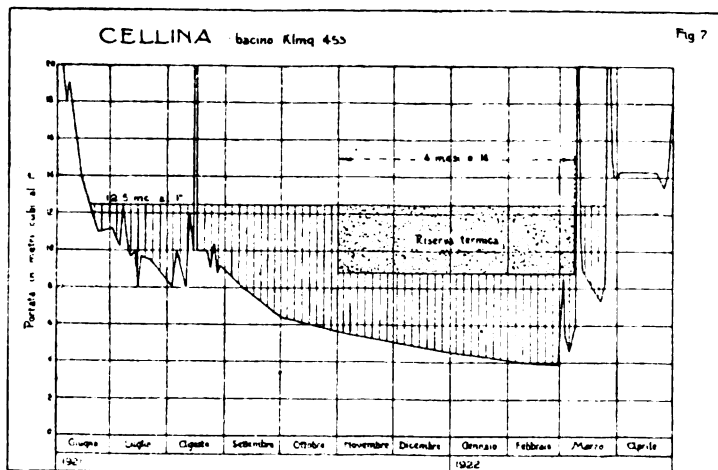
	Per ogni 1000 kW di potenza d'impianti a deflusso	
Potenza degli impianti integratori	532 kW	Energia da fornirsi dagli impianti integratori
Magre normali	688	416 000 kWh-ore
» eccezionali	688	1 316 000 »

Stabilito quindi anche per la regione Veneta la validità del prin-

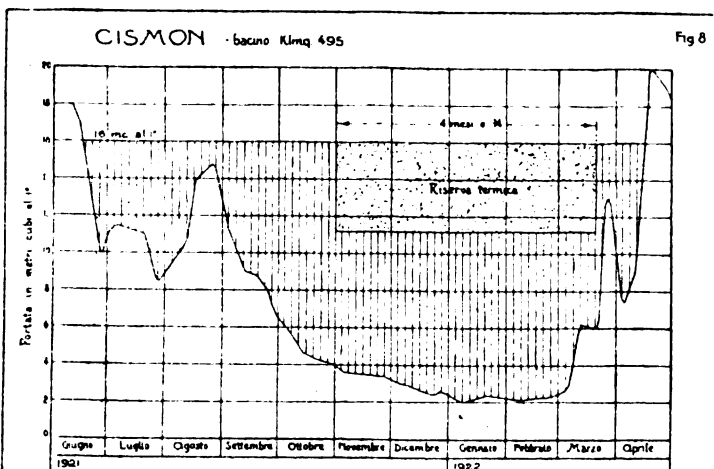
TABELLA II.

Superficie bacino in km²	Corso d'acqua	P O R T A T E						Utilizzazione totale m³ giorni	D E F L U S S I	
		N o r m a l e		Magra eccezionale 1921/22		Deficienza	Percentuale		Deficienza m³ giorni	Percentuale
		m³/l''	l/km²	m³/l'	l/km²					
453	Cellina	12,5	27,6	3,85	8,48	8,65	69,2	4562,5	1688	36,9
495	Cismon	16,—	32,3	2,—	4,03	14,—	87,5	5340,—	2870	49,2
391	Boite	8,—	20,4	2,8	7,15	5,2	65,—	2920,—	937	32,1
1546	Brenta	40,—	25,9	14,—	9,06	26,—	65,—	14600,—	4870	33,4
10949	Adige.	130,—	11,9	50,—	4,57	80,—	61,5	47450,—	9900	20,9
2260	Mincio	45,—	19,9	16,—	7,07	29,—	64,5	16425,—	4070	24,8
Medie							68,8			32,9

cipio esposto nella precedente Relazione, che alle magre di normale ricorrenza si debba far fronte con impianti idrici d'integrazione a serbatoio ed alle magre eccezionali colle riserve termiche, e arrotondando perciò a 600 kW ed a 500 000 kW-ore la potenza e rispettiva-



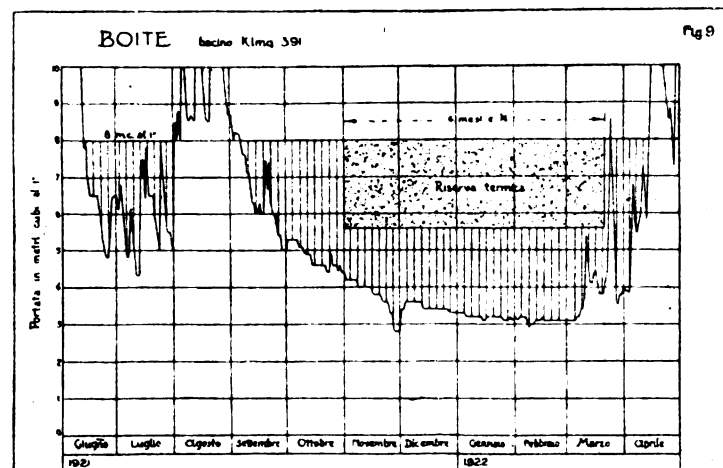
mente l'energia da fornirsi dagli impianti idrici d'integrazione per ogni 1000 kW di potenza degli impianti a deflusso, ne risulta che per fronteggiare l'intera deficienza eccezionale di produzione d'energia, che vedemmo essere, sulla base dell'evento del 1921-22, in cifra tonda di kW-ore 1 300 000 (sempre per 1000 kW d'impianti a deflusso) le riserve termiche dovrebbero fornire 800 000 kW-ore (1 300 000-500 000).



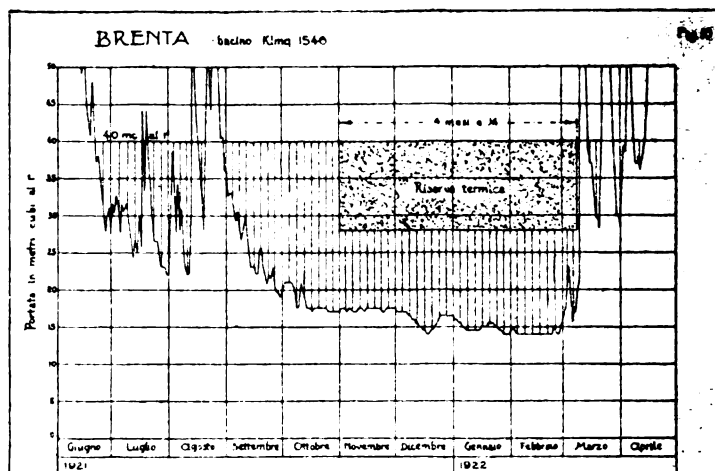
Ed il pareggio della situazione di magra eccezionale si avrebbe in questi termini:

Produzione dell'impianto a deflusso 67.1 % di	
4 000 000	2 700 000 kW-ore
Produzione dell'impianto idrico d'integrazione	500 000 »
Produzione dell'impianto termico d'integrazione	800 000 »

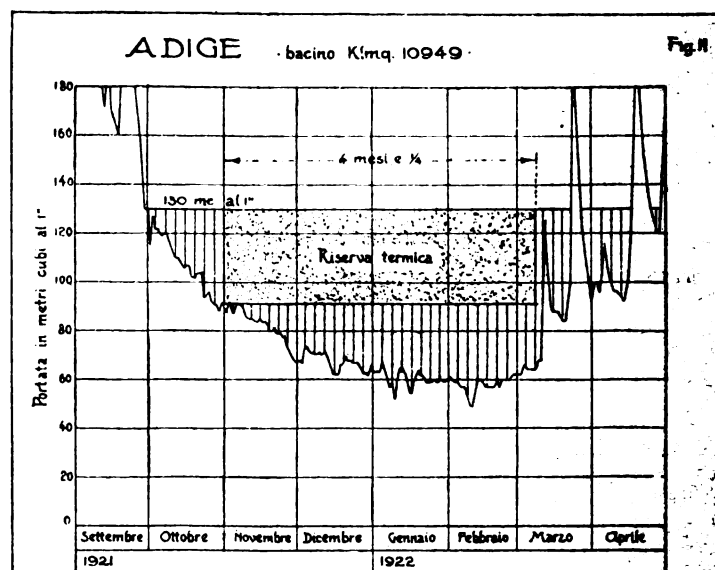
Torna il totale di 4 000 000 kW-ore



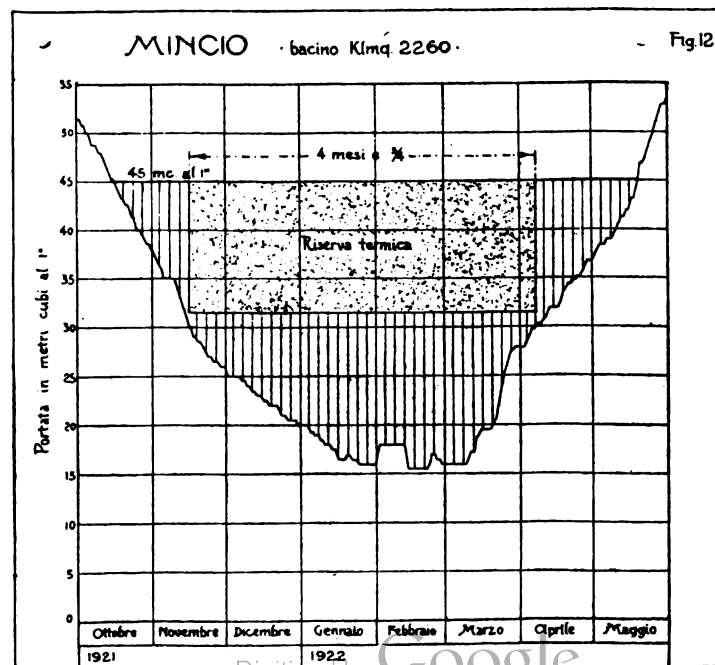
In altri termini, mentre il sistema degli impianti idrici d'integrazione dovrà essere in grado di fornire il 12.5 % dell'energia degli impianti a deflusso della regione, le riserve termiche dovrebbero fornire il 20 % dello stesso quantitativo d'energia.



Per quanto riguarda la potenza degli impianti integratori, dato il principio di divisione fra magre normali e magre eccezionali a cui fronteggiare rispettivamente con impianti idrici e con impianti termici, risulterebbe che la potenza degli impianti termici dovrebbe essere per ogni 1000 kW d'impianto a deflusso, pari alla differenza fra 688 e 532 kW e quindi di circa 150 kW.



Se si raffrontano però i 150 kW di potenza cogli 800 000 kW-ore di energia, risulta che tali impianti dovrebbero poter funzionare nel caso di una magra come quella del 1921-22 per 5350 ore e cioè per circa sette mesi e mezzo, il che pone in evidenza la giustezza del dubbio formulato dal Chiaro Prof. Ferraris nella già richiamata sua Relazione, circa l'apprezzamento del momento nel quale fare entrare



in giuoco la riserva e quindi circa l'efficacia pratica di una riserva così dimensionata.

La cosa cambia alquanto d'aspetto ammettendosi invece che la potenza degli impianti termici sia, per esempio, il 30 % della potenza degli impianti a deflusso, perchè allora fissando come principio di massima che si operi la messa in funzione della riserva termica solo quando dopo i primi di novembre si sia raggiunta una già grave situazione di magra, si avrà sempre un punto quasi preciso di partenza per funzionamento delle dette riserve, mentre essendo scarse le probabilità di ripresa degli afflussi prima del febbraio o marzo, i serbatoi potranno essere utilizzati al loro pieno valore.

L'andamento catastrofico del 1921-22, fig. 1 a 6, sta a dimostrare che rinnovandosi, *quod Deus advertat*, tale gravissimo evento, si potrebbe col funzionamento delle centrali termiche, iniziato secondo il detto principio e continuato per poco più di quattro mesi, colmare la deficienza nella distribuzione dell'energia senza pratiche fallanze.

Riassumendo tutto quanto sopra, si può dire quindi che per distribuire 1000 kW d'energia d'impianti a deflusso con 4000 ore di utilizzazione annua, anche durante le magre eccezionali di secolare ricorrenza come quella del 1921-22, si dovrà nella regione Veneta avere a disposizione:

	Potenza kW	Energia kW-ore
Impianti idrici a deflusso	1000	2 700 000
Impianti idrici d'integrazione . . .	600	500 000
Impianti termici d'integrazione . .	300	800 000
Somme 1900		4 000 000

5. - Situazione attuale degli impianti idrici d'integrazione del Veneto.

Mentre, come vedemmo, nella Relazione riguardante il Piemonte e la Lombardia, l'integrazione delle magre di queste regioni si ottiene mediante la sistemazione a serbatoio di parecchi laghi alpini, nel Veneto attualmente, e per un prossimo futuro, tale funzione è assunta dal grandioso impianto di S. Croce, il quale si può considerare avente una potenza di funzionamento normale di 75 000 kW dei quali due terzi circa soggetti alla situazione degli impianti a deflusso (vedi Prof. Ferraris, Annali Cons. Sup. delle Acque - vol. IV, fasc. 4, pag. 83).

Dato quindi che gli impianti di S. Croce dispongano di circa 80 000 000 di kW-ore d'energia d'integrazione idrica, questi possono regolarizzare (12.5 %) circa 640 000 000 di kW-ore d'energia d'impianti a deflusso per una potenza pari a 160 000 kW, ciò che vuol dire in via approssimativa sino al raddoppiamento dell'erogazione attuale.

Per quanto riguarda le riserve termiche la potenza attualmente installata è prossima a quella sopra individuata del 30 %, perchè nelle diverse centrali si dispone di circa 14 000 kW, contro 18 000 che sarebbero corrispondenti al 30 % su 60 000 kW di potenza attuale degli impianti. A questo proposito è ovvio che i requisiti di elasticità e larghezza degli impianti di S. Croce ed il fatto della magra eccezionale appena trascorsa, possono consentire alle imprese esercenti un notevole respiro nel proporzionare le riserve termiche nel modo precisato più sopra.

La situazione della regione Veneta si presenta dunque sotto un certo punto di vista più favorevole di quella del Piemonte e della Lombardia, perchè il grande impianto produttore del Lago di S. Croce in corso di allestimento, provvede esso stesso in successive fasi di progressivo sviluppo alla propria integrazione idrica, cosicchè soltanto nel periodo successivo quando tutta l'energia di esso sarà utilizzata, entreranno in valore le norme riguardanti gli impianti a deflusso e quelli integratori che sono state esposte nella presente e nella precedente Relazione.

Non ci è possibile di chiudere questo lavoro, senza richiamare ancora, come è stato fatto iniziandolo, l'opera magistrale del Prof. Ferraris quale Commissario Veneto durante la magra del 1921-22, espressamente dichiarando che dove emerge qualche differenza di cifre o di apprezzamenti fra il nostro ed il suo elaborato, ciò è dovuto al fatto che l'Illustre nostro Consocio, com'era naturale data la mansione sua, ha considerato più che altro la situazione degli impianti attuali ed il più prossimo futuro, mentre le nostre conclusioni sono basate su un quadro generale meno aderente forse alla realtà attuale, ma più a quella che auspichiamo abbia ad essere in futuro la sistemazione definitiva razionale nella messa in valore delle forze idrauliche della regione Veneta.

Milano, 31 luglio 1923.

Per il Sotto-Comitato B - (Impianti idroelettrici)
Ing. ANGELO FORTI - Relatore.

SOTTO-COMITATO B (Impianti idroelettrici)

PANZARASA Ing. ALESSANDRO, Presidente - COVI Ing. ADOLFO - FORTI Ing. ANGELO - GANASSINI Ing. GAETANO - GHETTI Ing. OTTAVIANO - LIGUORI Ing. PIRRO - SALMOIRAGHI Ing. DARVINO - RONCALDIER Ing. ALDO - ZUNINI Ing. Prof. LUIGI.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione. - - - -

LETTERE ALLA REDAZIONE

Un interessante caso di fulminazione.

Trieste, 1 agosto 1923.

Onor. Associazione Elettrotecnica Italiana

MILANO

Via San Paolo n. 10

Mi pregio portare a conoscenza di codesta On. Associazione l'infortunio occorsomi sul lavoro, e che date le speciali circostanze, susciterà un certo interesse fra gli egregi colleghi.

Non avviene in fatti di frequente che un colpito da corrente elettrica d'esercizio d'alta tensione (28 000 volt) sfugga da morte certa e non perda la sua lucidità di mente durante tutto il tempo trascorso dall'investimento della corrente al suo passaggio attraverso il suo corpo e gli rimangano impresse tutte le terribili fasi della disgrazia.

Ed ecco il fatto:

Il giorno 5 maggio a. c. recatomi alla Centrale elettrica del Porto Vittorio Emanuele III di Trieste per controllare il funzionamento d'un nuovo relais a massima installato a due metri d'altezza, m'avvicinai all'interruttore in olio ad alta tensione (28 000 volt) e parlando con il macchinista, al quale volevo spiegare i vantaggi, alzai la mano verso il nuovo relais per additargli le innovazioni. In quell'attimo si sprigionò una gran fiamma che formò un arco fra il relais e la mia mano tesa. Ricordo perfettamente, non avendo perduto come ho detto, la mia lucidità di mente, d'aver tosto provato una forte nausea con sforzi di vomito e d'essermi voluto sottrarre istintivamente al pericolo. Tutti i miei sforzi erano inutili, non riuscivo a comandare ai miei muscoli, ero come paralizzato. Intanto formavo corto circuito con la carcassa dell'interruttore e la fiamma uscendo dal mio gomito destro guizzava verso la stessa. Per mia fortuna poggiavo con un piede su di una rotaia di ferro, ciò che invitò la corrente a sfiorare la parte destra del mio corpo e a raggiungere la rotaia.

La corrente al suo passaggio mi perforò scarpa e piede producendomi una piaga profonda alla pianta dello stesso.



Le sofferenze erano atrocissime, non potevo però nè parlare nè muovermi. Intanto il macchinista, quantunque spaventato, con gli occhi fuori dell'orbita, ebbe la prontezza di spirito d'interrompere quasi all'istante la corrente. Tutto ciò successe in cinque secondi al massimo. Ma le mie torture non finirono. All'atto della chiusura della corrente, io subii una contrazione di muscoli così violenta, da farmi fare, raggomitolo su me stesso, un salto mortale all'indietro, cadendo per mia maggior disgrazia sul fianco destro lesa. Potei infine ricominciare a respirare, da prima a stento, migliorando sempre più con la ripresa dell'energia muscolare. Soccorso prontamente, fui subito dopo trasportato a casa.

Riportai le seguenti ustioni come si rileva dall'eccluse fotografie:
Ustioni di 1° grado alla mano destra;

» » 2° grado attorno all'avambraccio di forma anulare largo dieci centimetri;

due ustioni di 3° grado vicino al gomito;

un'ustione di 3° grado al piede destro con foro d'uscita profondo un centimetro.

Dopo undici settimane di degenza le ferite si rimarginarono. Zoppico però ancora un poco e non posso ancora articolare regolarmente le dita della mano destra. Il sistema nervoso è scosso fortemente. Soffro d'insonnia e sono nervosissimo, perchè delle saltuarie ma giornaliere alterazioni di cuore (da 100 a 120 pulsazioni) mi producono all'orecchio destro il ronzio caratteristico della corrente.

Quanto alla causa del fenomeno non la attribuisco tanto all'essermi troppo avvicinato al relais (perchè come ripeto esso si trova ad un'altezza di due metri dal suolo), bensì al fatto che la corrente in

quel momento avrà avuto una tensione di gran lunga superiore ai 28.000 volt e ciò in seguito alla perturbazione atmosferica.

Infatti contemporaneamente in tutte e due le centrali elettriche, tanto in quella del Porto Vittorio Emanuele III, dove io mi trovavo, quanto in quella del Porto E. F. Duca d'Aosta, distanti fra loro cinque chilometri e congiunte con un cavo ad alta tensione (28.000 volt) si percepirono dei rumori caratteristici dovuti alle scariche elettriche atmosferiche (corni).

Secondo il mio modesto discernimento questa deve essere l'unica causa dell'infortunio, poichè per tutti gli impianti delle due Centrali, eseguiti secondo i progetti da me ideati ed elaborati, m'attenni strettamente a tutte le prescrizioni di sicurezza allora in vigore (1913).

Non mi sarei pertanto mai aspettato che una disgrazia sarebbe potuta avvenire nelle celle isolate e profonde dove si trovano gli interruttori d'alta tensione con i relais ad un'altezza quasi inarrivabile. Ecco un fatto, che dimostra ancora una volta, come non si sia mai abbastanza prudenti nelle precauzioni da adottarsi; valga pertanto questa mia disgrazia quale monito a tutti gli egregi colleghi perchè non trascurino nelle loro Centrali tutti quei provvedimenti che valgono a prevenire simili infortuni.

Con perfetta osservanza.

Ing. MUSCHKA.

* *

Per la elettrificazione dell'agricoltura.

Riceviamo:

Spett. Redazione,

Ho letto l'interessante conferenza dell'Ing. Civita sul problema elettro-agricolo. Ai cinque punti che costituiscono il programma enunciato dall'illustre conferenziere proporrei di aggiungere un sesto e cioè: Propaganda nelle campagne.

Anche la propaganda dovrebbe essere svolta a cura dell'A. E. I. sia per mezzo di conferenze — nei centri agricoli — a complemento di quelle tenute dai professori delle Cattedre Ambulanti (incompetenti in questo ramo), sia per mezzo di pubblicazioni su giornali agricoli. Anzi quest'ultimo sistema stimerei migliore perchè mentre il giornale agricolo entra ormai in tutte le case dei coltivatori (essendo in generale organo di associazioni agrarie), le conferenze sono spesso e volentieri disertate dal contadino che in materia di coltivazione non vuole maestri, bastandogli gli insegnamenti tramandati di generazione in generazione.

Tale propaganda potrebbe facilitare la costituzione e il finanziamento dei costituendi Enti Elettro-Agricoli.

E. BURZIO.

:: SONTI E SOMMARI ::

APPLICAZIONI AGRICOLE.

H. HAYET — Le applicazioni dell'elettricità all'agricoltura. (L'Industrie électrique, 10 marzo 1923, pag. 85).

I. - Generalità. — Le differenti applicazioni dell'elettricità all'agricoltura e le installazioni che si rendono necessarie si possono suddividere in quattro gruppi:

1°) L'elettrocultura, che comprende l'elettrificazione del suolo e delle colture mediante effluvi ad alta tensione;

2°) La motocoltura, che si riferisce all'impiego di energia elettrica come forza motrice per la coltura propriamente detta;

3°) Le elettrificazioni diverse, che comprendono diverse applicazioni dell'elettricità (illuminazione, riscaldamento, produzione del freddo, ventilatori, pompe, ecc.), ai bisogni della coltura e delle abitazioni rurali;

4°) Le reti rurali, che comprendono la generazione e le distribuzioni specialmente destinate agli usi rurali.

II. - Elettrocultura. — Sebbene l'elettrificazione del suolo allo scopo di intensificare lo sviluppo delle piante, dei fiori, dei cereali sia stata tentata già da parecchio tempo, non essendo stati pubblicati i risultati delle esperienze, queste applicazioni erano rimaste nel dominio delle prove di laboratorio. Prove serie sono state intraprese da qualche anno e se l'elettrocultura non ha preso una grande estensione, i risultati ora conosciuti permettono di supporre che questa applicazione presenta qualche interesse pratico.

Risultati di prove di elettrocultura mediante effluvi ad alta tensione. Esperienze eseguite in Inghilterra nel 1916.

Genere di coltura: Avena.

Superficie del campo elettrificato: . . . are 360

Durata complessiva dell'elettrificazione: . . . ore 848

Aumento in per cento del raccolto rispetto a due altri appezzamenti coltivati nello stesso modo ma senza applicazioni elettriche:

grano 40 %

paglia 88 %

Risultati di esperienze eseguite in Inghilterra nel 1917:

Superficie elettrificata	360 are	Aumento in % dovuto all'elettrificazione
Genere di coltura e risultati	fragole { piante giovani	80
	{ piante vecchie	25 a 35
	patate	20 a 50
	carote	20 a 50
	frumento { grano	20 a 60
	{ paglia	90

Il costo dell'energia consumata non è indicata.

Osservazioni: La rete di elettrificazione, fig. 1, in tutte queste

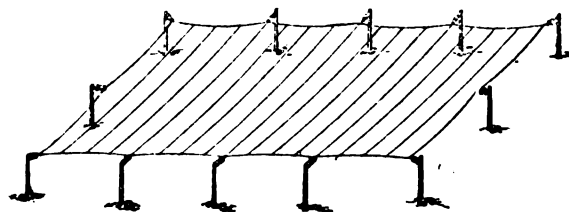


Fig. 1. — Disposizione della rete di elettrocultura.

esperienze, era sempre collegata col solo positivo della sorgente (corrente raddrizzata) e la polarità veniva verificata sovente. La scarica sembra agire come un raggio di sole artificiale. Le ore del mattino e della sera sono le più indicate per il trattamento elettrico; durante le ore calde questo non deve esser applicato. Durata raccomandabile dell'elettrificazione da 4 a 5 ore al giorno, meno nelle giornate di sole. Le piante trattate elettricamente sottraggono meglio l'umidità e l'ingrasso dal suolo poichè l'elettrificazione ne facilita l'assorbimento. Ai terreni elettrificati occorre perciò fornire più acqua e più ingrasso; in terreno troppo povero e troppo secco essa non dà beneficio, anzi può fare più male che bene.

Un effetto dell'elettrificazione è la distruzione dei vermi e degli insetti che vivono nel terreno operata dalle scariche; ciò permette di avere in poco tempo il terreno perfettamente mondo.

Nelle giornate di forte vento l'aria elettrificata si spande sui campi vicini fertilizzandoli mentre il campo trattato non riceve quasi nulla. È stato notato dagli sperimentatori che l'elettrificazione di una annata accresce il raccolto anche dell'annata seguente.

Concludendo si può dire che l'elettrificazione del terreno permette di rimediare alla mancanza di sole e di intensificare, in proporzione notevole, il rendimento del suolo, si deve però avvertire che fino ad ora l'elettrocultura non è ancora uscita dal dominio puramente sperimentale.

II. - Motocoltura. — Possiamo distinguere la motocoltura termica dalla motocoltura elettrica.

Nella motocoltura termica troviamo quella a vapore sotto forma di locomobile che presenta numerosi inconvenienti: rendimento basso, necessità del trasporto di carbone, rifornimento d'acqua talora difficile e costoso, pericoli derivanti dall'impiego di caldaie sotto pressione, necessità di personale patentato. Abbiamo inoltre la motocoltura con motori a scoppio, a benzina, a olio pesante, ecc. Questa ha dato fino ad ora risultati favorevoli e tende a svilupparsi. Inconvenienti che presenta sono: grande peso delle trattrici che comprimono fortemente il terreno, spesa di combustibile non indifferente, inoltre la condotta di certi motori richiede mano d'opera specializzata.

Motocoltura elettrica: comprende le differenti applicazioni della forza motrice elettrica alla coltura propriamente detta ed alle operazioni che le sono connesse: aratura, epiratura, semina, mietitura, ecc. Tuttavia, poichè l'aratura del terreno è il più importante dei lavori agricoli dal punto di vista della quantità di energia che richiede, è di questa categoria che ci occuperemo in modo particolare.

La motocoltura elettrica ha l'inconveniente di non poter essere utilizzata che in terreni in prossimità dei quali esista una distribuzione di energia elettrica; per terreni che si trovino in queste condizioni, si può affermare che l'aratura elettrica s'impone anche se non esiste alcuna organizzazione economica per realizzare una simile impresa.

I cantieri per l'aratura elettrica sono costituiti secondo due sistemi:

a) Il sistema «Fowler» che comprende uno o due verricelli e la cui caratteristica sta nello spostamento del verricello secondo l'avanzamento del lavoro di aratura. La figura 2 rappresenta un cantiere «Fowler» con un solo verricello e un carro mobile d'ancoraggio che si sposta seguendo il lavoro; nel caso di due verricelli uno viene posto ad una estremità, l'altro all'altra estremità del terreno, il cavo di trazione e l'aratro a cui è attaccato si spostano alternativamente da un verricello all'altro.

b) Il sistema «Howard» (fig. 3), la cui caratteristica principale consiste nella fissità del verricello; in questo sistema i carri d'ancoraggio sono mobili.

Risultati di prove di motocoltura. Da esperienze eseguite in Italia nel 1912 con differenti sistemi di trazione risultò:

sul 35 %. È annunciato un programma di elettrificazione totale per l'intero paese.

A questo scopo ogni regione agricola è stata suddivisa in più distretti che, in ragione della loro estensione, saranno serviti da distribuzioni a 3 o a 2 tensioni a seconda del numero delle trasformazioni subite dalla corrente fra il centro di produzione e il luogo di consumo. La distribuzione a tre tensioni comporta dei trasformatori centrali per tensione primaria da 10 000 a 15 000 volt e secondaria da 1500 a 2000 volt; da questi la distribuzione s'irradia sui trasformatori secondari che riducono la tensione a 300 o a 500 volt, alla quale vengono alimentati gli apparecchi di consumo.

Nella distribuzione a due tensioni non esiste che una sola trasformazione dalla tensione primaria di 10 a 15 000 volt alla tensione di utilizzazione. Quest'ultimo sistema, se è meno costoso di quello a tre tensioni, esige però l'installazione di un gran numero di trasformatori sulla linea ad alta tensione, così vien preferito il sistema a doppia trasformazione.

Prove eseguite su linee a 220, 380 e 300 volt rispettivamente hanno permesso di constatare:

Che le spese d'installazione per il 500 volt erano del 5 % superiori a quelle d'una linea a 380 volt, non compresa la posa dei trasformatori. Le spese di esercizio erano pure del 5 % più elevate per il 500 volt. Le spese di consumo erano del 15 a 20 % più forti per il 500 volt.

Nel confronto fra le linee a 380 e 320 volt il vantaggio spetta ai 380 volt, poichè le spese di installazione non sono che del 2 % più elevate mentre quelle di consumo sono del 15 a 20 % inferiori.

Si può concludere che la tensione di consumo più vantaggiosa risulta:

Per la distribuzione a due trasformatori 220 volt
Per la distribuzione a una trasformazione 380 volt.

g. g.

* *

CONDUTTURE.

P. STEINMETZ. — Trasformazioni di frequenza per opera di conduttori di terza classe. (J. A. I. E. E., marzo 1923, pag. 272).

Come è noto si è dato il nome di conduttori di terza classe a quei mezzi nei quali, almeno sotto certi limiti della corrente, la tensione diminuisce coll'aumentare della corrente. A questa categoria appartengono i tubi a vuoto, e in generale le scariche nei gas, gli archi, ecc., nei quali la diminuzione della differenza di potenziale coll'aumento della corrente è dovuta al cambiamento delle dimensioni della zona conduttrice col variare della corrente stessa.

Secondo l'A. è probabile che anche la massima parte delle sostanze così dette isolanti siano dei conduttori di terza classe; in questi il fenomeno sarebbe dovuto ad un elevato coefficiente di temperatura negativo cosicchè la differenza di potenziale diminuisce quando la corrente aumenta, in conseguenza dell'effetto termico prodotto dalla corrente stessa. L'effetto di un conduttore di terza classe può essere considerato come risultante di una f , e. m. costante E_1 e di una resistenza r negativa: $e = E_1 - r_1 i$.

Se la corrente che attraversa un conduttore di terza classe varia periodicamente da i_1 a i_2 , anche la differenza di potenziale varia fra due valori e_1 ed e_2 . Se la variazione della corrente è lenta cosicchè possano per ogni valore di essa stabilirsi le condizioni di regime, le variazioni della tensione sono inversamente proporzionali a quelle della corrente, al minimo i_1 di questa corrisponde il massimo e_1 di quella. Ma se la corrente varia rapidamente, la tensione, per così dire ritarda rispetto ad essa, cosicchè il massimo della tensione non si verifica nell'istante di minimo della corrente, ma un poco più tardi; ne viene che l'ampiezza della variazione è tanto più ridotta quanto più rapida è la pulsazione.

Questo ritardo e la conseguente riduzione nell'ampiezza della variazione dipende dalla natura del conduttore, mentre è estremamente piccolo nella conduzione ionica, può essere assai rilevante nei conduttori di terza classe nei quali le variazioni di resistenza dipende dalle temperature.

Come prima approssimazione il fenomeno in conduttore di terza classe può essere espresso così:

$$i = I_0 - I \sin 2\pi n t \\ e = E_0 - \sin (2\pi n t - \varphi)$$

dove l'angolo di ritardo φ cresce colla frequenza n ; esso è trascurabile per le più basse frequenze, mentre può divenire eguale a 90° per le frequenze molto alte.

Nella scarica di un condensatore, quando nel circuito si trovi oltre una resistenza ohmica r anche un conduttore di terza classe cui corrisponda una resistenza negativa r_1 il fenomeno oscillatorio della corrente può essere rappresentato dalla formula

$$A = e^{-\frac{r-r_1}{2L}t}$$

Perciò se la resistenza negativa r_1 è maggiore di quella ohmica r , l'esponente diventa positivo e si ha allora una oscillazione ampliata la quale continua fino a che r_1 , che diminuisce col crescere della corrente, diventa eguale ad r cosicchè l'esponente si annulla e si ha $A=1$; ciò significa che le onde successive diventano eguali ossia che si è prodotta una corrente alternata.

Ne viene che il risultato finale della scarica di un condensatore attraverso un conduttore di terza classe di resistenza negativa sufficientemente alta, è una corrente alternata la cui frequenza dipende dalle costanti del circuito.

Una corrente i che attraversi una resistenza negativa $-r_1$, consuma una tensione $-r_1 i$ in fase colla corrente, ossia rappresenta una produzione di energia elettrica. Una resistenza negativa può quindi esistere indipendentemente soltanto in presenza di una sorgente di energia; un generatore elettrico può essere considerato come una resistenza negativa. Il caso più tipico di una resistenza negativa è una macchina portata oltre il sincronismo, che genera una tensione proporzionale alla corrente, ossia rappresenta una resistenza negativa costante.

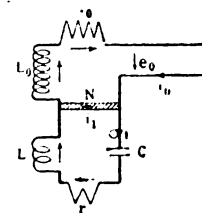
Nella scarica di un condensatore attraverso un conduttore di terza classe l'onda di corrente va aumentando per effetto della resistenza negativa r_1 , ma la tensione del condensatore è abbassata continuamente dalla forza contro elettromotrice E_1 , ad ogni inversione della corrente, e poichè E_1 è maggiore di $-r_1 i$, le oscillazioni vanno spegnendosi gradatamente, per quanto secondo una legge diversa che nei condensatori comuni.

Ma se la forza contro elettromotrice E_1 di un conduttore di terza classe è fornita da una sorgente esterna di energia elettrica, cosicchè essa non sottragga energia dalla scarica del condensatore, l'effetto della resistenza negativa $-r_1$, giungerà a produrre, come sopra si è detto, una corrente alternata.

L'importante si è che il carattere della sorgente d'energia che fornisce la E_1 non ha necessariamente rapporto colla frequenza della scarica del condensatore, la quale può essere assai alta mentre E_1 può provenire da una frequenza industriale o anche da una corrente continua. La potenza $-r_1 i^2$ fornita dalla resistenza negativa alla scarica oscillante è derivata dalle E_1 la quale è fornita da una macchina a bassa frequenza. Si ha quindi a che fare con una trasformazione di frequenza che fornisce continuamente potenza ad una oscillazione ad alta frequenza, cosicchè quest'ultima assume un carattere permanente da cui derivano effetti disastrosi, già noti nei casi dell'arco a terra nelle linee di trasmissione, o nelle scariche ad alta frequenza nelle bobine d'alta tensione dei grossi trasformatori.

A maggiore chiarimento di questa trasformazione di frequenza l'A. cita il seguente esempio:

Si supponga un condensatore di capacità C che si scarichi attraverso un'induttanza L , una resistenza ohmica r e un conduttore di terza classe N ; su quest'ultimo agisce una tensione alternata e_0 fornita attraverso una resistenza r_0 e una induttanza L_0 , come è indicato nello



schema. Supponiamo r abbastanza piccolo perchè la scarica sia oscillante, e che la frequenza f diretta sia grande rispetto a quella f_0 della tensione e_0 .

Si scrivano le equazioni differenziali come quelle di un circuito contenente capacità, resistenza e induttanza. Supposto che, come sopra detto si arrivi a stabilire una corrente alternata al posto della scarica oscillatoria, si possono considerare i , i_1 ed e_1 come quantità sinusoidali. Allora le equazioni differenziali si integrano rappresentando i , i_1 ed e_1 come somme di onde sinusoidali: $\sum B \sin (q t - \beta)$ e sostituendo si possono ricavare i valori di B , β , ecc.

Uno dei termini deve essere della stessa frequenza della corrente i_0 di alimentazione: $q = 2\pi f_0$ e la sua ampiezza e lo sfasamento fra corrente e tensione risultano dal fatto che la tensione di alimentazione è e_0 noto. Questo termine dà soltanto la distribuzione della corrente alternata permanente di bassa frequenza nel circuito dello schema. Per tutti gli altri termini nella soluzione delle equazioni differenziali, la tensione impressa è nulla; questa condizione dà una equazione che determina la frequenza $q = 2\pi f$ del termine. Ne segue che accanto al termine di bassa frequenza f_0 (di alimentazione), nelle equazioni della corrente e della tensione può esistere soltanto un secondo termine di frequenza f che corrisponde alla scarica del condensatore. Questo termine di frequenza f dipende dalle costanti del circuito e non ha quindi relazioni numeriche colla frequenza f_0 di alimentazione.

Poichè in un circuito di questo tipo, l'unica sorgente di energia è quella d'alimentazione alla tensione e_0 , ne viene che nella tensione e , e nella corrente i , nel conduttore di terza classe, il termine ad alta frequenza (che assorbe energia) deve sempre essere minore di quello a bassa frequenza (che fornisce energia). Ne viene che il valore massimo del termine ad alta frequenza deve essere minore del valore istantaneo corrispondente del termine a bassa. Perciò l'ampiezza del termine ad alta frequenza non può essere costante ma varia periodicamente secondo il valore istantaneo del termine di bassa frequenza, la cui onda inviluppa le onde dell'altro termine.

La media dei quadrati dei valori massimi del termine ad alta frequenza è limitata alla media dei quadrati dei valori istantanei dell'altro ossia alla metà del quadrato del valore massimo del termine di bassa

frequenza; ne segue che la potenza del termine ad alta è limitata alla metà di quella della bassa frequenza.

Se la frequenza f è molto maggiore di quella f_0 di alimentazione, pochissima corrente a bassa frequenza entra nel circuito del condensatore per la grande reattanza di capacità di esso, e pochissima corrente ad alta frequenza passa nel circuito alimentatore in causa dell'alto valore della reattanza L_0 per le grandi frequenze. Così i due circuiti sono quasi nettamente distinti mentre nel conduttore di terza classe esistono contemporaneamente le due frequenze, e in esso avviene la trasformazione.

L'A. svolge una completa trattazione matematica del fenomeno mostrandone l'applicazione alla spiegazione di molti disturbi che si verificano sulle linee di trasmissione.

R. S. N.

* *

IMPIANTI.

Gli impianti elettrici nel Colorado. (E. T. Z., N. 49 del 7 dicembre 1922).

L'industria elettrica, tenuto conto delle notevolissime proporzioni che essa ha assunto negli Stati Americani in genere, può ritenersi assai poco sviluppata nel Colorado; la ragione di ciò è da ricercarsi sia nella infelice posizione geografica della regione, quanto nella grande catena montuosa (Rocky Mountains che attraversando la regione stessa in direzione Nord-Sud, rende particolarmente difficili le comunicazioni.

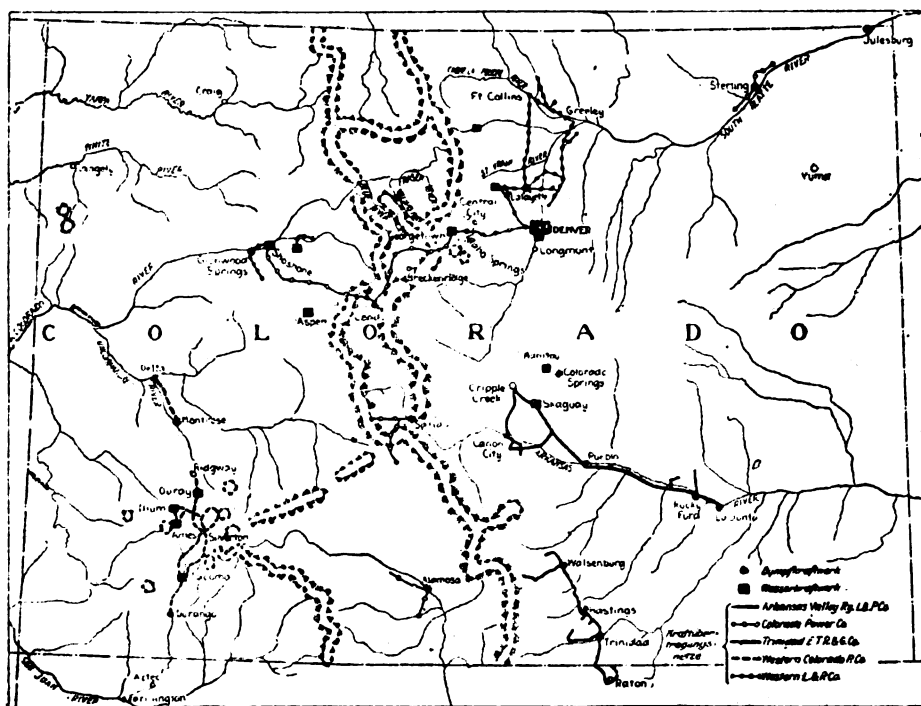


Fig. 1.

Kraftübertragungsnetze = reti di trasporto. — *Dampfkraftwerk* = impianti termoelettrici.
Wasserkraftwerk = impianti idroelettrici.

La generazione dell'energia elettrica è oggi (fig. 1) in mano a cinque grandi Società: la «Colorado Power Co.» con due impianti idroelettrici (quello di Shoshone sfruttante una caduta di 51,5 m del fiume Colorado, con una prestazione di di 14400 kW e quello di Boulder, a nord di Denver, con una prestazione di 10000 kW) collegati da una linea a 100 kV la quale raggiunge, nell'attraversamento della catena montuosa, un'altezza di 3800 m; la «Western Light and Power Co.», con un impianto termico da 6000 kW a Lafayette; la «Arkansas Valley Railway Light and Power Co.», con impianti in parte idraulici ed in parte termici per una prestazione totale di 19320 kW; la «Trinidad Electric Transmission, Railway Light and Power Co.», con impianti termici a Trinidad, Hastings, Walsenburg con una prestazione totale di 14250 kW; ed infine la «Western Colorado Power Co.», con gli impianti idraulici di Tacoma (4500 kW), Ames (4800 kW), Ilium (1200 kW) e quello termico di Durango (1000 kW). Le linee di trasporto di questa società, la quale serve una regione eminentemente montuosa, raggiungono i 4000 metri di altezza.

f. n.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

PH. DAWSON — Aspetti economici della elettrificazione ferroviaria. (Railway Gazette, 11 maggio 1923, pag. 726).

L'Autore, per incarico della Direzione della London - Brighton e South Coast Railway, ha eseguito uno studio di confronto fra i risultati economici ottenuti colla trazione a vapore e colla trazione elet-

trica sulla rete della Società, allo scopo di giudicare sulla convenienza di estendere l'elettrificazione.

I dati di traffico messi a base dello studio si riferiscono all'anno 1921; per il servizio elettrico si avevano a disposizione le statistiche complete di 10 anni di esercizio. Trattandosi di uno studio di confronto, vennero considerate nel capitolo «spese» solamente quelle che sono influenzate dal sistema di trazione, quali: il costo del materiale mobile di trazione, l'illuminazione dei treni, la manutenzione dei veicoli, le spese di manutenzione dell'armamento (variabili in certa misura coi treni-km). Come termine di paragone venne assunto il treno-km il quale è l'unità che dà, in generale, i risultati più attendibili per quanto, col servizio passeggeri sia più esatto, dove possibile, riferirsi ai posti-km-ora. La considerazione dei semplici posti-km o vetture-km può condurre a risultati erronei perchè non tiene conto della velocità media dei treni. Ad esempio, sulle linee suburbane, della rete in esame, la composizione media dei treni a vapore risulta di 6,6 vetture con 463 posti complessivamente e la velocità media, di 15 km-ora; col servizio elettrico le cifre corrispondenti sono, rispettivamente, 4,4 vetture con 308 posti e 35 km-ora di velocità media. Nel primo caso sono disponibili $463 \times 15 = 6945$ posti-km-ora mentre nel secondo questi salgono a $308 \times 35 = 10780$.

Ciò che si richiede per far fronte ad un determinato traffico si è di mettere a disposizione del pubblico, ora per ora, tanti posti quanti sono i passeggeri; colla trazione a vapore il numero dei posti-km-giorno risulta superiore a quello della trazione elettrica perchè la composizione dei treni a vapore è meno elastica e si devono far viaggiare treni più lunghi anche nelle ore di scarso traffico.

Passando all'esame dei risultati economici, le statistiche mostrano che dal 1919 al 1920 si è verificato un continuo aumento nel numero dei viaggiatori sulle linee elettrificate mentre sulle linee servite a vapore, il numero dei viaggiatori è rimasto press'a poco invariato. Col 1920, il movimento dei viaggiatori segna un regresso, molto più sensibile per la trazione a vapore che non per la trazione elettrica.

Gli introiti lordi e netti col 1920 sono in diminuzione per la trazione a vapore, mentre sono in aumento le spese; al contrario, per la trazione elettrica gli introiti sono ancora in aumento e le spese in diminuzione.

Per quanto si riferisce ai treni-km si riscontrano grandi fluttuazioni nel servizio a vapore, mentre sono piccolissime quelle del servizio elettrico.

Le cifre seguenti (1) permettono di giudicare dei risultati economici:

Le entrate lorde per passeggero col servizio a vapore sono aumentate da L. 0,78 nel 1908 a L. 1,50 nel 1921; col servizio elettrico, sono aumentate da L. 0,21 a L. 0,42.

Le entrate lorde per vettura-km sono aumentate col servizio a vapore da L. 0,48 a L. 1,08 ossia del 126 %, e col servizio elettrico da L. 0,43 a L. 1,40 ossia del 228 %.

Le spese corrispondenti sono aumentate da L. 0,13 a L. 0,51 ossia del 290 % nel primo caso e da L. 0,20 a L. 0,60 ossia del 200 % nel secondo.

Le entrate lorde per passeggero-km sono aumentate da L. 0,042 a L. 0,065 ossia del 51 % col servizio a vapore e da L. 0,017 a L. 0,041 ossia del 138 % col servizio elettrico.

Le spese corrispondenti sono aumentate rispettivamente da L. 0,011 a L. 0,028 ossia del 157 % e da L. 0,0082 a L. 0,017 ossia del 108 %.

I passeggeri trasportati per treno-km, col servizio a vapore, variano da 3,5 a 4,5 nel 1913; raggiunsero il massimo di 7 ÷ 7,5 nel 1919 e scesero a 5,5 ÷ 6 nel 1921; le cifre corrispondenti per il servizio elettrico sono: 10 — 18,5 — 15 ciò che mostra la migliore utilizzazione del materiale col servizio elettrico.

Il confronto riesce più stringente sulle entrate per km di binario e specialmente sugli introiti netti.

Le cifre corrispondenti sono le seguenti:

Anno di esercizio	Entrate per km di binario (lire)			
	l o r d e		n e t t e	
	serviz. a vapore	serviz. elettrico	serviz. a vapore	serviz. elettrico
1913	41.000	70.500	18.800	43.500
1919	50.000	—	33.000	78.500
1921	44.000	177.000	10.300	102.000

(1) dedotte considerando la sterlina alla pari.

in altre parole le entrate nette per km di linea e per anno hanno raggiunta la proporzione da 1 a 10 fra la trazione a vapore e la trazione elettrica. A questo proposito è opportuno notare che le zone servite colla trazione a vapore sono altrettanto buone, se non migliori, di quelle servite colla trazione elettrica.

L'incremento del traffico conseguente alla elettrificazione è dimostrato dalle cifre seguenti le quali si riferiscono allo stesso gruppo di linee prima e dopo la trasformazione:

a) Servizio a vapore

	Passeggeri trasportati	Introiti lordi
1913	23.473.821	5.550.000
ultimo anno d'esercizio	14.770.073	3.850.000

b) Servizio elettrico

1919	34.896.090	10.500.000
1920	36.774.056	13.100.000
1921	31.088.860	13.280.000

Gli introiti netti, dedotte le spese di esercizio e di manutenzione furono:

ultimo esercizio a vapore	L. 2.800.000
esercizio elettrico 1919	" 5.950.000
" " 1920	" 7.500.000
" " 1921	" 7.700.000

Conviene qui ricordare che le spese di esercizio per treno-km erano prima dell'elettrificazione di L. 1,05 ed aumentarono a L. 3,10 nel 1920 sulle linee esercite a vapore, mentre nello stesso anno la spesa di esercizio del treno-km elettrico fu di L. 2,90.

È noto che uno dei vantaggi principali dell'elettrificazione consiste nell'aumento della potenzialità delle linee: a questo proposito l'Autore cita gli aumenti percentuali del movimento di treni riscontrati nelle due stazioni principali della rete:

Stazione Vittoria. . . . { linee suburbane: aumento del 225 per cento
 { linee principali: " " 220 " "

Stazione London Bridge { linee suburbane: " " 206 " "
 { linee principali: " " 142 " "

L'esposizione si chiude colle cifre relative all'estensione raggiunta attualmente dall'elettrificazione ferroviaria in Europa e negli Stati Uniti d'America, distinte secondo i vari sistemi:

Linee elettrificate o in corso di elettrificazione in Europa e negli Stati Uniti d'America

a) monofase

	Km. di binario	N. del locomotori
Germania	1300	288
Austria	800	82
Svizzera	1060	175
Svezia	450	47
Stati Uniti d'America	1100	130

b) trifase

Italia	800	150
------------------	-----	-----

c) corrente continua

Francia	800	138
Stati Uniti d'America	2250	220

Nella discussione, seguita a questa esposizione, vennero portati altri dati statistici a conferma dell'aumento di traffico conseguente all'elettrificazione: a Liverpool il movimento dei passeggeri si è triplicato e sulla Manchester-Bury è passato in brevissimo tempo da 1.700.000 a 2.500.000 passeggeri anno.

Venne messa in evidenza anche l'importanza di un altro fattore di miglioramento, caratteristico della trazione elettrica e cioè il livellamento delle velocità. La trazione elettrica, permettendo di elevare notevolmente la velocità di marcia dei treni merci, aumenta la capacità delle linee e riduce nello stesso tempo le spese di esercizio.

Sulla questione della fornitura dell'energia, la maggioranza si è dimostrata favorevole, in linea di massima, all'acquisto dalle Società produttrici private, piuttosto che all'impianto ed all'esercizio di proprie centrali da parte delle Compagnie ferroviarie. Infine, per quanto riguarda il sistema, si è constatato che i buoni risultati economici illustrati nella relazione, sono stati ottenuti col sistema monofase che era stato oggetto sul principio, di molte critiche da parte dei tecnici, e si è confermata la convenienza di continuare con tale sistema sulla rete della Compagnia, mentre su altre reti si va sviluppando, parallelamente, il sistema a corrente continua. Si è riconosciuto infine, che, per poter ritrarre i maggiori benefici dall'elettrificazione è indispensabile adottare fin da principio un sistema il quale permetta poi di seguire economicamente lo sviluppo graduale del traffico aumentando via via il numero e la composizione dei treni.

g. a. r.

*

Nuovi locomotori a corrente continua per le ferrovie francesi.
(Bulletin Oerlikon, febbraio e marzo 1923).

Saranno messi in servizio entro l'anno i primi locomotori destinati alle nuove elettrificazioni francesi, per le quali, come è noto, è stata adottata la corrente continua a 1500 volt.

Si tratta, precisamente, di un locomotore per servizio pesante destinato alla ferrovia Parigi-Orléans e di un locomotore per treni diretti destinato alla Paris-Lyon-Méditerranée.

I locomotori per servizio pesante sono destinati a far servizio, in un primo tempo, sul tronco Parigi-Vierzon della lunghezza di circa 200 km, il quale non presenta grandi accidentalità di tracciato; ma dovranno potersi impiegare in seguito, anche su altri tronchi con pendenze fino al 35‰ e curve con 150 metri di raggio.

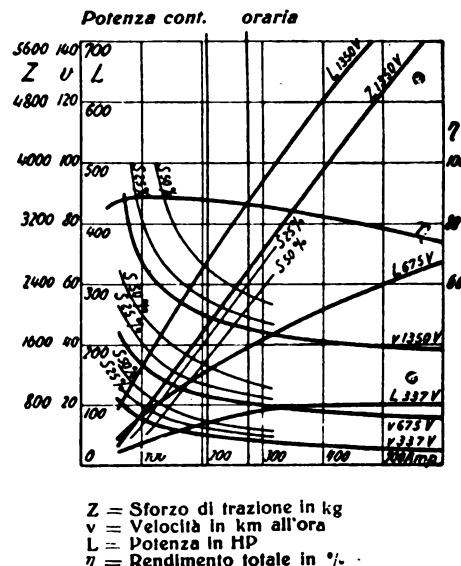


Fig. 1. — Curve caratteristiche dei motori.

Venne studiato, a questo scopo, un tipo a quattro assi col 100% di peso aderente, equipaggiato con quattro motori a ventilazione forzata, con ingranaggi di trasmissione da ambo i lati e giunti elastici. La sua potenza oraria complessiva è di 1730 HP con un peso totale di 64 tonnellate, ciò che costituisce un record di potenza per locomotori a quattro assi.

Il locomotore è capace di trainare, sul tronco Parigi-Vierzon, un treno merci di 1200 tonnellate alla velocità di 35 km-ora, mentre, per il servizio dei treni diretti, potrà raggiungere la velocità massima di 100 km-ora.

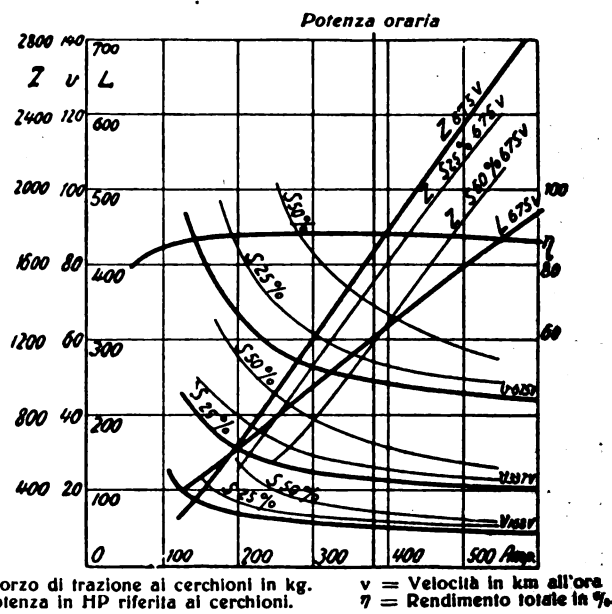


Fig. 2. — Curve caratteristiche dei motori.

È stato garantito, per l'avviamento, uno sforzo di trazione massimo di 21 600 kg con un peso del locomotore di 72 tonnellate. Questo peso potrà essere raggiunto equipaggiando i locomotori con freni a recupero e freni su resistenze. L'aggiunta di tali dispositivi potrà essere fatta in seguito senza modificare notevolmente la disposizione primitiva.

Le caratteristiche principali di questi locomotori sono le seguenti:

Sforzo di trazione ai cerchioni in kg	Velocità in km-ora	Potenza ai cerchioni in HP
6.600	49	1200 (potenza oraria a 1350 volt e con motori non ventilati).
10.400	45	1730 (id. con motori ventilati).
7.200	49	1310 (potenza in servizio continuo a 1350 volt e con motori ventilati).
Sforzo di trazione massimo all'avviamento		21 600 kg
Velocità massima		100 km-ora
Lunghezza della cassa		11 375 mm
Larghezza della cassa		3050 "
Distanza fra i perni dei carrelli		5940 "
Diametro delle ruote		1350 "
Peso della parte meccanica		35 000 kg
Peso della parte elettrica		29 000 "
Peso totale (peso aderente) di un locomotore		64 000 "

Sforzo di trazione massimo ai cerchioni	21 600 kg.
Potenza per 5' ed a 46 km-ora	3200 HP
" oraria a 50 km-ora	2400 "
" continua a 75 ÷ 80 km-ora	1600 ÷ 1840 "
" continua a 85 km-ora	1250 "
Diametro delle ruote motrici	1600 mm
Lunghezza fra i respingenti	20 000 "
Distanza fra i perni dei carrelli	11 700 "
Interasse dei carrelli motori	2800 "
Peso della parte meccanica	67 tonn
" della parte elettrica	43 "
" totale	110 "
" aderente	72 "

La parte meccanica consta di due telai, ciascuno con due assi motori ed un carrello a due assi portanti, della cassa che è sostenuta da perni sferici e da molle laterali e di due cofani d'estremità rigidi col telaio corrispondente.

L'equipaggiamento elettrico è quasi eguale al precedente essendo lo stesso lo schema elettrico principale. Differenze sostanziali si

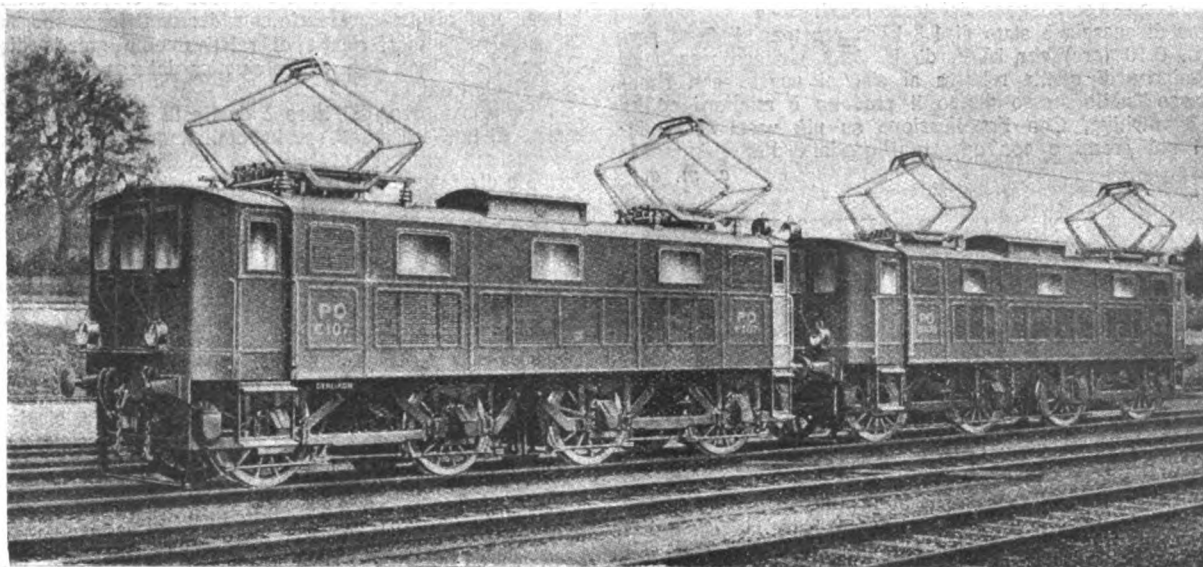


Fig. 3.

L'equipaggiamento elettrico è previsto per una tensione minima di 1100 volt e media di 1350 volt alla presa; la tensione massima potrà arrivare ai 1500 volt ed, eccezionalmente, ai 1800 volt. I locomotori sono provvisti di organi di presa per linea aerea e per terza rotaia e possono essere accoppiati in doppia e tripla trazione, con comando unico da una stessa cabina.

Ciascun motore può sviluppare una potenza oraria ai cerchioni di 430 HP con ventilazione forzata e di 300 HP senza ventilazione. I motori possono venire raggruppati in tre posizioni principali di marcia: serie; serie-parallelo; parallelo. In ognuna di queste tre posizioni possono essere conseguite altre due velocità convenienti coll'indebolimento del campo: un apposito commutatore ne permette la riduzione al 75 ed al 50 per cento dell'eccitazione totale. In caso di guasti, un motore può essere escluso e la marcia può continuare cogli altri tre, sui quali si possono ancora effettuare tutte le combinazioni.

Tutte le manovre sono comandate da un controller a due manovelle: una per la regolazione della velocità, l'altra per l'inversione di marcia e l'indebolimento di campo.

Locomotore per treni diretti.

Le caratteristiche di questo locomotore sono le seguenti:

Rodiggio	2 BB 2
Raggio minimo delle curve	120 m
Pendenza massima	30 ‰
Velocità in salita del 30 ‰ per 5 minuti:	
con motori in parallelo	46 km-ora
con motori in serie-parallelo	22 "
Velocità oraria normale su pendenza del 15 ‰	50 "
Velocità continua normale su pendenze del 5 ‰:	
a pieno campo	62 "
con eccitazione del 75 %	70 "
con eccitazione del 50 %	80 "
Velocità continua normale in piano	85 "
Velocità massima in piano	110 "
Sforzo di trazione ai cerchioni per 5' a 22 o 46 km-ora	18 800 kg
Sforzo di trazione orario ai cerchioni a 50 km-ora	13 000 "
Sforzo di trazione continuo ai cerchioni a 70 ÷ 80 km-ora	6200 "
Sforzo di trazione continuo ai cerchioni a 85 km-ora	4000 "

hanno soltanto nella costruzione dei motori e per l'aggiunta della frenatura a recupero. I motori sono doppi ed a ventilazione forzata. L'equipaggiamento completo è costituito di quattro motori doppi, ciascuno disposto simmetricamente in corrispondenza ad un asse motore.

Gli assi motori sono interni e concentrici ad un albero cavo di comando il quale trasmette il movimento alle ruote mediante organi elastici. Per ogni motore doppio è garantita la potenza oraria di 2 × 300 HP alla tensione di 2 × 675 ÷ 2 × 750 volt e la potenza massima di 2 × 400 HP alla stessa tensione.

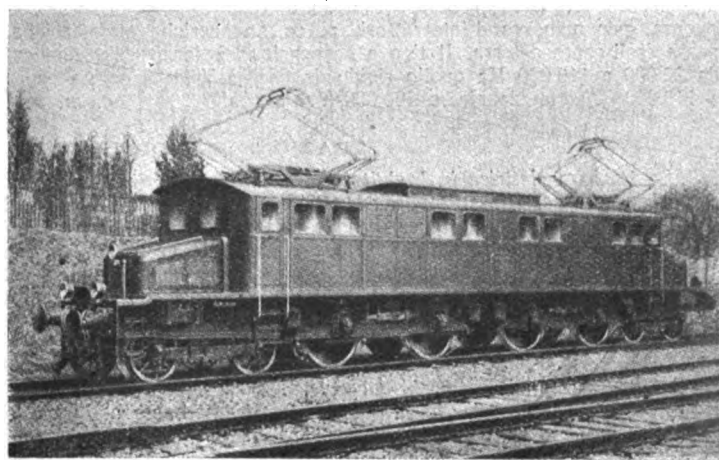


Fig. 4.

Un gruppo d'eccitazione, della potenza di circa 35 kW, provvede l'energia occorrente per l'eccitazione durante la frenatura a recupero e, contemporaneamente, l'energia per i circuiti di comando, per l'illuminazione e per la carica della batteria. Quest'ultima può essere caricata anche colla corrente di linea.

Uno o più motori possono venire esclusi dal servizio mediante la semplice manovra di un invertitore ed il locomotore può ancora avviarsi e marciare cogli altri motori connessi in serie.

Per evitare i pericoli derivanti da false manovre colla frenatura a ricupero, un dispositivo speciale di sicurezza permette l'uso del freno ad aria qualora la frenatura a ricupero non entrasse in funzione oppure, per una causa qualunque, cessasse di funzionare.

Entrambi questi tipi di locomotori sono stati studiati e costruiti presso le officine Oerlikon in unione colla Société de Construction des Batignolles.

g. a. r.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI VARIE.

Essicazione del fieno. — La necessità di seccare i mucchi di fieno anche quando il tempo è piovoso, ha fatto adoperare in Scozia il sistema di ammucchiarlo, appena tagliato, lasciando all'interno di ciascun mucchio uno spazio vuoto connesso alla conduttura di mandata di un ventilatore elettrico, la cui azione intermittente tiene in limiti tollerabili il surriscaldamento dovuto alla fermentazione. Nei posti ritenuti più caldi si pongono dei termometri.

Il consumo di energia è stato di 1,3 kWh per tonnellata di fieno seccato, che a L. 0,10 (oro) per kWh, dà L. 3,52 per ogni mucchio, spesa molto minore di quella relativa ai sistemi usuali, con rimessamento a mano; nello stesso tempo il prodotto è migliore ed ha maggiori virtù nutritive. Con l'applicazione su più vasta scala, facendo mucchi più grossi e con opportuni condotti d'aria, la spesa decresce ancora.

e. m. a.

ESPOSIZIONI, ECC.

Esposizione radio-elettrica a Losanna - 15-30 ottobre 1923. — Nel corrente ottobre, organizzata dal giornale « Il Radio » avrà luogo una esposizione radio-elettrica presso il Comptoir Suisse a Losanna, la quale comprenderà apparecchi r. t. propriamente detti, generatori, trasformatori, isolatori, cavi, applicazioni mediche, ecc.

MATERIALI.

Materiali per isolatori. — La « Siluminite », della Siluminite Insulator Co, per la costruzione di isolatori, avrebbe tutti i pregi della porcellana, insieme ad una resistenza meccanica assai maggiore. Si riferisce che essa è stata adoperata con buon successo in varie importanti ferrovie elettriche inglesi. Consiste di base silicea, mista ad asbesto, specialmente trattato e impregnato sotto alta pressione, a 351° C; può subire qualunque lavorazione meccanica e secondo le prove al National Physical Laboratory, la sua resistenza d'isolamento è, a 18°, di 2 milioni di megachm a 60°, di 460 000 MΩ e, a 100°, di 42 000 MΩ.

La Callender's Cable Co costruisce isolatori di « Kalanite », sostanza che si modella in stampi sotto forte pressione, così da evitare sfido e tensioni interne ineguali; la filettatura è anche modellata così che il perno metallico può avvitarsi senza bisogno di cemento. La sostanza è forte e tenace senza esser fragile, e può sopportare anche urti violenti. Si afferma che il suo potere dielettrico è pari a quello delle migliori porcellane inglesi, ma la resistenza al passaggio delle correnti alternate è solo il 28 % di quella che hanno queste, sicchè l'isolatore di Kalanite fa dissipare 3 volte e mezzo più della energia dissipata da un isolatore simile di porcellana. Questa perdita cresce con la frequenza, in modo che un impulso di alta frequenza, per manovra d'interruttori, p. es., o scariche atmosferiche, passa facilmente a terra. Il tipo a sospensione è fornito per tensioni da 22 000 a 110 000 V; quello rigido da 66 000 V ha superato prove a 145 000 V sotto pioggia, e 200 000 V a secco.

e. m. a.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

La trazione elettrica in Inghilterra. — In una relazione alla Soc. degli Ingegneri Civili a Londra, H. W. H. Richards ha esposto i risultati dell'esperienza di 12 anni, nella ferrovia elettrica di Brighton, con sistema monofase a 6700 V. Ne riportiamo le cose più interessanti.

I motori sono del tipo Winter-Eichberg compensati, a repulsione, progettati 15 anni fa; la maggior parte degli inconvenienti in essi è dovuta alla parte meccanica: migliorandola attentamente, è stato possibile ridurre del 75 % il numero dei treni fuori servizio in confronto coi primi anni. Sul principio si ebbero anche guasti a causa degli ingranaggi (di acciaio fuso, in 2 pezzi), ma recentemente si è potuto far sopportare ad essi 400 000 km di percorso, senza danni, e si giungerà al doppio, con ingranaggi moderni di ferro forgiato. I trasformatori principali si sono comportati bene, con solo 5 accidenti in 12 anni, su 71 trasformatori da 310 kVA, di cui molti hanno viaggiato per 800 000 km.

La linea aerea, progettata con larghezza, in previsione di eventuali disturbi, ha mostrato di possedere un fattore di sicurezza superiore al necessario. Molti perfezionamenti sono stati portati per rendere la linea di contatto assolutamente elastica e farla riuscire uniformemente forte e resistente. Nelle sezioni in cui non v'è traffico a vapore, la rinnovazione dei fili, dovuta alle corrosioni, è stata solo il 10 % di quella che è occorso nelle altre sezioni; il logorio del filo di trolley risulta all'incirca proporzionale all'intensità della corrente.

e. m. a.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

W. O. SCHUMANN. — *Elektrische Durchbruchfeldstärke von Gasen* (campi elettrici disruptivi nei gas. - Fondamenti teorici ed applicazioni). — Un vol. di VIII-246 pagine, formato 25×16 cm., con 80 fig. (pagina di testo da 400 parole circa) — Editore Julius Springer - Berlin, 1923 — Prezzo L. 21, rilegato in tela e oro L. 25,50.

Il primo incitamento a scrivere questo libro, destinato così ai fisici come agli elettricisti, è derivato all'A. dalla sua attività di elettrotecnico nel campo delle alte tensioni e in particolare dal problema, che la tecnica continuamente ripresenta, di determinare la tensione disruptiva fra due elettrodi in funzione della loro forma e della loro posizione. Poichè le esperienze eseguite dall'A. nel Politecnico di Stuttgart nel 1919-20 hanno dimostrato che, pur operando su campi elettrici perfettamente uniformi, l'intensità di campo necessaria a produrre la scarica disruptiva diminuisce al crescere della distanza fra gli elettrodi, risulta necessario considerare il fenomeno, anche nel caso di pressione atmosferica e di relativamente grande distanza fra gli elettrodi, alla luce della teoria cinetica dei gas applicata alle molecole ed agli elettrodi.

La prima parte del libro è destinata a un ampio riassunto sistematico di tutti i risultati sperimentali finora raccolti in materia e cioè alle misure sopra i più svariati gas, con diverse pressioni, temperature, forme e distanze degli elettrodi, frequenze, ecc. L'A. ha anche cercato di mettere in luce le leggi che dai risultati sperimentali sono state tratte o si potrebbero trarre e di saggiarne la applicabilità. Nè mancano i dati riguardo all'influenza che sul fenomeno della scarica esercitano l'umidità dell'aria, la natura del catodo, la polarità della tensione applicata e così via, ed è anche trattata la questione della scarica fra elettrodi dielettrici.

Nella seconda parte, dopo un breve richiamo della parte sostanziale della teoria cinetica dei gas, l'A. tratta, sulla scorta dei lavori di J. S. Townsend, la teoria del prodursi della scarica sia nei gas in cui l'urto degli elettroni può considerarsi elastico, sia in quelli in cui si può ritenere anelastico. Egli mette in rilievo quelle che, a suo giudizio, sono le cause più verosimili delle discrepanze fra la teoria del Townsend e l'esperienza e richiedono perciò ulteriore studio. Sulla base delle ricerche sperimentali e delle teorie finora note l'A. cerca di dare un quadro d'insieme del comportamento dei ioni positivi e negativi nei gas sotto l'azione degli intensi campi elettrici, necessari a produrre il fenomeno della scarica.

La terza parte è dedicata alle applicazioni di quanto è stato esposto nella seconda al caso tecnicamente più importante: quello della scarica nell'aria a pressione atmosferica, esaminato specialmente in relazione con la disposizione geometrica degli elettrodi. Per chiarire questa categoria di fenomeni alla luce del comportamento dei ioni, si incontrano non poche difficoltà e conviene ricorrere a giudiziose e prudenti analogie riguardo a quanto accade nei gas rarefatti. Anche le verifiche sperimentali debbono essere condotte con particolare attenzione per evitare che fenomeni secondari prendano il sopravvento e conducano a risultati che sembrano uscire dal quadro generale tratteggiato. L'A. conclude dimostrando che è ormai possibile caratterizzare un gas riguardo alla sua rigidità dielettrica sotto determinate condizioni, purchè queste siano ben precisate e fedelmente riprodotte.

Nel complesso l'opera del Prof. Schumann ci sembra un notevole tentativo di estensione e di coordinazione delle nostre conoscenze in un campo di grande interesse scientifico e di molta importanza pratica, così che esso può segnare un sensibile passo innanzi in quel processo generale di sviluppo, per cui la tecnica si allontana man mano dall'empirismo per appoggiarsi sempre più sulla utilizzazione razionale delle conoscenze scientifiche.

* *

CH. TOCHÉ. — *La Radiotéléphonie*. Préface du Général Ferrié. 1 Vol. di 98 pag. con 44 fig. (Prezzo 10 fr.) - Gauthier-Villars et C. ie, éditeurs, Paris, 1922.

Più che uno studio completo dell'argomento l'A. ha inteso dimostrare con questo libretto l'intimo nesso esistente fra la radiotelefonica e la radiotelegrafia. Nel primo capitolo studia gli elementi essenziali per un collegamento telefonico, e ricorda il fenomeno già noto per cui, non avendo tutte le vocali la stessa portata, ad una certa distanza da un posto di emissione non si riesce più a comprendere il segnale pure udendolo ancora assai forte. Descrive il montaggio di un impianto telefonico e di un dispositivo multiplo di telefonata ad alta frequenza su fili e spiega poi come un qualsivoglia ricevitore radiotelegrafico possa essere influenzato da onde hertziane la cui ampiezza o frequenza siano state modulate da un microfono. Dopo aver parlato dei tre tipi principali di generatori di oscillazioni persistenti (arco, alternatore ad alta frequenza e triodo) enuncia sommariamente una teoria della modulazione e fa la storia dei diversi processi ai quali si ricorre per ottenerla e dei diversi microfoni dei quali si fa uso per raggiungere lo scopo. Studia in seguito la ricezione radiotelefonica, non diversa da quella radiotelegra-

fica, e la funzione che i triodi vi esercitano, richiamando la teoria dei rivelatori.

Gli ultimi due capitoli sono quelli specialmente dedicati alla radiotelegrafia: il primo ha per soggetto la portata degli impianti radiotelefonici, inferiore, a pari potenza, a quella dei radiotelegrafici; nonchè le maggiori difficoltà che presenta la loro sintonia e le ragioni di codeste difficoltà le quali, quando si volessero usare onde supporto di lunghezze ragguardevoli, non consentirebbero, secondo l'A., che un numero assai limitato di conversazioni simultanee. Codesta restrizione, insieme colle maggiori probabilità di confusioni e col maggior consumo di energia necessaria per raggiungere una determinata portata, costituiscono i lati deboli della radiotelegrafia rispetto alla telefonia su conduttori. Ma per contrapposto essa presenta i pregi della rapidità d'installazione, della possibilità di comunicare con corrispondenti mobili (treni o navi in viaggio, aerei, vetture in servizio di polizia, ecc.) e con un numero illimitato di ascoltatori senza che ne risulti alterata la purezza delle trasmissioni, e finalmente della indipendenza del collegamento da ostacoli naturali interposti.

L'ultimo capitolo si occupa delle applicazioni della radiotelegrafia e l'A. chiama all'attenzione per radiotelegrafia direttiva quelli che si avvantaggerebbero della presenza di conduttori metallici distesi fra le due stazioni radiotelefoniche con aumento di portata ovvero riduzione di potenza.

Fra le applicazioni più importanti che l'A. preconizza per un prossimo domani, sono le seguenti: diffusione della parola o della musica (notizie agricole, meteorologiche, conferenze, concerti, ecc.) anche a traverso regioni dove riuscirebbe molto laborioso e costoso il distendere conduttori; raccordi con circuiti telefonici su fili; scambi di conversazioni fra corrispondenti in viaggio, su treni, su navi, su aerei, ecc. L'A. prevede anche larghe applicazioni della radiotelegrafia nel campo militare, ma il Generale Ferrié nella prefazione al libro fa, in proposito, alcune riserve.

In complesso il volume, corredato com'è di schemi d'impianti radiotelefonici può riuscire abbastanza interessante ed utile, anche come preparazione allo studio di opere più complete. A. Me.

* *

G. PESSON. — *Lezioni di radiotelegrafia* raccolte e corredate di applicazioni da M. Grenet. Volume I. Parte generale e teorica - Napoli, Casa editrice R. Pironti, 1922, Prezzo L. 35 (1 volume di 350 pagine con 161 figure e numerose tavole numeriche intercalate nel testo, formato 25×17,5 cm parole 330 circa per ogni pagina di testo).

Da gran tempo si sentiva il bisogno di questo libro. Mancava completamente in Italia, nè si trovava all'estero, il libro capace di colmare bene la lacuna tante volte lamentata, il trattato scolastico proporzionato alla preparazione matematica e fisica dei nostri ingegneri e dei nostri ufficiali, adatto a servire come testo per un corso superiore di effettiva specializzazione nel ramo sempre più attraente ed importante delle radiocomunicazioni. Il Comandante Pesson ci dà finalmente questo trattato, perchè il primo volume che abbiamo sott'occhio è promessa sicura che presto l'opera sarà degnamente completata.

Molto modestamente l'A. ci confessa nella prefazione che, scrivendo le sue lezioni, ha avuto soprattutto di mira lo scopo di aiutare i suoi discepoli, che non ha preteso di fare lavoro originale e si è largamente giovato dei trattati esistenti e specialmente del Fleming, dell'Eccles, del Tissot, dello Zenneck e dei lavori del Bureau of Standards, che ritiene inevitabili in questa prima edizione difetti di forma e di proporzione, e così via.

In realtà il libro è assai ben inquadrato e, rimandando al secondo volume tutto ciò che riguarda non solo la tecnica, ma anche la teoria degli apparecchi r. t., si limita a quelli che si potrebbero chiamare i principi scientifici di radiotelegrafia generale. Sono sette grossi capitoli, di cui il primo si riattacca più direttamente all'elettrotecnica collo studio di alcuni importanti fenomeni elettrici transitori. Vi si comincia gradualmente dalle correnti di carica e di scarica di autoinduzioni e capacità, per salire fino alla trattazione del caso di un circuito complesso, assoggettato a partire da un certo istante all'azione di una f. e. m. armonica. Vi sono anche brevemente descritti i dispositivi sperimentali per il rilievo dei fenomeni oscillatori. Il capitolo secondo tratta delle proprietà dei circuiti di correnti ad alta frequenza; l'A. svolge la teoria dell'effetto della pelle con le sue applicazioni ai casi tecnicamente più importanti, richiama le formule e i metodi per il calcolo dei coefficienti di autoinduzione, chiarisce gli effetti della capacità distribuita nei vari tipi di bobine, espone formule e dati relativi al calcolo delle capacità, illustra le proprietà dei dielettrici nei riguardi della rigidità e delle perdite di energia per polarizzazione variabile, riporta i procedimenti per la predeterminazione della capacità delle antenne e chiude con un accenno alla resistenza delle scintille, facenti parte di un circuito oscillatorio.

Il capitolo terzo è dedicato alla risonanza elettrica. Vi è esposta la teoria generale della risonanza nel caso di oscillazioni non smorzate, con l'applicazione ai così detti trasformatori a risonanza. È trattato il caso dei circuiti accoppiati, estendendo lo studio anche alle oscillazioni libere e smorzate, ai battimenti e all'eccitazione a impulso,

e sono riportati i classici risultati del Bjerknes riguardo alla curva di risonanza, insieme con le loro applicazioni al campo della radiotecnica. Il capitolo si chiude con una raccolta di formule e di tabelle per il calcolo dei coefficienti di induzione mutua.

Nel capitolo quarto l'A. comincia a trattare dei fenomeni di propagazione e precisamente delle proprietà delle linee, con la discussione classica del problema delle corde vibranti. Passando poi alle linee di lunghezza finita egli definisce le onde stazionarie, i fenomeni di risonanza e quindi anche le proprietà oscillatorie delle antenne. Segue una descrizione delle verificazioni sperimentali, a cui questi fenomeni possono essere assoggettati, ed infine viene esposta la teoria dei circuiti aventi costanti in parte concentrate ed in parte distribuite, con le relative applicazioni al caso delle antenne fatte oscillare su lunghezze d'onda diverse da quella naturale. In questa trattazione vengono chiaramente definiti i concetti convenzionali di autoinduzione, capacità e resistenza efficaci di un'antenna, insieme con quelli di capacità statica, capacità dinamica, e capacità equivalente.

Col capitolo quinto si passa alla propagazione nello spazio, prendendo le mosse dal concetto di potenziale e sviluppando la teoria di Maxwell, quella del potenziale vettore di Lorenz, i teoremi generali sulla propagazione ed il teorema di Poynting. Anche qui non manca la descrizione delle conferme sperimentali della teoria; e di questa è poi svolta la completa applicazione al caso del dipolo hertziano, accompagnata da uno studio del meccanismo della propagazione. È esposta infine la teoria della radiazione da parte di un circuito chiuso.

Il capitolo sesto è più propriamente dedicato ai principi della radiotelegrafia e vi si classificano le forme delle antenne, i modi di eccitazione, i sistemi di generazione e di ricezione delle onde. È poi trattato in particolare il problema dell'antenna di trasmissione od aereo aperto, quello dell'aereo chiuso o a telaio, e lo studio dei loro modi di utilizzazione, specie nei riguardi della ricezione direttiva. Si tratta poi della resistenza degli aerei, delle prese di terra, dell'altezza di radiazione, del dimensionamento degli aerei ricevitori.

Il settimo capitolo riassume l'ardua questione della propagazione delle onde alla superficie del globo, ricordando così le varie teorie proposte, come i risultati sperimentali raccolti e le formule semiempiriche studiate per rappresentarli e coordinarli. Il volume si chiude con un accenno ai parassiti atmosferici.

Come si vede, tutte le questioni fondamentali per lo studio teorico della radiotelegrafia sono trattate nel volume in esame e la trattazione, a malgrado delle modeste premesse dell'A., è fatta con un rigore scientifico, con una ricchezza e modernità di documentazione, con un'abbondanza di materia e nello stesso tempo con un senso di misura e di equilibrio, che son degni di ampia lode. E, insieme con questo tono dignitosamente scientifico, si fa ammirare lo sforzo assiduo di rendere veramente profittevole l'insegnamento sia colla frequente descrizione delle verifiche sperimentali, sia con l'attenta cura di far aderire alla trattazione matematica anche l'interpretazione fisica del meccanismo dei fenomeni, sia infine e sopra tutto per la magnifica pratica di intercalare frequentemente esempi ed esercizi numerici. Nell'importanza data a questa parte, nel modo come essa è stata svolta (coll'ausilio del Com.te Grenet) e nella scelta stessa dei temi e dei dati degli esercizi, si rivela la invidiabile situazione, in cui si trova l'Autore, in quanto egli teorizza su questioni che ha dovuto tutte singolarmente affrontare e trattare, non una, ma cento volte, nella sua continua e instancabile attività professionale. In ciò sta il pregio maggiore del libro, perchè esso pur essendo principalmente teorico, è tuttavia un libro che si può chiamare davvero *vissuto* e nella teoria e nella pratica. Di fronte a tali meriti anche i lievi difetti formali, che un lettore attento può in qualche punto rilevare, diventano affatto trascurabili e certo spariranno nelle nuove edizioni. Per le quali non v'è bisogno di fare auguri, chè il libro avrebbe potuto essere di gran lunga meno accurato e pure avrebbe avuto sicuro successo, tanto sentito ne era il bisogno. A noi pare che esso debba venire segnalato con soddisfazione come un'opera che meriterà attenzione anche fuori dei confini della Patria e che in ogni caso fa onore non solo all'autore, ma anche alla R. Marina, della cui attività nella radiotecnica il Com.te Pesson è uno dei maggiori esponenti.

La veste tipografica è buona e signorile e la stampa chiara e corretta; le figure avrebbero potuto essere disegnate con qualche maggiore eleganza ed uniformità di stile.

Avviso importante

Si pregano i signori Soci che si sono prenotati per ricevere i fascicoli della Descrizione Impianti Elettrici, a voler inviarne il relativo importo con cartolina vaglia alla Sede Centrale - Via S. Paolo 10 Milano (3) - altrimenti verrà sospeso l'ulteriore invio.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Le grandi stazioni radiotelegrafiche.

I nomi dei grandi centri radiotelegrafici, di Nauen, di St. Assise, di New York, di Coltano, vanno ormai diventando familiari non solo ai tecnici, ma anche al gran pubblico. Non molti tuttavia hanno avuto occasione di seguire nei particolari il magnifico sviluppo conseguito dalla tecnica radiotelegrafica negli ultimi anni e di farsi un'idea concreta della struttura di quei moderni impianti di trasmissione. Assai opportunamente è stato quindi scelto il momento attuale per mettere per la prima volta all'ordine del giorno di una riunione dell'A. E. I. anche l'argomento delle applicazioni alla radiotelegrafia. Confidiamo perciò che per molti colleghi possa riuscire interessante la comunicazione del Com.te RUELLE sui principi, sui metodi e sugli apparati che servono oggi alla trasmissione radiotelegrafica; tanto più interessante, perchè, mentre i servizi r. t. si sono ormai affermati con innegabili successi fervono tuttavia le discussioni sulla « questione del sistema », ossia sulla scelta del generatore più adatto fra l'alternatore, l'arco e il triodo; e sono ancora aperte molte altre importanti questioni, specialmente nei riguardi delle antenne e del sempre più completo e razionale sfruttamento degli impianti.

I grandiosi impianti Piave-Santa Croce.

I lettori troveranno con piacere in questo numero un'ampia descrizione illustrata di quei grandiosi impianti del Piave e del Lago di Santa Croce che costituiranno la meta interessantissima della gita stabilita in programma per l'ultimo giorno del prossimo Congresso. Si tratta com'è noto di un gruppo di impianti genialmente concepiti e progettati ed eseguiti con larghezza e razionalità di vedute, tali da fare veramente onore ai valorosi tecnici che vi hanno collaborato, alla Società che li ha intrapresi ed al nostro Paese. Per essi la regione Veneta, che nel tormentato periodo della guerra non aveva potuto seguire il ritmo ascendente delle altre regioni, riprende ora il suo posto a fianco di esse in quell'opera di integrale sfruttamento delle energie idrauliche nella quale l'Italia si è sempre trovata all'avanguardia.

Per l'odierna pubblicazione, la quale costituirà poi il terzo fascicolo dell'iniziata raccolta di descrizioni dei nostri impianti, dobbiamo qui rivolgere i più vivi ringraziamenti all'Ufficio Lavori Impianti Idroelettrici Piave-S.ta Croce e per esso al suo Direttore Ing. Ferniani, che hanno gentilmente messo a disposizione tutto il materiale tecnico ed illustrativo, ed all'Ing. CARLO SEMENZA che si è assunto il lavoro della compilazione.

Le Norme per le condotte forzate ed il Comitato Idrotecnico.

In una lettera, che pubblichiamo più avanti, il Prof. PUPPINI espone alcune osservazioni sulle norme per le condotte forzate predisposte dall'Associazione Italiana per gli Studi sui materiali da costruzione, e da noi pubblicate il 5 maggio u. s. a pag. 287. Cogliamo l'occasione per ricordare ai lettori l'invito che il Comitato Idrotecnico ha pubblicato nello stesso numero (a pag. 290) per invitare tutti i competenti ad esporre le loro osservazioni in argomento per un eventuale ulteriore perfezionamento di queste Norme che così da vicino interessano l'industria Idroelettrica.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

IMPIANTI IDROELETTRICI

□ PIAVE-SANTA CROCE □

CARLO SEMENZA

PRELIMINARI E GENERALITÀ.

Il concetto di utilizzare le acque del Piave derivate attraverso il lago di S. Croce risale alla domanda presentata dall'Ing. Paolo Milani fino dal 1899 ed alla successiva presentata nel 1900, sempre con progetto dell'Ing. Milani, dalla Società Italiana per l'Utilizzazione delle Forze Idrauliche del Veneto. Ma l'importanza del lago di S. Croce quale serbatoio di integrazione stagionale regolante, oltre le acque del proprio bacino idrografico, quelle derivate dal Piave, venne posta in evidenza, con genialità di concezione e larghezza di vedute, nella domanda 1909 della medesima Società e nel relativo progetto del suo Direttore Ing. Antonio Pitter, il quale poi ne continuava gli studi e curava la laboriosa istruttoria, fino al raggiungimento della più grande concessione attuale, che si propone di conseguire la utilizzazione integrale delle acque disponibili scorrenti nel Piave a Soverzene.

Quando venne istruita la domanda 1909 le Autorità competenti ritennero necessaria una più accurata conoscenza del regime idraulico del fiume e maggiori e più profonde indagini circa la possibilità di un miglior sfruttamento, e così in un primo tempo (e precisamente nel 1911) venne accordata la sola concessione di derivare in modo continuo dal lago di S. Croce le acque provenienti dal bacino del lago stesso, per utilizzarle nelle due Centrali di Fadalto e di Nove con un salto utile complessivo di m 193,85.

Iniziati subito i lavori e alacremenente condotti, le due Centrali andarono in esercizio nel 1913 e 1914. In tale epoca esse erano attrezzate, quella di Fadalto con tre gruppi da 3000 kW e quella di Nove con due gruppi uguali, con la possibilità di un ulteriore ampliamento, in relazione alla già chiesta derivazione dal Piave.

Ma intanto, nel volger di brevi anni, e mentre la Società completava i propri studi circa il regime idraulico del Piave, coordinandoli a quelli del R. Magistrato alle Acque, si manifestava la necessità, oggi universalmente riconosciuta, di sfruttare nel modo più completo le forze idrauliche della Nazione, mentre la tecnica dell'elettricità raggiungeva in ogni ramo sempre nuovi progressi. Mutavano in armonia coi tempi nuovi anche i concetti informativi della nostra legislazione sulle derivazioni delle acque pubbliche, e la Società alla fine del 1919 otteneva, secondo la suaccennata domanda, anche la concessione di derivare mc 6 intermittenti dal Piave, quando già però essa, con fede certa nell'avvenire industriale d'Italia, stava concretando più vasto e razionale progetto.

Occorre aggiungere qui che nel 1914 la Società Italiana per la Utilizzazione delle Forze Idrauliche del Veneto era entrata a far parte del Gruppo che anche oggi fa capo alla Società Adriatica di Elettricità, organismo potente (e non nella sola Regione Veneta) di distribuzione elettrica, formando così un insieme armonico di fattive energie, guidate con audacia da S. E. il Conte Volpi, e dal Comm. Ingegner Gaggia, rispettivamente Presidente e Direttore Generale della Società Adriatica.

Da questo momento l'antico progetto di derivazione dal Piave riceve nuovo impulso, poichè i maggiori mezzi finanziari e la possibilità di una più larga utilizzazione dell'energia prodotta e diffusa in una vasta regione per mezzo di una grande rete di distribuzione già

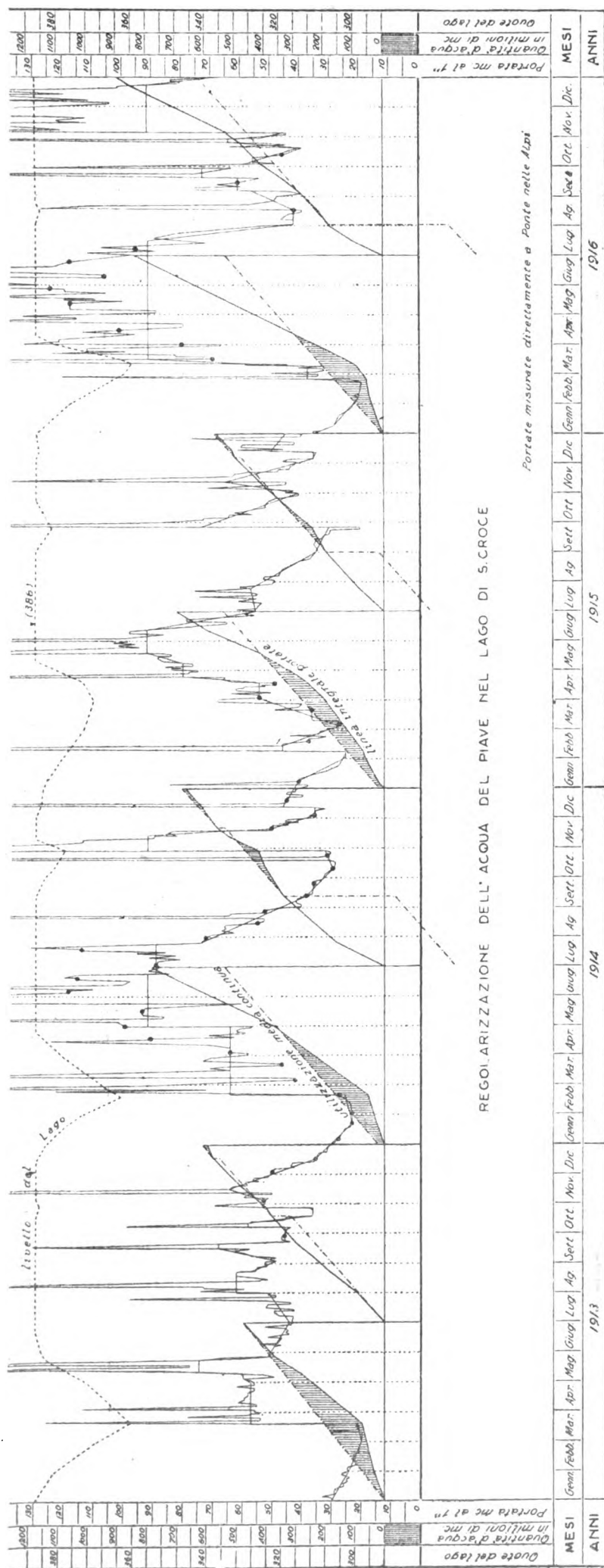


Fig. 1.

esistente, collegata ad un ampio sistema di Centrali idrauliche e termiche, consentono di mirare alla rapida attuazione di un programma veramente completo e grandioso.

Lo studio del nuovo progetto venne affidato dal Gruppo Società Adriatica all'Ing. Vincenzo Ferniani, che già aveva diretto la costruzione dei primi impianti di Fadalto e di Nove e che sarà poi il Direttore dell'Ufficio Lavori di Vittorio Veneto, mentre l'Ing. Ottaviano Ghetti si assunse il compito di tutta la parte elettrica. Duravano ancora gli studi, quando, nella primavera del 1919, pur tra difficoltà politiche ed economiche del momento, colla chiara visione del crescente sviluppo della Nazione si iniziarono i nuovi lavori predisponendo senz'altro le opere per la più grande utilizzazione.

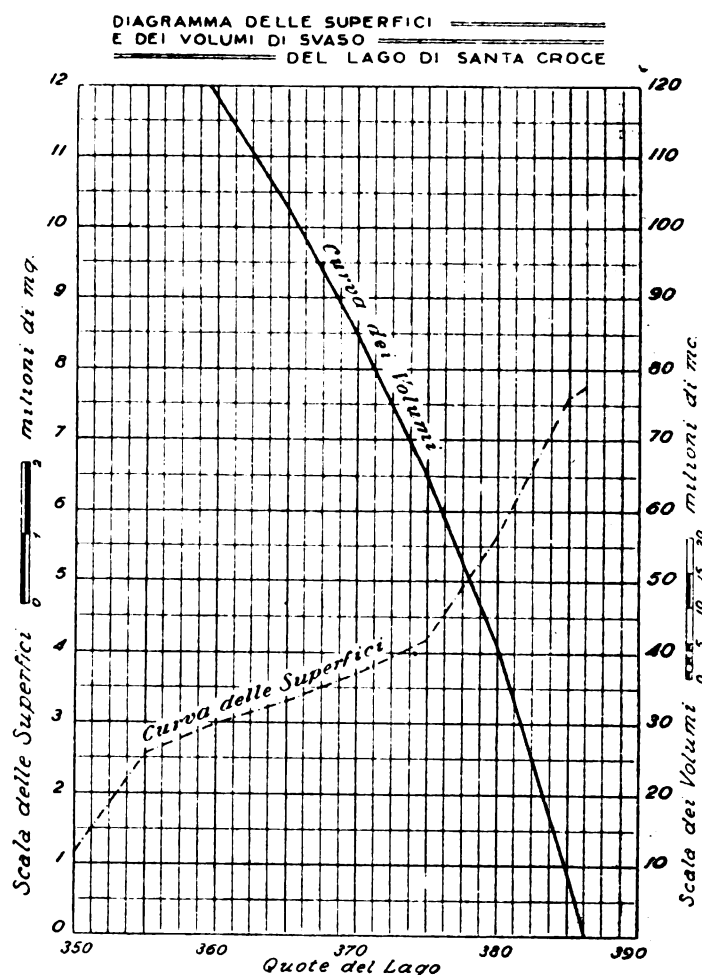


Fig. 2.

Si aggiunge che nelle ormai vecchie centrali di Fadalto e di Nove l'installazione di due gruppi di 6000 kW fatta durante il periodo bellico ha consentito, sin dalla primavera del 1920, una immediata utilizzazione dell'acqua derivata dal Piave con mezzi provvisori durante i lavori, e con la conseguente creazione di una potenza, che in altro modo gli impianti stessi non avrebbero mai potuto dare.

Nel settembre del 1920 veniva presentato il nuovo progetto completo con il quale si chiedeva la concessione di derivare dal Piave, a Soverzene m^3 30 medii, con una variazione da m^3 8 nei periodi di massima magra a mc 80 nei periodi di morbida; e finalmente, nello scorcio del 1922, dopo una laboriosa istruttoria e vinte con geniali modifiche introdotte al progetto le opposizioni di altri Enti interessati, venne emesso il regolare Decreto di concessione della intera derivazione richiesta.

Bacino imbrifero e portate del Piave.

Il bacino imbrifero del Piave, a Ponte nelle Alpi, a valle della confluenza col Rai, misura km^2 1890, e a monte, presso Soverzene, km^2 1690. Il bacino proprio del lago di S. Croce è

PLANIMETRIA GENERALE



Fig. 3.

Il corso naturale del Piave male si presta per questo scopo; esso scende con lieve pendenza descrivendo un amplissimo giro attorno alle Prealpi Bellunesi.

Il tracciato più breve sarebbe costituito da una grande galleria che, attraversando l'altipiano del Cansiglio, sboccante sopra le sorgenti della Livenza, portando l'acqua con un salto di 350 metri ad alimentare un'unica colossale Centrale della potenza di circa 250 000 kW.

batoi, atti a rendere, entro certi limiti, indipendenti fra di loro le varie Centrali.

Per le favorevoli condizioni orografiche il tracciato offre anche, e al più alto grado, la possibilità di frazionare l'esecuzione in diversi periodi, con progressiva utilizzazione della derivazione dal Piave fino alla massima consentita, e con progressiva produzione di energia, sempre limitando nei primi periodi la spesa entro limiti economicamente convenienti.

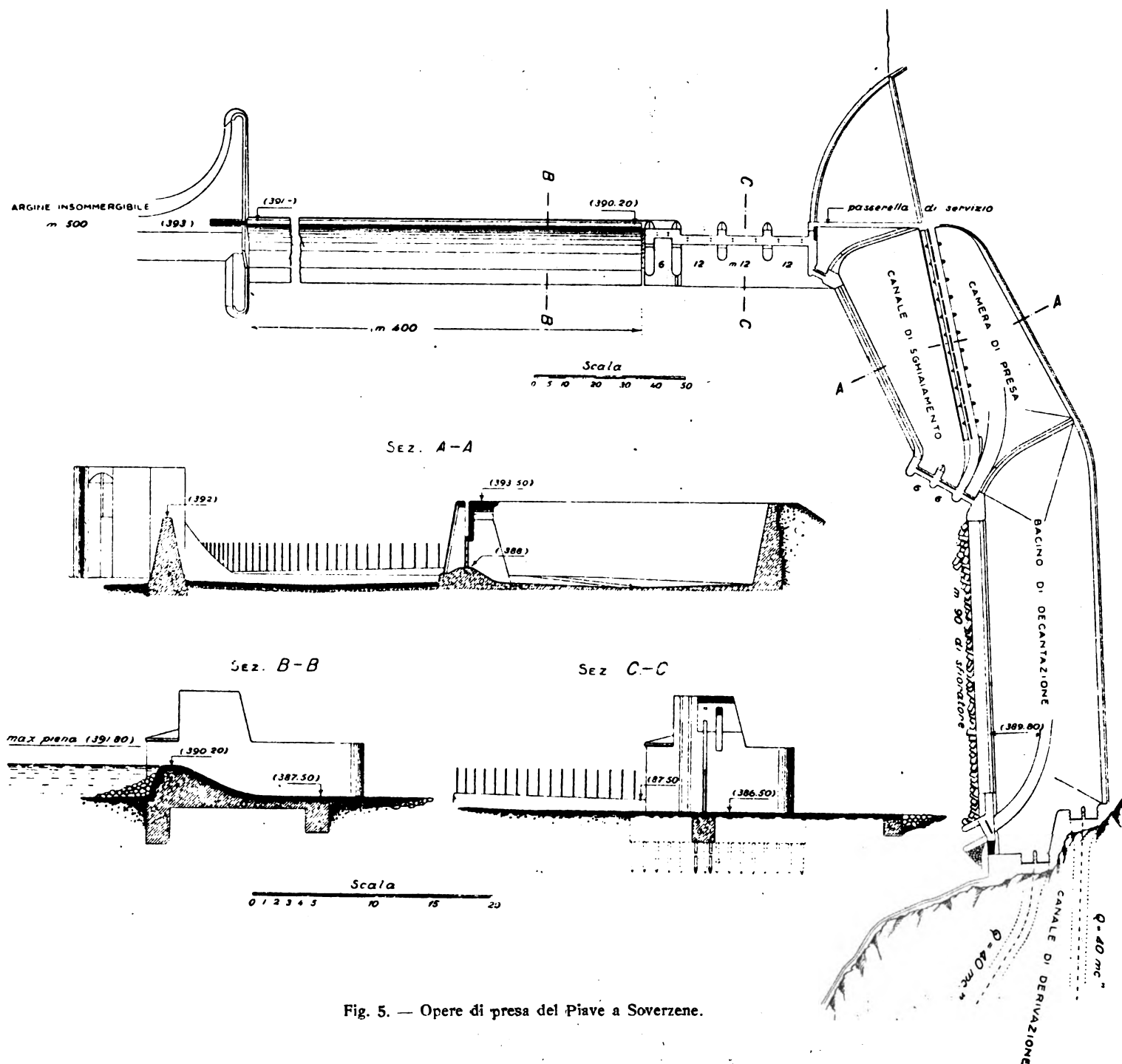


Fig. 5. — Opere di presa del Piave a Soverzene.

Questa soluzione però, oltre a presentare una grave incognita nell'attraversamento del Cansiglio, grande massiccio di tipo carsico, offre uno svantaggio fondamentale economico-tecnico, cioè la necessità di costruire la maggior parte delle opere per avere la disponibilità del primo kWh ricavabile dall'impianto.

La colossale spaccatura di Fadalto e della Valle del Meschio, che divide l'altipiano del Cansiglio dalle Prealpi Bellunesi (Catena del Col Visentin), sede, nell'epoca glaciale, di uno dei rami del grande ghiacciaio del Piave, offre la via più naturale e tecnicamente più vantaggiosa per condurre alla pianura le acque provenienti dal Piave. Il tracciato è di gran lunga più breve del corso naturale del fiume, si presta mirabilmente al frazionamento dei salti e offre una successione di laghetti e di conche naturali facilmente riducibili a ser-

L'opera nelle sue linee generali è così progettata e in buona parte eseguita:

- 1) Presa dal Piave presso Soverzene, alla quota 390; canale di adduzione al lago di S. Croce per la portata massima di $m^3 80$; ampliamento e sistemazione del lago per costituire un serbatoio stagionale della capacità utile di 120 milioni di m^3 fra le quote 360 e 386;
- 2) Opere di presa dal lago di S. Croce, sotto la quota di svaso, e canale in galleria sotto pressione per la portata massima di $m^3 120$; sei tubazioni metalliche forzate del diametro di m 2,60, allo sbocco di detta galleria, e nuova Centrale di Fadalto, attrezzata con sei gruppi turbina-alternatore da 22 000 HP effettivi, con scarico nel lago Morto; con salto medio di m 106 essa disporrà di una potenza continua di 46 640 HP nominali;

3, Ripresa dell'acqua dal Lago Morto, condotta in galleria sotto pressione per la portata massima di m^3 80 al 1''; tre tubazioni metalliche forzate del diametro di m 2,60 e una di m 2,40 allo sbocco della galleria, e nuova Centrale di Nove, che con salto medio di m 99, avrà una potenza continua di 43 569 HP nominali: essa però verrà attrezzata con tre gruppi da 22 000 HP effettivi e due da 8000 HP effettivi.

Scarico negli stagni del Restello, che saranno sistemati e scavati in modo da costituire un serbatoio giornaliero di regolazione (laghetto di Nove) della capacità di circa m^3 800 000;

4) Presa da questo serbatoio e galleria sotto pressione per la Centrale di S. Floriano, che, con salto medio di m 13,75, disporrà di una potenza continua di 6050 HP nominali, ed essendo destinata ad un funzionamento pressoché continuo e costante verrà attrezzata con quattro gruppi da 1300 HP effettivi, che scaricheranno l'acqua nel laghetto di Negrisiola sopra Vittorio.

5) Ripresa dell'acqua dal Negrisiola: da questo punto la portata media utilizzabile viene ridotta a m^3 31,50 al 1'', dovendosi provvedere con una quantità media di 1,50 m^3 al 1'' all'integrazione della portata del torrente Meschio, che, secondo il disciplinare di concessione, non deve scendere sotto 3 m^3 .

L'utilizzazione verrà ripartita in due distinte Centrali: a Castelletto con portata media di 6 m^3 al 1'' e scarico nel Meschio a Borgo Pianche, alla quota 90,75; ed a Caneva con portata media di 25,50 m^3 al 1'' e scarico ancora nel Meschio presso Fratta, alla quota 40,80. Il primo scarico è destinato ad irrigare le zone alte del comprensorio a sinistra del Piave: parte del secondo verrà ripreso ed utilizzato nelle zone media e bassa dello stesso comprensorio irriguo.

Il canale che parte dal Negrisiola è a pelo libero, della portata di m^3 45, attraversa in galleria lo sperone di S. Augusta a Nord di Vittorio e si svolge lungo il piede delle colline di sinistra del Meschio, parte in trincea e parte in galleria, fino al Anzano dove attraversa le colline e passa nella valle del Carron;

6) Per la prima delle due centrali: derivazione dal canale precedente mediante tubo in cemento armato a leggera pressione della portata massima di m^3 10, bacino di carico; condotta forzata costituita da una tubazione metallica del diametro di m 2,10; Centrale di Castelletto attrezzata con due gruppi da 3500 HP effettivi, che, con salto di m 62,50 disporrà di una potenza continua di 5000 HP nominali;

7) Prosecuzione del canale principale, che, varcata la bassura del Friga con sifone in cemento armato sotto pressione, si dirige

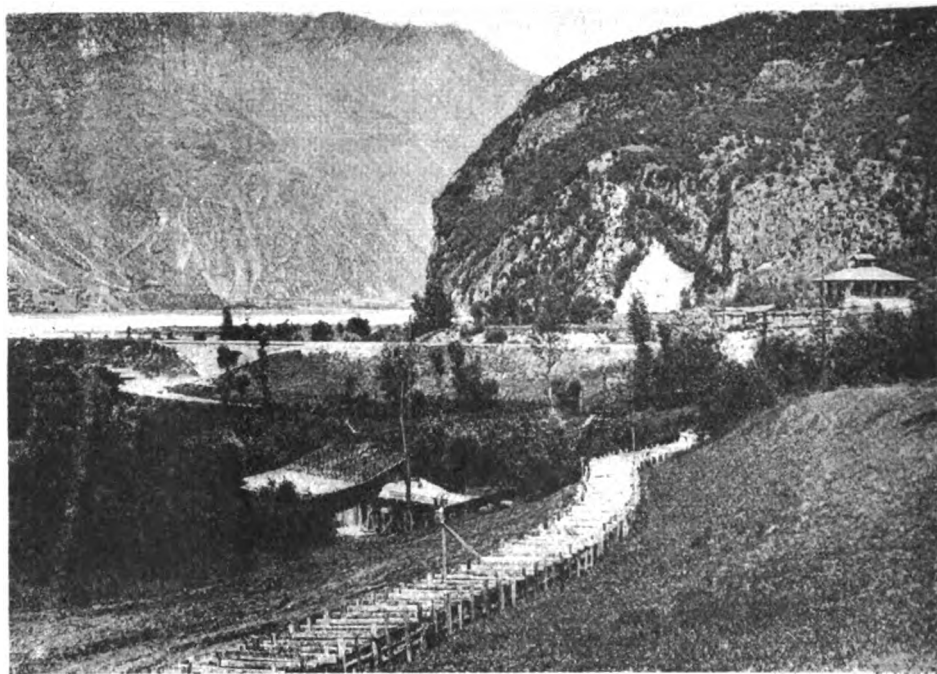


Fig. 6. — Canaletta provvisoria in legno per la derivazione dal Piave.

quasi sempre in galleria, fin sopra Caneva; bacino di carico e condotta forzata con due tubazioni metalliche, galleria che collega il bacino di carico col laghetto artificiale di Caneva, della capacità utile di un milione di m^3 , formato dallo sbarramento del Rio Vallegger; Centrale di Caneva attrezzata con 4 gruppi turbina-alternatore da 15.000 HP effettivi, la quale con salto di m 105 disporrà di una potenza continua di 35 700 HP nominali. Pure essendo questa Centrale destinata a formare la base del diagramma di carico, il serbatoio permetterà una certa elasticità di funzionamento.

Il seguente specchio riassume i dati relativi alle varie Centrali a programma completamente ultimato:

CENTRALI	Portate		Salti medi lordi	Potenza media continua		Potenza macchine installate kW
	Medie Con- tinue	Mas- sime		Cav. Nominali	kW Effett.	
Fadalto	33,—	120	106	46640	24980	87720
Nove	33,—	80	99	43560	23350	54500
S. Floriano	33,—	48	13,75	6050	3160	4440
Castelletto	6,—	10	62,50	5000	2590	5180
Caneva	25,50	60	105,—	35700	19250	44650
				136950	75350	196490

Per le prime due Centrali, in grazia alla funzione dei bacini di compensazione, si può contare sulla completa utilizzazione dell'acqua, mentre per le tre ultime si deve tener conto delle inevitabili perdite per regolare lo scarico secondo le esigenze della irrigazione e del regime del Meschio e del Livenza.

La produzione annua di energia sarà:

Centrale di Fadalto:

$$24\,980\text{ kW} \times 8750\text{ ore} = \text{kWh } 218\,000\,000$$

Centrale di Nove:

$$23\,350\text{ kW} \times 8750\text{ " } = \text{ " } 204\,000\,000$$

Centrale di S. Floriano:

$$3\,160\text{ kW} \times 6000\text{ " } = \text{ " } 19\,000\,000$$

Centrale di Castelletto:

$$2\,590\text{ kW} \times 6000\text{ " } = \text{ " } 15\,000\,000$$

Centrale di Caneva:

$$19\,250\text{ kW} \times 7000\text{ " } = \text{ " } 135\,000\,000$$

Totale kWh 591 000 000

In cifra tonda kWh 590 000 000; utilizzazione ore 3000.

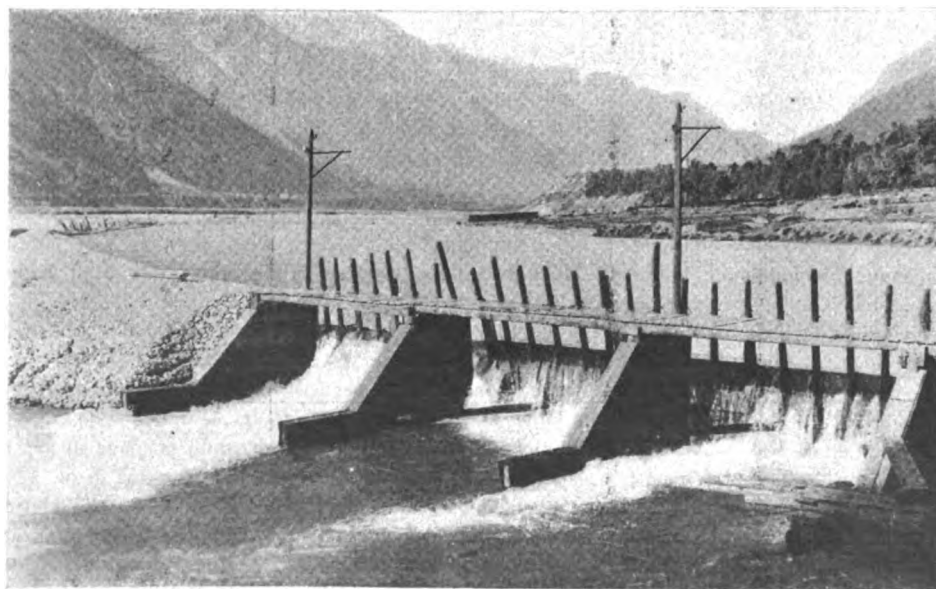


Fig. 7. — Presa provvisoria dal Piave a valle di Soverzene.

Periodi successivi di esecuzione.

L'esecuzione dell'opera, come si è accennato, è graduata in diversi periodi.

In un primo periodo, che si concluderà nell'autunno del corrente anno con l'entrata in funzione della nuova Centrale di Fadalto, attrezzata con due gruppi da 18 000 kW, la derivazione dal Piave è limitata a 15 m³ medi, da prelevarsi con opere di presa provvisorie.

In questo periodo si sono costruiti:

- 1) Opere di presa provvisorie dal Piave;
- 2) Il canale dal Piave al lago di S. Croce, completo per la portata massima di 80 m³, tranne il primo tronco, per il quale si prevede la costruzione di una seconda galleria;
- 3) La presa dal lago di S. Croce per la metà portata;
- 4) La galleria di Fadalto, completa per la portata massima di punta della Centrale di Fadalto (120 m³ al l'');'
- 5) La Centrale di Fadalto con due tubazioni e due gruppi;
- 6) La Centrale di S. Floriano con due gruppi;
- 7) Opere di presa provvisorie dal lago di Negrisiola;

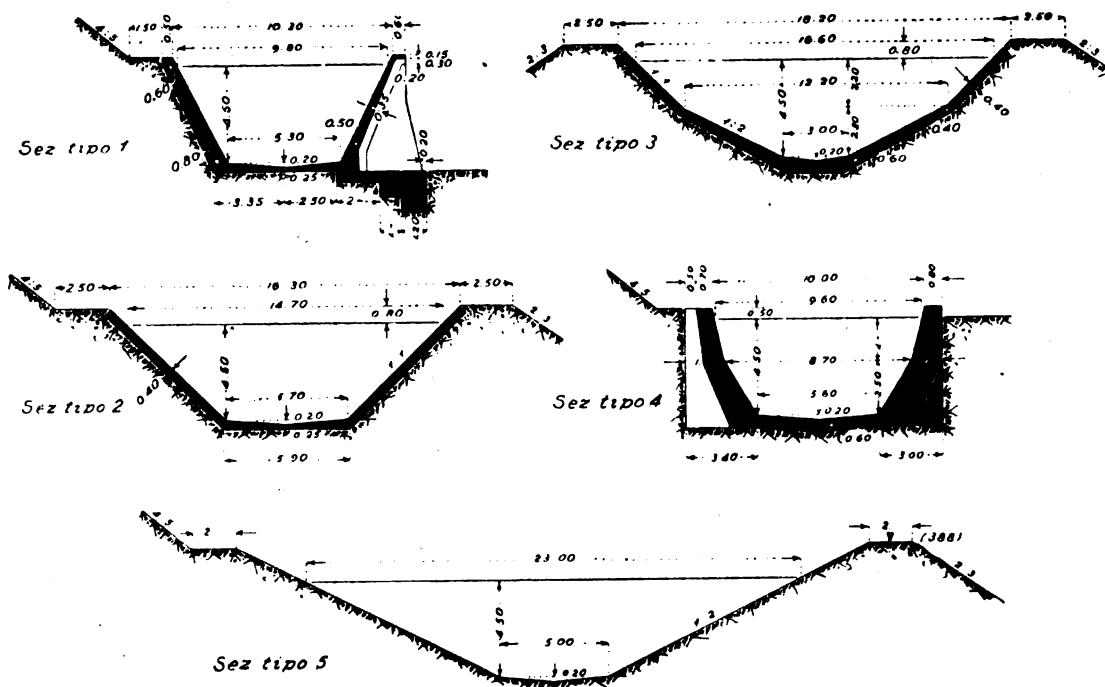


Fig. 8. — Canale dal Piave al Lago di S. Croce - Sezioni normali.

8) Il canale dal lago di Negrisiola al torrente Carron, completo per la portata di m³ 45 e cioè come dovrà servire per alimentare le Centrali di Caneva e del Castelletto a impianto ultimato;

9) Impianto del Castelletto, completo e ultimato secondo il progetto. L'acqua eccedente quella smaltita dal Castelletto viene lasciata nel Meschio a Negrisiola ed in parte scaricata nel Carron, opportunamente sistemato.

Il secondo periodo è venuto praticamente ad essere conglobato nel primo; esso infatti comprende la costruzione del nuovo impianto del secondo salto con opere di presa dal lago Morto, galleria sotto carico, Centrale di Nove attrezzata con due tubazioni, due gruppi da 6000 kW e uno da 18 000 kW.

Tutte queste opere sono già in pieno sviluppo e la loro esecuzione è stata anticipata, perchè la galleria di derivazione dal lago Morto dell'impianto esistente non ha che una capacità di portata molto limitata e avrebbe costituito una strozzatura nell'impianto, con gravi limitazioni nel funzionamento della nuova Centrale di Fadalto.

Il terzo periodo prevede la costruzione dell'impianto di Caneva (escluso il serbatoio artificiale) con canale dal Carron a Caneva completo per la portata integrale; Centrale attrezzata con una tubazione e due gruppi da 15 000 kW. Questo gruppo di lavori verrà iniziato alla fine del corrente anno e sarà completo per l'autunno del 1926.

Nel 4°, 5° e 6° periodo sono compresi: la costruzione delle opere di presa definitive dal Piave, dell'argine di contenimento per l'ampliamento del lago, il raddoppio della presa di S. Croce e il completamento delle Centrali con la posa in opera delle tubazioni e l'installazione dei gruppi rimanenti. Successivamente, in più lontano

avvenire, è prevista la creazione del laghetto artificiale di Caneva, da attuarsi quando le esigenze di servizio fossero per richiederlo.

Devesi infine notare che sin dall'inizio, come fu già accennato e come verrà più estesamente esposto parlando della presa dal Piave, i nuovi lavori hanno concesso di utilizzare nelle Centrali esistenti di Fadalto e Nove una sempre maggior quantità d'acqua proveniente dal Piave, in aggiunta a quella del bacino proprio del lago di S. Croce.

Organizzazione generale dei lavori.

Il tracciato degli impianti costituisce un grande angolo retto a lati quasi uguali con vertice a Vittorio Veneto.

Il centro motore della costruzione dei nuovi impianti è stato perciò stabilito a Vittorio dove fin dal 1919 venne costituito un Ufficio Lavori, il quale provvede non soltanto alla direzione di tutti i lavori, che si stendono sopra un percorso totale di circa 50 km, ma anche alla compilazione di tutti gli studi e progetti, di massima, esecutivi e di dettaglio. Nell'Ufficio Lavori collaborano o hanno collaborato coll'Ing. Ferniani, sia per lo studio dei progetti che per la dire-

zione dei lavori sui cantieri, gli Ingegneri Augusto Koch, Augusto Majer, Gianguualberto Pantoli, Carlo Semenza, Gildo Sperti.

Delle espropriazioni si occupa particolarmente l'Ing. Francesco Piazza, dei servizi elettrici e meccanici l'Ing. Andrea Prosdocimi.

Per lo studio e l'attrezzatura delle Centrali collabora con l'Ing. Ghetti l'Ing. Giuseppe Muzzi.

A Vittorio è stato impiantato un magazzino centrale dei materiali per i cantieri, una officina meccanica e di falegnami (con segheria), per la riparazione del macchinario e dei mezzi d'opera, e anche per la costruzione diretta di parecchie parti costruttive di minore importanza e di alcuni mezzi d'opera. Presso l'officina meccanica è pure collocato un impianto per la produzione dell'ossigeno liquido della capacità di 25 litri-ora. L'impianto è stato montato a Vittorio perchè l'ossigeno liquido ha servito principalmente nella costruzione della Galleria di S. Augusta, i cui imbocchi sono nelle immediate vicinanze del magazzino centrale. Nel prosieguo dei lavori l'impianto verrà spostato in prossimità delle gallerie dove verrà utilizzato l'ossigeno liquido.

DERIVAZIONE DAL PIAVE.

Opere di presa.

Come si è accennato, la costruzione delle opere definitive di presa fa parte di una fase successiva nella esecuzione dei lavori. Lo sbarramento presso Soverzene sarà costituito essenzialmente (fig. 5) da una diga sommergibile in muratura, che avrà la lunghezza di metri 400, limitata verso la sponda destra da un argine insommergibile.

Il ciglio della diga a stramazzo, presso le opere di presa in sponda sinistra, è alla quota 390. La sua altezza massima di ritenuta è di m 2,80 e la lama stramazante, per le massime piene di circa 2000 m³ sarà di m 1,60.

Presso la presa sarà costruito un callone a lieve pendenza per il

quando per le condizioni del fiume la presa provvisoria di Soverzene non dà la quantità d'acqua richiesta. Esso è costituito da n. 2 pompe da 3300 litri e n. 1 da 1800, per la prevalenza di m 4,50. Il tubo premente è in parte costituito da un sifone in calcestruzzo di cemento e immette l'acqua in una vasca col fondo a m 1,75 sotto quello del

canale. Tale disposizione permette il regolatore disinnesco delle pompe, senza ricorrere a chiusure automatiche, e stabilisce chiusura idraulica per facilitarne l'innescio. La vasca è pure provvista di scarico di fondo con paratoia.

L'acqua è convogliata alle pompe mediante uno sbarramento in pietrame, contenuto da tripodi e cavalletti, facente capo alle luci di presa, munite di paratoie in legno con sollevamento a mano. Lateralmente alle bocche di presa sono aperte due porte mariniere per lo sghiaimento e la fluitazione delle zattere. Dalle bocche l'acqua accede alle pompe attraverso un breve tratto di canale in terra.

La presa provvisoria attuale di Soverzene, all'im-

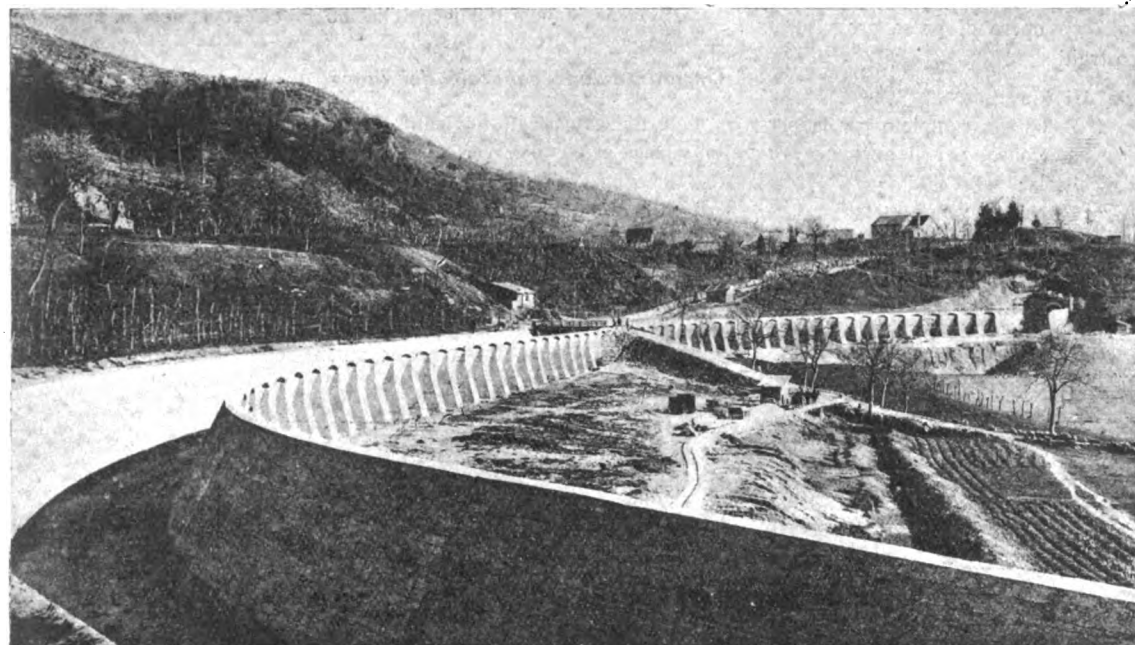


Fig. 9. — Canale dal Piave al Lago di S. Croce. 1° tronco a mezza costa in muratura.

passaggio delle zattere, e tre paratoie della luce di m 12 per lo sghiaimento.

L'acqua, sulla sponda sinistra, attraverso una soglia munita di opportuni ripari per le zattere, entra in un primo canale di sghiaimento, lungo il quale si trovano dodici porte di presa di 6 m di larghezza ciascuna e 2 di altezza d'acqua, la soglia delle quali si trova alla quota 388 e precisamente a m 1,50 sopra il fondo del canale stesso. Le porte sono protette da una griglia formata da sbarre spaziate tra loro di 75 mm, e leggermente inclinate per la migliore tenuta delle ghiaie.

Subito dopo la soglia si trova la camera di presa e quindi un vasto bacino di decantazione dove possono depositarsi le sabbie: l'una e l'altro sono muniti di scarico di fondo che ne permettono la vuotatura periodica, mentre il lato destro del bacino di decantazione è provvisto di uno sfioratore lungo m 90.

Alla fine del bacino stesso si trovano, muniti di paratoie di regolazione, gli imbocchi delle due gallerie che attraverso lo sperone di S. Augusta formano, si può dire, il primo tratto del canale di derivazione.

Dall'inizio dei lavori ad oggi, parecchie sono state le opere provvisorie di derivazione costruite per prelevare dal Piave un quantitativo sempre maggiore di acqua, per utilizzarlo nelle esistenti Centrali dell'impianto di S. Croce.

Nei primi mesi del 1920, mentre i lavori del grande canale dal Piave al lago erano appena iniziati, si dimostrò urgente la necessità di aumentare la disponibilità di acqua nel lago. In poco più di due mesi venne costruita una canaletta in legno della portata di 2 m³ e della lunghezza complessiva di 3000 m che, insieme con una parte dell'alveo del Rai, costituì, per mezzo di due impianti di sollevamento (prevalenza complessiva m 13,50) il primo canale di immissione nel lago di S. Croce dell'acqua del Piave (fig. 6).

Questa canaletta restò in funzione fino all'agosto 1921, quando cioè il canale dal Piave al lago completato nelle sue parti essenziali, poté entrare in funzione, e venne anche utilizzata successivamente, per qualche tempo, durante la magra eccezionale 1921-22, in aiuto al canale stesso. Venne poi demolita negli ultimi mesi del 1922.

Il grande canale di derivazione entrò in servizio con l'impianto di sollevamento di Soccher, poichè la galleria di Soverzene (primo tronco del canale stesso), non fu perforata fino alla finestra intermedia che nel novembre 1921 e per intero, fino al suo inizio, che nel settembre 1922.

L'impianto di sollevamento funziona tuttora per brevi periodi,

bocco della galleria omonima, è andata in servizio nel settembre 1922 e da allora ha funzionato quasi continuamente salvo brevi interruzioni per riparare i danni delle piene.

Anche quest'opera (fig. 7) è costituita da uno sbarramento di tripodi e cavalletti, destinato ad essere il punto debole del sistema, a lasciare libero il varco alle piene, impedendo che la violenza delle acque si abbatta sulle opere di presa propriamente dette; cioè sulle paratoie (in legname con sollevamento a mano) e sulle luci a stilate, destinate allo sghiaimento e alla fluitazione, che sono ben visibili sulla fotografia.

Questa presa permette di derivare dal Piave fino a 25 m³ quando il fiume è in condizioni normali.



Fig. 10. — Esecuzione dell'intonaco col Cement-Gun lungo il 1° tronco del canale.

Canale dal Piave al lago di Santa Croce.

Ha una lunghezza complessiva di m 8594 dall'inizio (presa di Soverzene) alla fronte a valle del sifone sotto la strada Secca-Alpago.

Come già si è detto, il canale è costruito per una portata massima di m³ 80 al 1''; ne ha convogliato fino a 25,

Dal punto di vista costruttivo si può dividere in diversi tronchi, nei quali, a seconda dei terreni attraversati, cambiano, col tipo di struttura la sezione e la pendenza. I vari tipi di sezione sono indicati nella figura 8.

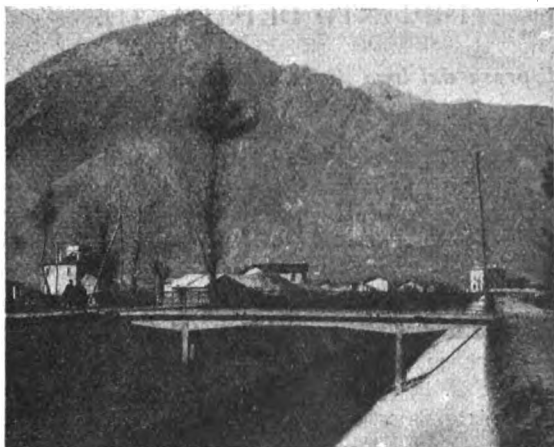


Fig. 11. — Canale dal Piave al Lago di S. Croce. Ponte presso il Cantiere di Cadola.

Il primo tronco è costituito dalle due gallerie di Soverzene che attraversano lo sperone di S. Augusta (lunghezza m 1165), una delle quali è già costruita. Si prevede la costruzione di una seconda galleria perchè non sarà possibile procedere all'allargamento della prima attualmente in funzione per renderla capace di convogliare la portata massima, dato che non si potrà sospendere per lungo tempo l'immissione dell'acqua nel lago. La galleria attuale ha la sezione di $4,70 \times 5,70$ e la pendenza dell' 1‰ , è scavata in calcare duro del Giura, senza rivestimento, e con l'altezza d'acqua di m 4,50, potrà convogliare metà portata, e cioè m³ 40.

Alla galleria segue (dalla progressiva 1165 alla progr. 2156), il primo tronco di canale aperto (fig. 9), costruito a mezza costa in muratura (Sez. tipo 1) tranne un breve tratto interposto, di m 87,70, in galleria. La pendenza in questo tronco è del $0,5 \text{‰}$. La sezione è trapezia con pareti inclinate a 2 su 1: il muro a monte, a strapiombo, addossato alla roccia, è in pietrame con malta di calce idraulica. Il muro a valle, a speroni e voltine, è in calcestruzzo di cemento, senza armatura di ferro. L'interasse degli speroni, che hanno una larghezza di m 1,50, costante dal piede al coronamento, è di m 5. Il tratto di questo tronco seguente la breve galleria di Soccher ha pre-

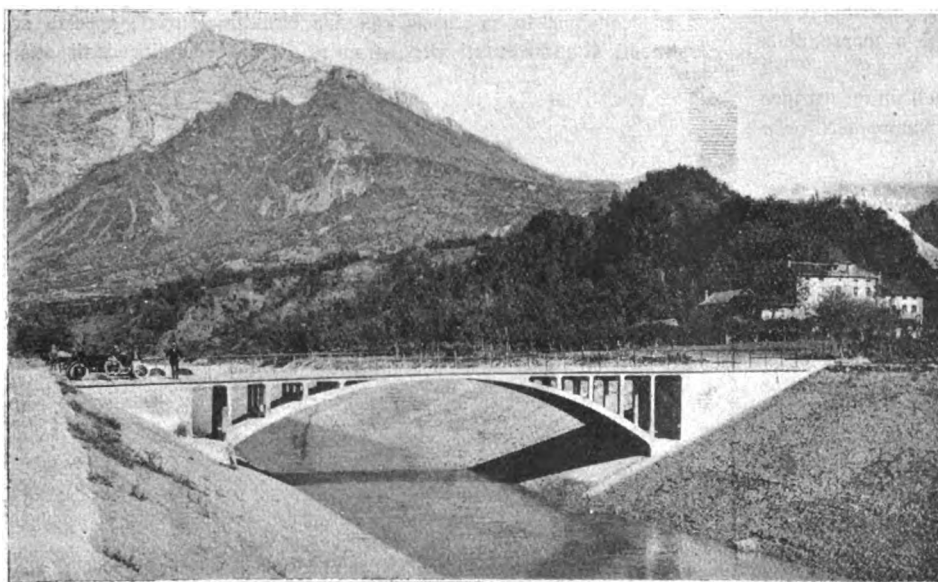


Fig. 13. — Canale dal Piave al Lago di S. Croce. Tronco in terra senza rivestimenti e ponte ad arco delle Schiette.

sentato notevoli difficoltà per l'attraversamento di una frana. Le fondazioni degli speroni a valle furono dovute spingere fino a 10 metri di profondità, con l'infrissione di numerosi pali di legno.

Tutto questo primo tronco di canale è rivestito con intonaco di calce idraulica eseguito col Cement-gun (fig. 10)). Dopo due anni dalla

esecuzione i risultati si possono dire buonissimi. A ciò ha certamente contribuito l'ottima qualità della sabbia estratta dal letto del Piave. Il coefficiente della seconda formula del Bazin, per il rivestimento con il Cement-gun, lasciato grezzo, si aggira secondo i risultati sperimentali intorno a 0,40.

Il tronco seguente (dalla progres. 2156 alla progres. 4786,85) è quasi tutto in trincea, scavata in terreno di media durezza (figg. 11-12). Ha pendenza del $0,4 \text{‰}$ e sezione trapezia con sponde inclinate a 45° (Sezione tipo 2). Il rivestimento è in muratura con malta di calce idraulica, dello spessore di m 0,40.

In due tratti di questo tronco si è dovuto, data la natura dei terreni attraversati, modificare la sezione. E precisamente a valle della strada Cadola-Arsiè e per un tratto di m 440, pur mantenendo la sezione 2 nelle sue linee generali, e conservando la pendenza del $0,4 \text{‰}$, si è dato alle sponde un profilo spezzato, con due diverse inclinazioni (Sez. tipo 3) e ciò per la natura fangosa del terreno: il rivestimento seguiva immediatamente lo scavo, altrimenti anche questo profilo, che si potrebbe chiamare di equilibrio, non si sosteneva, ed avvenivano continui smottamenti. Il rivestimento è stato eseguito in calcestruzzo di cemento, con sassi annegati.

A valle di questo tratto, e per altri 400 metri, il terreno costituito da fango palustre, argilloso e imbevuto di acqua, esigeva ugual-



Fig. 12. — Canale dal Piave al Lago di S. Croce. Tronco in trincea con rivestimento in muratura.

mente una modificazione nella sezione, ma la ristrettezza dello spazio fra la montagna e la strada, fiancheggiata da parecchie case, consigliò di ricorrere a una sezione simile a quella del primo tronco, dando anche qui alle sponde un profilo spezzato a due inclinazioni, e costruendo i muri con speroni e spessori atti a resistere alla spinta del terreno (Sez. tipo 4). Per evitare franamenti, gli speroni si dovettero costruire entro scavi armati, prima di procedere allo sterro generale del canale. In questo tratto si è anche naturalmente ritornati alla pendenza del $0,5 \text{‰}$.

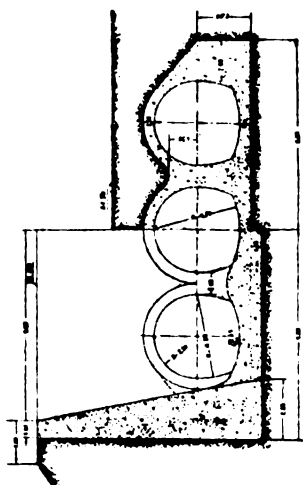
A valle della progressiva 4786,85 il canale assume la sezione in terra (tipo 5) (v. fig. 13), senza rivestimento, con pendenza del $0,3 \text{‰}$, sezione che mantiene fino ai sifoni sotto il futuro argine di contenimento e la strada della Secca (fig. 14), salvo brevi tratti per i quali si dovette ricorrere ad opere speciali.

Oltre i sifoni, il canale si abbassa al livello delle paludi, e procede verso il lago con una lunghezza di circa m 1500; è scavato in terra, e ha la pendenza del $0,6 \text{‰}$. La velocità è diminuita con traverse. Quest'ultimo tratto è provvisorio, e tutto lo scarico nel lago dovrà essere sistemato quando se ne effettuerà anche l'ampliamento.

Verrà creato un canale, sommergibile a lago alto,

che convoglierà l'acqua verso la sponda occidentale rocciosa dove entrerà in galleria, nell'ultimo tratto atta a funzionare sotto pressione, per scaricarsi nel lago da diverse bocche.

Provisoriamente si sono costruiti due scivoloni (fig. 15) e un callone a gradinate, in legname, che provvedono allo scarico, evitando



le corrosioni sulla sponda melmosa; corrosioni che, a livello basso del lago, assumerebbero proporzioni addirittura fantastiche, e disastrose per le opere a monte.

Lungo il percorso del canale si è provveduto agli attraversamenti stradali con ponti di vario tipo (V. figg. 11 e 13), in cemento armato, alcuni dei quali di una certa importanza date le dimensioni del canale come quello per la strada Cadola-Arsiè, atto a portare i massimi carichi, e quello per la strada Schiette-Alpago, ad arco con luce di 22 m (fig. 13).

Per i numerosi torrenti si è provveduto con manufatti di tipo uniforme, studiati in modo da secondare le già iniziate sistemazioni idrauliche.

La costruzione del canale, iniziata nello scorcio del 1919, era ultimata nell'agosto del 1921. Una così rapida esecuzione di un lavoro steso su una lunghezza di quasi 10 km e importante lo scavo di oltre 600 000 m³ di materiale, e la costruzione di 50 000 m³ di muratura, è stata resa possibile, oltre che dall'organizzazione, anche dai mezzi impiegati. Una doppia linea decauville, servita con locomotive a vapore ed elettriche, fu costruita dal greto del Piave alla Secca per il servizio delle murature e degli scavi. Una teleferica portava il pietrame da una cava sotto il monte Dolada a un colossale impianto di frantumazione e vagliatura, situato presso il cantiere di Cadola. Nella stessa località erano stati costruiti silos per calce e cemento, e il calcestruzzo, impastato con una betoniera della produzione di 22 m³-ora, veniva distribuito sui vari tratti del canale a mezzo della Decauville.

Nello scavo dell'ultimo tronco furono usati un escavatore a Noria e due a cucchiaio.

Ampliamento del lago.

L'argine di contenimento, in progetto, sorgerà a valle della strada Secca-Alpago e parallelamente ed essa con una lunghezza totale di circa 1 km. Con un franco di m 2 avrà la sommità alla quota 388. È previsto con un nucleo centrale in argilla, scarpa di 1 su 3 a monte e 1 su due a valle. Allo scopo di evitare opere di chiusura del canale verso il lago, gli argini del canale stesso, una volta raggiunta la quota 388, si mantengono orizzontali fino all'incontro con l'argine di contenimento.

Uno sfioratore a pozzo provvederà allo scarico di eventuali piene dell'immissario torrente Tesa che si verificassero a lago alto.

La superficie del lago al livello

massimo (quota 386) sarà di circa km² 8: andranno sommerse le paludi fra la strada nazionale di Alemagna, la strada Secca-Alpago e il lago.

IMPIANTO DI FADALTO.

Opere di presa dal lago di Santa Croce.

Le prese dal lago di Santa Croce saranno due — ognuna delle quali servirà per metà della portata di punta e cioè per circa 60 m³, mentre la galleria è unica ed atta a portare a lago basso con una perdita di carico che non supera la propria pendenza (2,5 ‰), 120 m³ al l". Attualmente è costruita una delle prese, che si sta completando nelle sue parti essenziali.

La disposizione adottata è messa in evidenza dalle figg. 19 e 20. In un primo pozzo verticale sono installate una griglia a sacco e una paratoia piana a tenuta ermetica, munita di by-pass, ricavato lateralmente nella roccia. In un secondo pozzo, inclinato del 40 %, è montata una paratoia a settore circolare, manovrabile sotto pressione.

La paratoia a settore è destinata al servizio normale di esercizio, e a permettere l'equilibrio delle pressioni sulle due facce della paratoia piana, la quale non si potrebbe manovrare sotto una pressione di 35 metri. La paratoia piana serve per mettere all'asciutto la galleria per eventuali riparazioni. Inoltre, data l'importanza dell'opera, sembrò comunque conveniente, anzi indispensabile, di poter disporre di due diverse chiusure della galleria.

La paratoia piana e la griglia vengono sollevate a mezzo di catene; la paratoia a settore con aste rigide collegate a snodo. La manovra è effettuata mediante argani azionati elettricamente.

Il pozzo inclinato ha servito come finestra di attacco per la galleria, dato che non era possibile svasare il lago fino alla quota di imbocco. Il pozzo verticale e il tratto di galleria tra i due pozzi e fino all'imbocco dal lago vennero scavati soltanto in seguito.

Per l'abbattimento dell'ultimo diaframma verso il lago si mise in opera una grossa mina di 3500 kg di gelatina, collocati in un fornello principale posto nel piano assiale della galleria e in due fornelli laterali. La carica del fornello centrale era di 3000 kg e quella dei due laterali di 200 kg ognuna. Inoltre era disposta una corona di fori con piccole cariche (kg 100 in totale) attorno all'estremità della galleria in modo da determinare un taglio che fosse il più netto possibile.

Grazie alla impermeabilità e alla compattezza della roccia (scaglia rossa) il fornello fu potuto collocare a soli otto metri dal fondo del lago.

L'accensione fu assicurata con due circuiti elettrici; speciali accorgimenti vennero usati per garantire l'impermeabilità degli attac-



Fig. 15. Scarico nel Lago di S. Croce delle acque del Piave. Uno degli scivoloni provvisori.

chi e delle derivazioni. L'intasamento venne fatto con sacchi di cemento a rapida presa presso il fornello e riempiendo di acqua il pozzo verticale fino a m 8 sopra il livello del lago. Fra i due pozzi venne costruito un tampone in calcestruzzo armato nel quale venne lasciato un tubo con saracinesca. La paratoia piana e la griglia ven-

nero sollevate e portate fuori del pozzo, la paratoia a settore venne invece abbassata, per meglio garantire la galleria.

Il brillamento della mina fu eseguito il 2 giugno ultimo scorso. La chiusura del circuito di accensione fu fatta da S. E. Mussolini, in occasione della visita ai lavori.

L'esito della mina fu ottimo: l'intasamento di acqua funzionò perfettamente, creando una contropressione la quale costrinse la mina ad agire in direzione del lago (fig. 20).

Attualmente si stanno rimuovendo i materiali prodotti dall'esplosione e franati davanti all'imbocco della galleria. Si è abbassata la paratoia piana: in seguito sarà abbattuto il diaframma di cemento fra le paratoie e ripristinato il rivestimento.

Galleria di derivazione.

La galleria di Fadalto ha sezione circolare leggermente modificata (V. Sez. tipo fig. 19) con diametro di m 5,80. La piccola correzione portata alla sezione circolare, che sarebbe la migliore idraulicamente, fu consigliata da ragioni costruttive, per una maggior comodità nello scavo e nel rivestimento, e fu ritenuta possibile data la non eccessiva pressione (m 40). Questo tipo di sezione è stato adottato, con diversi diametri, in tutte le gallerie sotto carico di questi impianti.

Il rivestimento è in calcestruzzo di cemento a 250 kg, con spessore medio di 30 cm. La roccia (calcare duro) è dovunque ottima per compattezza e resistenza.

La galleria è tutta intonacata, con intonaco di cemento, in prossimità degli imbocchi eseguito col Cement-Gun, nella parte intermedia a mano.

La costruzione della galleria è stata iniziata nei primi mesi del 1920; l'incontro delle due avanzate si ebbe nel maggio 1921 e ora la galleria è completamente ultimata anche per quanto riguarda i rivestimenti. L'avanzata è stata fatta dovunque in calotta. Con tre turni giornalieri di otto ore, si facevano sei volate, con un avanzamento totale medio di m 4 a 4,50; furono usati soltanto martelli perforatori a mano.

Come la presa, così lo sbocco coll'attacco delle tubazioni è duplice; nella galleria sono già predisposti gli attacchi per la seconda presa e il secondo sbocco, murati con due diaframmi in modo che si potranno completare le costruzioni senza interrompere l'esercizio della Centrale.

La pressione in galleria, a lago pieno, varia da m 35 d'acqua alla presa a metri 40 in corrispondenza del pozzo piezometrico. A valle di questo la galleria ha l'inclinazione del 30 % e sezione circolare e raggiunge una pressione di m 55 all'attacco delle tubazioni metalliche, le quali sono murate nella roccia per una lunghezza di metri 38.

Pozzo piezometrico e tubazioni.

Il pozzo piezometrico è inclinato con galleria superiore di espansione. La parte inclinata a pozzo ha il diametro di m 6,00 ed è tutta rivestita di calcestruzzo di cemento.

Le tubazioni hanno il diametro di m 2,60, sono in lamiera chiodata con spessori variabili da mm 11 a 24. Hanno una lunghezza complessiva di m 132 divisa in due livellette, oltre al tratto orizzontale in vicinanza delle turbine.

A monte dell'ancoraggio inferiore e a valle delle valvole a farfalla, di cui si parla appresso, sono disposti i giunti di dilatazione.

All'inizio della galleria, sotto il pozzo piezometrico, è situata una griglia di protezione.

La velocità dell'acqua nelle tubazioni non supera normalmente i m 4 al 1''.

All'uscita delle tubazioni, in una camera ricavata nella roccia, sono disposti gli organi di chiusura e di sicurezza, costituiti, per ogni condotta da una valvola a farfalla a chiusura automatica per eccesso di velocità dell'acqua, e da una valvola di

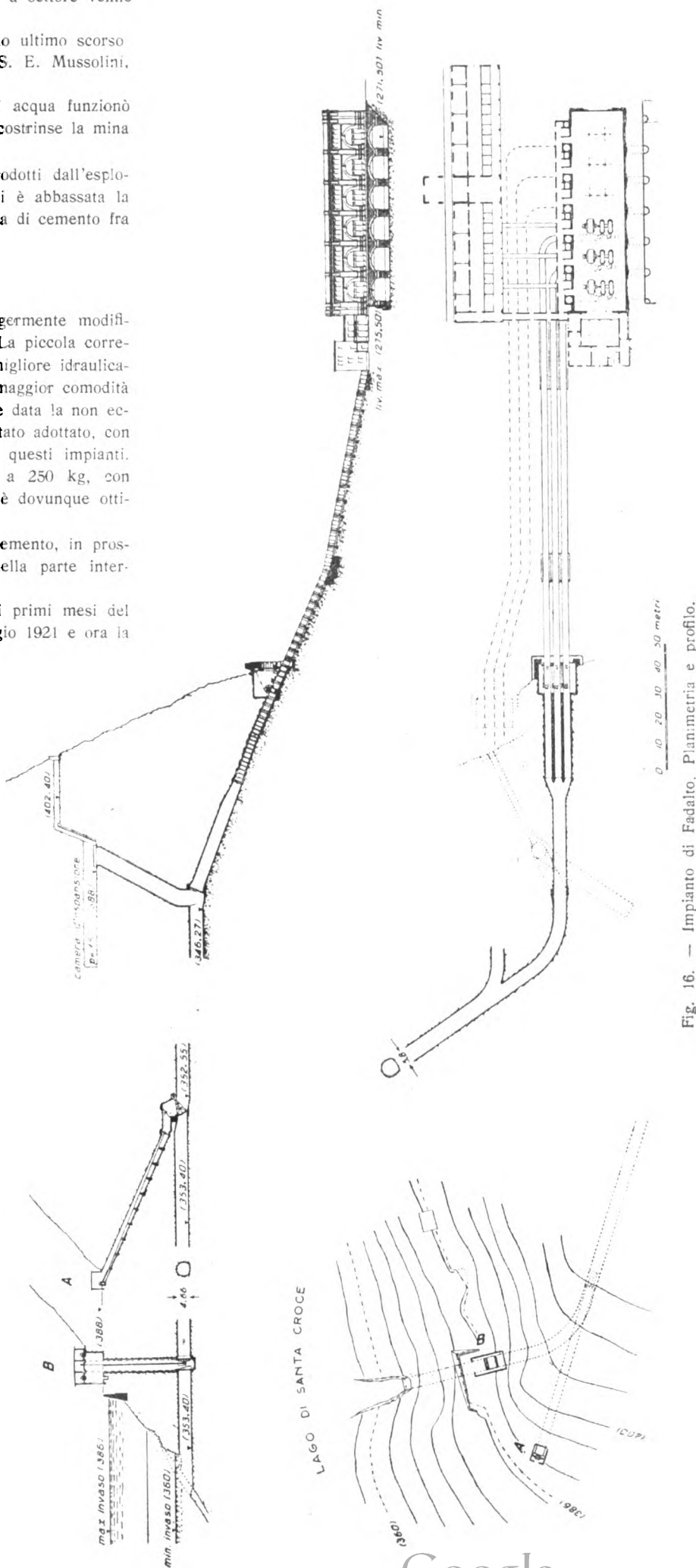
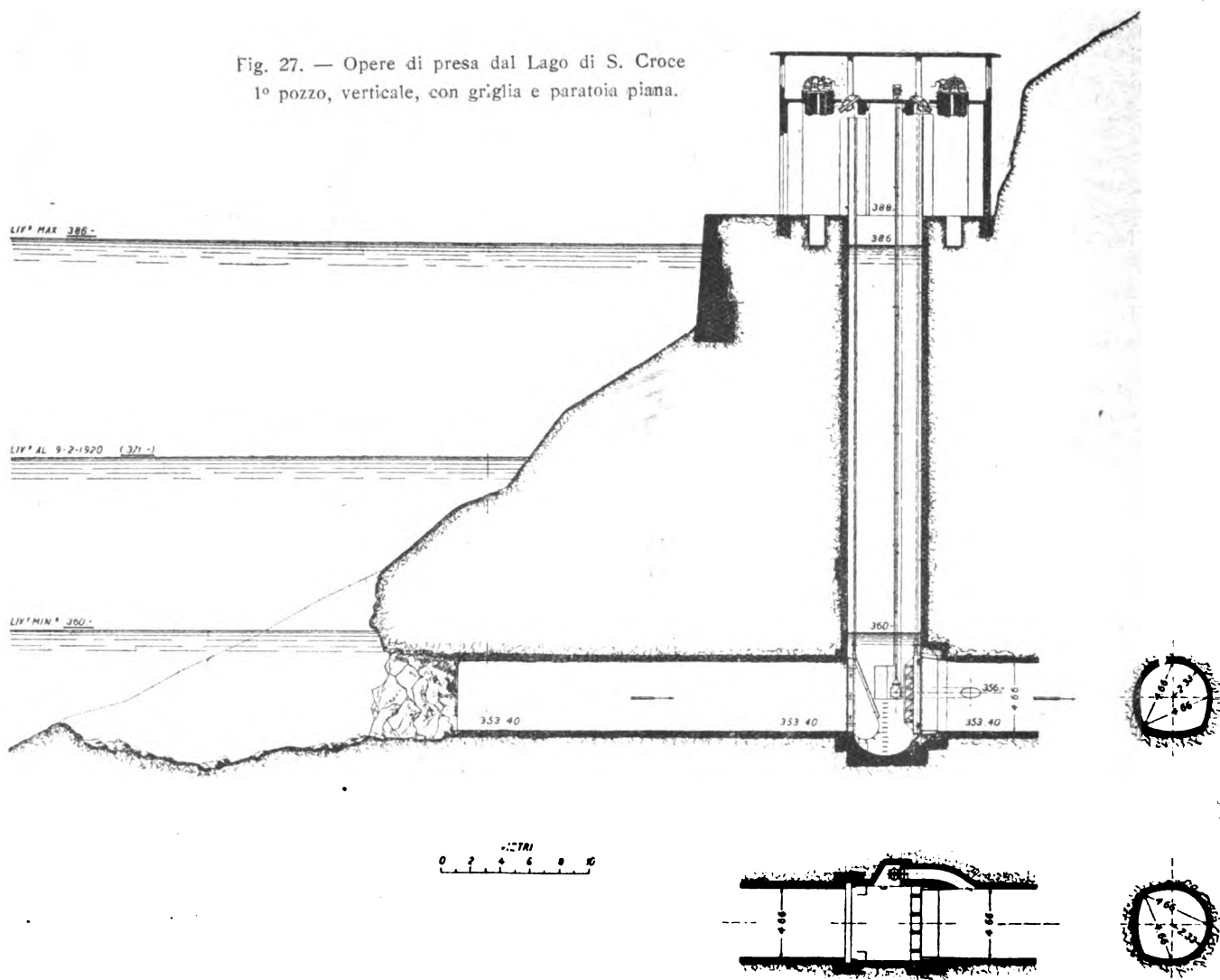


Fig. 16. — Impianto di Fadalto. Planimetria e profilo.

Fig. 27. — Opere di presa dal Lago di S. Croce
1° pozzo, verticale, con griglia e paratoia piana.



rientrata d'aria. La valvola di chiusura viene tarata in modo da funzionare quando la velocità dell'acqua superi un valore compreso fra m 4,50 a 6, al 1''. Potrà altresì essere azionata elettricamente dalla Centrale.

Ogni tubazione serve un gruppo, ed è completamente separata dalle altre.

La Centrale dovrà comprendere, a impianti ultimati, sei gruppi turbina alternatore da 22 000 HP, attualmente ne vengono montati due colle relative tubazioni. Per necessità costruttive però è posto in opera anche il tronco murato nella roccia della terza tubazione.

Centrale.

La Centrale è rappresentata in pianta e in vista nella figura 16 e in sezione nella figura 21. Il quadro di distribuzione è alla testata della sala macchine verso monte, mentre l'edificio trasformatori e interruttori è disposto parallelamente e posteriormente alla sala macchine, separato da essa dalle tubazioni forzate.

L'interasse dei gruppi è di 12 m e la sala macchine ha una larghezza di m 20,10.

Data la presenza dell'acqua nel lago Morto, che non si poteva abbassare per non interrompere l'esercizio dell'impianto esistente, e data la natura completamente permeabile del terreno, per le fondazioni delle turbine fu necessario ricorrere a cassoni pneumatici. Per ogni turbina venne costruito un cassone in cemento armato di metri 11,70×11, il quale venne affondato caricandolo progressivamente col blocco di calcestruzzo formato dalle fondazioni della turbina col tubo di scarico, il tubo dello scarico sinorono, ecc. Il cielo del cassone forma il fondo del canale di scarico. Una volta affondato il cassone, la camera venne riempita con calcestruzzo magro.

Il cassone è nettamente indicato nella sezione trasversale della Centrale (V. fig. 21) e la fig. 22, mostra una delle fasi successive del loro abbassamento.

La facciata della Centrale è in parte in pietra calcarea del posto

ed in parte in pietra artificiale. Le membrature delle pareti sono in calcestruzzo, mentre nei riempimenti furono usati largamente blocchi forati in cemento.

La copertura della Centrale è costituita da travi portanti semi-paraboliche in cemento armato poste alla distanza di m 2.40 una dall'altra e del peso di q.li 125 ognuna. Furono gettate fuori opera, sul piazzale del Cantiere, e sollevate a mezzo di taglie applicate a due falconi posti alle testate dei muri maestri (V. fig. 24). Una volta appoggiate sui coronamenti dei muri, venivano fatte scorrere su guide in ferro: a questo scopo, alle due estremità delle travi, erano fissati degli spezzoni di rotaia in modo da far scorrere ferro sul ferro. La manovra riuscì semplice e spedita.

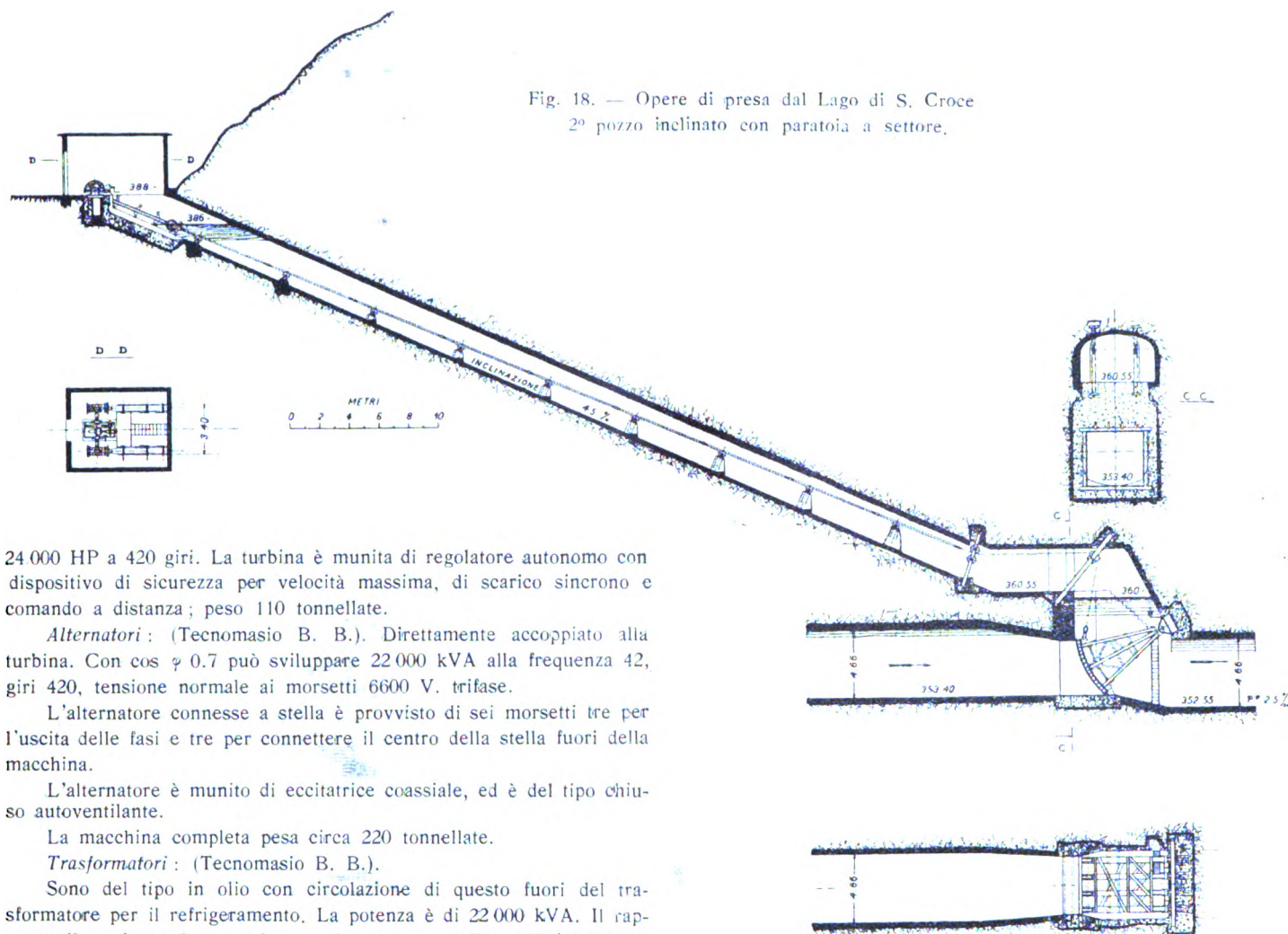
Le travi sono collegate trasversalmente con travetti gettati in opera. Appoggiato alle travi è posto il solaio tipo Perret, sopra il quale sono un sottile straterello di calcestruzzo, un rivestimento impermeabile in Holzceement e un intonaco retinato. Il soffitto sarà puro eseguito col sistema Perret e decorato sobriamente, come le pareti, in stucco; lo zoccolo con piastrelle di ceramica, il pavimento con marmette a mosaico. La parete provvisoria di chiusura è costituita da una struttura a telaio in cemento armato.

Il fabbricato trasformatori è pure formato da una ossatura portante (pilastri e travi) di cemento armato sormontata da capriate pure in cemento armato e gettate in opera. La copertura è fatta con soletta, ricoperta da tegole di cemento. Nei riempimenti delle pareti al solito sono largamente utilizzati i blocchi forati in cemento. Le strutture murarie suddescritte furono adottate perchè sul posto il pietrame da costruzione è assolutamente scadente.

Disposizione e caratteristiche delle macchine.

La macchine hanno le seguenti caratteristiche principali:

Turbina: (Riva) tipo Francis ad asse orizzontale a doppia camera spirale, per caduta variabile da 86 a 112 m, con portata di 20 m³-sec. La potenza sviluppata varia in relazione da 18 000 a



24 000 HP a 420 giri. La turbina è munita di regolatore autonomo con dispositivo di sicurezza per velocità massima, di scarico sincrono e comando a distanza; peso 110 tonnellate.

Alternatori: (Tecnomasio B. B.). Direttamente accoppiato alla turbina. Con $\cos \varphi$ 0.7 può sviluppare 22 000 kVA alla frequenza 42, giri 420, tensione normale ai morsetti 6600 V. trifase.

L'alternatore connesso a stella è provvisto di sei morsetti tre per l'uscita delle fasi e tre per connettere il centro della stella fuori della macchina.

L'alternatore è munito di eccitatrice coassiale, ed è del tipo chiuso autoventilante.

La macchina completa pesa circa 220 tonnellate.

Trasformatori: (Tecnomasio B. B.).

Sono del tipo in olio con circolazione di questo fuori del trasformatore per il refrigeramento. La potenza è di 22 000 kVA. Il rapporto di trasformazione a pieno carico e $\cos \varphi$ 0.7 è 6600/62 700 V.

I trasformatori sono connessi stella-stella, con la possibilità di mettere a terra il centro della stella secondaria.

SEZIONE NORMALE
GALLERIA DI FADALTO

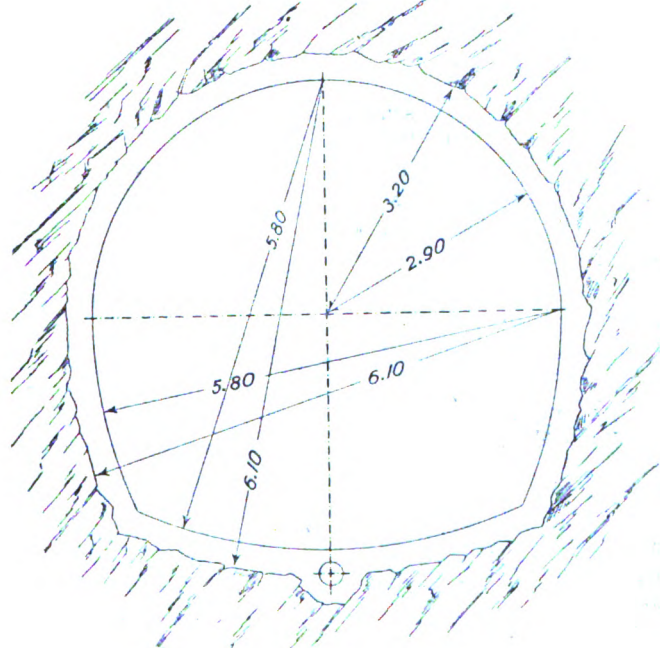


Fig. 19.

La tensione di corto circuito è del 7%. Il peso di ogni trasformatore è di 62 tonnellate.

L'Apparecchiatura alta tensione è del tipo per 65 000 volt di esercizio (Siemens).

Lo schema, della massima semplicità, è informato al concetto del

funzionamento indipendente di un gruppo Alternatore-trasformatore-linea, dagli altri.

Gli alternatori sono connessi direttamente ai trasformatori.

Esiste però un sistema di sbarre a 6600 V sulle quali gli alter-



Fig. 20. — Mina subacquea per l'apertura della nuova galleria di Fadalto (2 giugno 1923).

natori e i trasformatori possono essere inseriti con giuochi di coltelli separatori.

I trasformatori alla loro volta si collegano a due sistemi di sbarre sezionabili, a 60 000 V, a mezzo di interruttore in olio, che funziona da interruttore di gruppo.

Da questo doppio sistema di sbarre si dipartono tutte le linee.

Queste sbarre saranno poi unite a quelle corrispondenti della centrale vecchia di Fadalto; è disposto inoltre un interruttore di parallelo tra una terna e l'altra delle sbarre.

È così possibile mantenere in esercizio tanti servizi quanti sono i gruppi; od alimentare più linee con una sola macchina; come pure sostituire in un gruppo un'elemento (alternatore o trasformatore) di qualsiasi altro gruppo.

È da notarsi che il fabbricato dei trasformatori è dimensionato per contenere attrezzature ad alta tensione per 110 000 volt di esercizio: questa attrezzatura sarà gradualmente sostituita a quella a 65 000 V man mano che si svilupperà la nuova rete di linee a 120 000 volt progettata.

I trasporti dei macchinari, alcuni pezzi dei quali pesano 50 tonnellate, è stato fatto direttamente dalla Società, coi mezzi predisposti

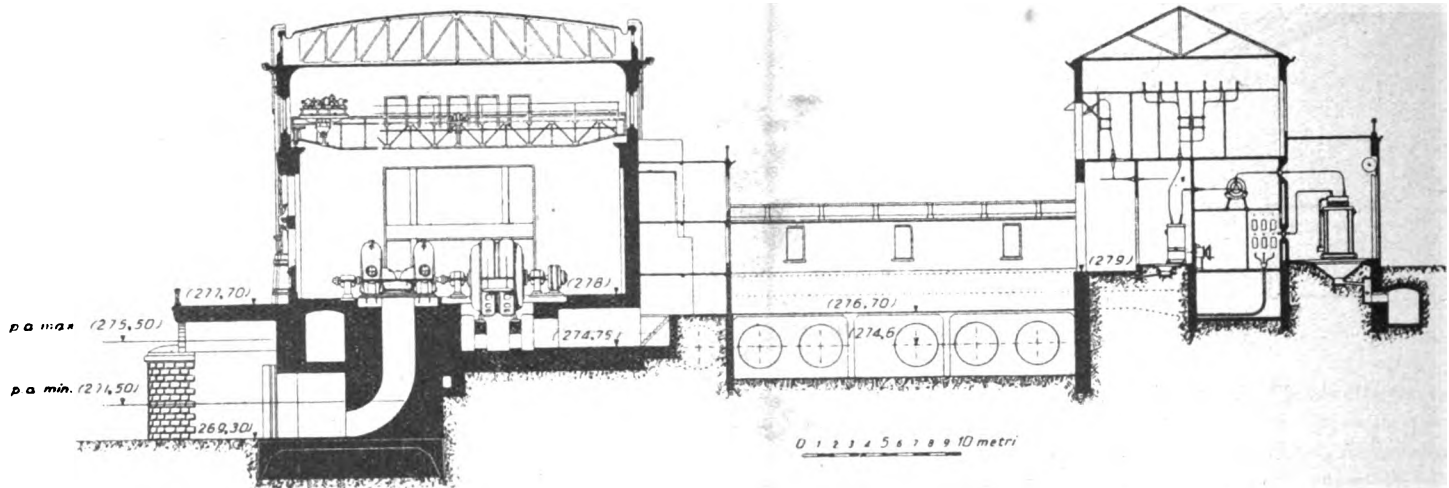


Fig. 21. — Centrale di Fadalto - Sezione trasversale.

La regolazione della tensione è eseguita a mezzo del reostato della eccitatrice a molti tasti. È installato però anche il reostato in serie col campo dell'alternatore, per mantenere sempre in condizioni stabili di funzionamento la eccitatrice. È prevista anche la installazione di un regolatore automatico di tensione.

La protezione dei gruppi è affidata al regolatore limitatore di corrente tipo rapido Brown Boveri, la cui azione è coordinata con un relais di massima a tempo; esso agisce in caso di sovraccorrente e corti circuiti direttamente sulla eccitazione del gruppo.

Il secondo agisce sull'interruttore del trasformatore; e contemporaneamente all'apertura di questo provoca la completa demagnetizzazione dell'alternatore.

Questa protezione è completata da un relais di massima tensione e da tre relais wattometrici.

Tra l'alternatore e il trasformatore è disposto un sistema di scaricatori triangolo-stella a corna con resistenze metalliche in olio.

Sul secondario del trasformatore è installata una terna di bobine di impedenza.

I due sistemi di sbarre a 60 mila volt portano ciascuno un sistema di scaricatori triangolo-stella con resistenze in olio ed un trasformatore trifase col centro primario connesso direttamente a terra per eliminare le cariche statiche.

I riduttori di corrente sono tutti del tipo a passante protetto contro i corti circuiti. I trasformatori di tensione sono protetti con valvole e con resistenze in serie.

Tutte le manovre ed i comandi sono riportati nella sala dei pulpiti; ivi sono portate anche le varie segnalazioni come la misura della temperatura dei trasformatori; la circolazione dell'acqua di raffreddamento, ecc.

Costruttivamente, la sala degli alternatori è completamente separata dal fabbricato dei trasformatori.

La connessione elettrica tra i due edifici è fatta da cavi armati trifasi a 6600 volt.

Nel fabbricato trasformatori è situata anche la attrezzatura: a pian terreno gli interruttori a 60 000 V e le sbarre a 6600 V; ed al primo piano le sbarre 60 000 volt e le uscite linee.

dall'Ufficio Lavori. Nell'officina di Vittorio è stato costruito un carro rimorchio speciale atto a portare 600 quintali. Per il traino si impiegarono una trattoria Ruston e un grosso autocarro.

Canale di scarico.

È scavato in terra con sezione trapezia, larghezza al fondo m 10; scarpate inclinate a 1 su 2 e altezza d'acqua di m 3,50. Nello scavo di questo canale si sono utilizzati gli escavatori a noria.

IMPIANTO DI NOVE.

Presa e galleria di derivazione.

Il lago Morto, con una oscillazione di 4 metri fra le quote 272,00 276,00, ha una capacità d'invaso di 3 milioni di m³, e consente quindi una notevole elasticità di funzionamento alle due Centrali di Fadalto e di Nove.

Per la presa del lago Morto non è conveniente usare il sistema seguito per quella del lago di S. Croce, perchè la roccia è permeabilissima e piccola la profondità da raggiungere. Il primo tratto fino alle paratoie sarà costituito da una larga galleria a pelo libero, da eseguire in parte con scavo subacqueo. La portata di questa presa sarà a pelo d'acqua minimo, di m³ 80.

All'inizio della galleria verranno poste le griglie e le paratoie, del tipo a rulli.

La galleria di Nove (lunghezza m 3490) dal lago Morto al bacino di carico della nuova Centrale di Nove, ha pendenza del 2,5‰, e sezione del tipo di quella di Fadalto, con diametro di m. 4,90.

Il rivestimento però ha spessori varianti da m 0,30 a m 0,45 a seconda della roccia, la quale è quasi dappertutto calcare frantumato e spesso quasi disaggregato. Presso il bacino di carico vi è un tratto in materiale sciolto, in corrispondenza del quale la galleria avrà sezione circolare e sarà rivestita in cemento armato.

La galleria, oltre che alle due estremità, è stata attaccata da due finestre intermedie; si avevano quindi complessivamente sei avanzate.

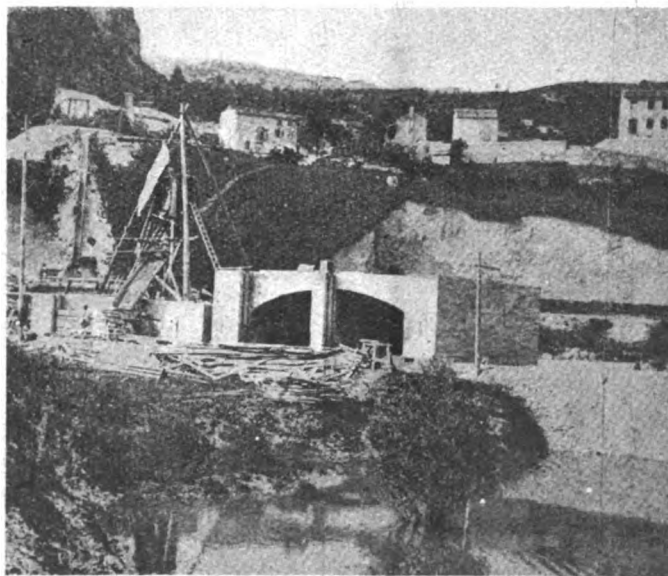


Fig. 22. — Centrale di Fadalto in costruzione. Affondamento dei cassoni di fondazione.

Le medie di scavo in avanzamento risultarono però sempre inferiori a quelle ottenute a Fadalto, sia per la natura della roccia contenente numerosi noduli e strati di silice, sia per le filtrazioni d'acqua con-

dell'impianto, 33 m³; questo scarico si rende necessario, nel caso che la Centrale di Nove si debba fermare, per non impedire il funzionamento di quella di Fadalto.

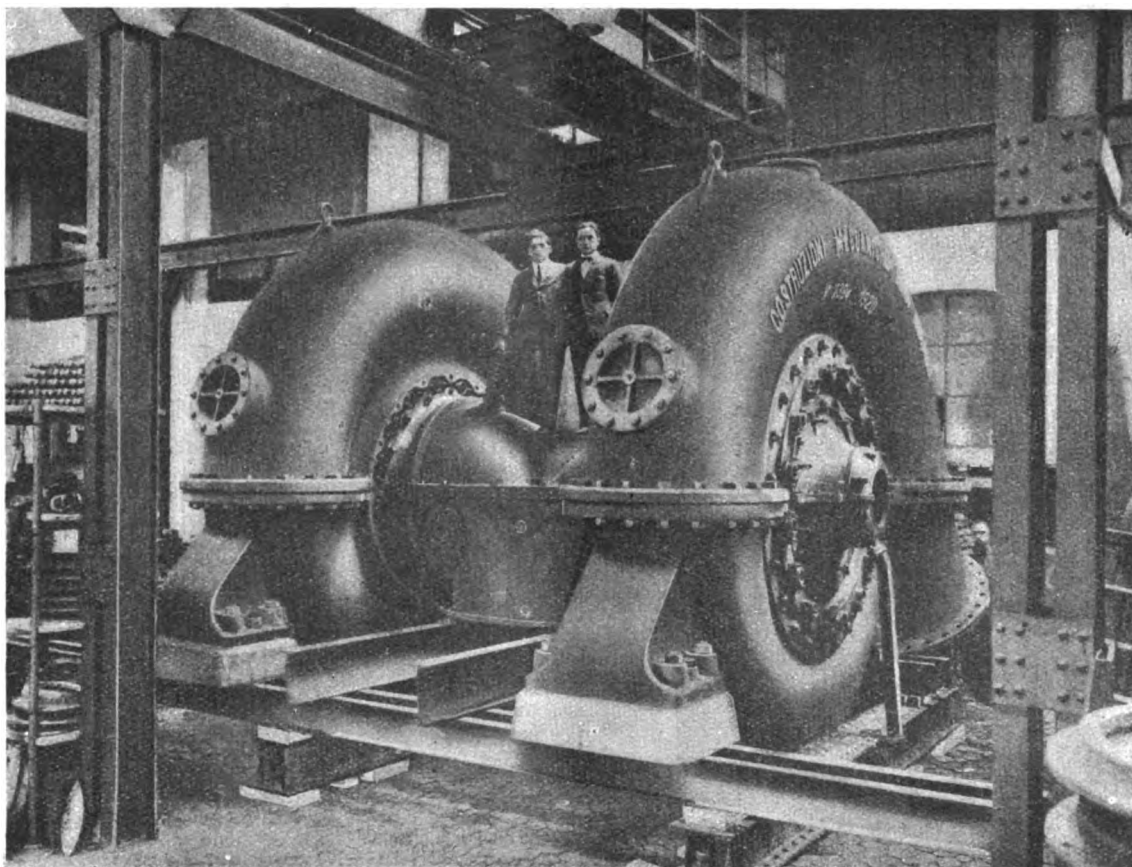


Fig. 23. — Turbina da 22 000 HP per la Centrale di Fadalto.

tinue e tanto abbondanti, da rendere necessaria l'installazione di importanti impianti di pompe a funzionamento continuo. Specialmente in cattive condizioni si trovava durante l'avanzamento la Finestra di Pian di Nove, dove la quota del terreno è molto superiore a quella dell'asse della galleria. In fondo a un pozzo inclinato, alla profondità di 40 metri, erano poste tre pompe centrifughe, due delle quali continuamente in azione, per una portata complessiva di 120 litri al l'', e la terza di riserva. Il tronco più lungo è stato forato nel luglio scorso, ed ora il lavoro si svolge in condizioni migliori.

Bacino di carico e tubazioni.

Il bacino di carico, che funziona anche da pozzo piezometrico, è costituito (V. fig. 29) da un primo tratto verticale a sezione circolare rivestito in calcestruzzo con diametro di 8 m, seguito da una grande vasca quadrangolare, che segue coi suoi lati maggiori le curve di livello.

La parete a monte è costituita da un muro a strapiombo appoggiato alla montagna, quella a valle da un muro di ritenuta a speroni e voltine, analogo a quello del canale dal Piave al lago di S. Croce, ma dell'altezza di dieci metri circa.

Sul lato a monte, e su quello minore sulla destra della vasca è ricavato lo sfioratore che funziona da troppo pieno in caso di colpo d'ariete. La soglia dello sfioratore è alla quota 276,50 e cioè a m 0,50 sopra il massimo livello statico. Sul lato minore destro è pure situato uno scarico di fondo con paratoia, atto a smaltire la portata media

Lo sbocco delle tubazioni è duplice come a Fadalto; a ogni coppia di tubazioni corrisponde una camera delle valvole a farfalla e di rientrata d'aria.

Analogamente a quelle di Fadalto, ogni tubazione alimenta una turbina. Quella da 2400 mm però servirà i due gruppi da 8000 HP attualmente installati nelle esistenti Centrali di Fadalto e Nove e che nella Centrale occupano lo spazio di un gruppo da 22 000 HP.

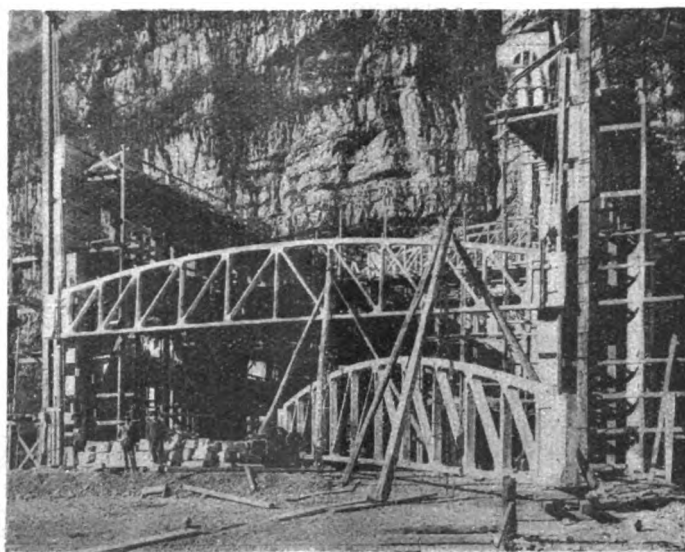


Fig. 24. — Centrale di Fadalto in costruzione. Sollevamento delle travi a traliccio per la copertura.

Centrale.

La Centrale è analoga a quella di Fadalto per disposizione e costruzione. Il fabbricato trasformatori però è situato sul davanti e di fianco alla sala macchine, come appare dalla pianta.

Per le ottime condizioni del terreno, costituito da strati di conglomerato alternati con argille, e nonostante la presenza dell'acqua di scarico della esistente Centrale di Nove nei Laghetti del Restello, lo scavo delle fondazioni si poté eseguire senza ricorrere all'aria compressa.

La turbina da 22 000 HP è identica a quella di Fadalto: quelle da 8000 HP hanno le seguenti ca-

ratteristiche: Asse orizzontale con scarico unico: non hanno supporto poichè la girante è portata a sbalzo dall'asse dell'alternatore. Sono però munite di equilibratore della spinta ad olio. Sono calcolate per 98 metri di salto con una portata massima di m³ 8,15 al l'', sviluppando circa 8000 HP a 420 giri al l'. Hanno poi un regolatore a servomotore autonomo e scarico sincrono.

Sono rigidamente accoppiate con due alternatori di costruzione

Tecnomasio B. B. da 7200 kVA cadauno, sviluppati alla tensione normale di 6000 volt a 42 periodi. Il peso totale di un alternatore è di 90 tonnellate.

Queste macchine, che nelle vecchie Centrali erano ad eccitazione indipendente, saranno munite di eccitatrice coassiale per uniformarle al tipo degli alternatori da 22 000 kVA.

Completano i gruppi da 8000 HP, due trasformatori di costruzione Tecnomasio B. B. da 7200 kVA ciascuno, del tipo in olio con serpentino di circolazione interna d'acqua. Questi trasformatori hanno il rapporto 6000-6600/57 000-62 700 volt; possono venire inseriti con connessione Stella-Stella oppure con connessione Stella-Triangolo.

Un trasformatore completo con l'olio pesa 38 tonnellate.

L'alternatore da 15 400 kW è di costruzione Ansaldo e ha le seguenti caratteristiche:

Potenza 22 000 kVA sviluppati con un fattore di

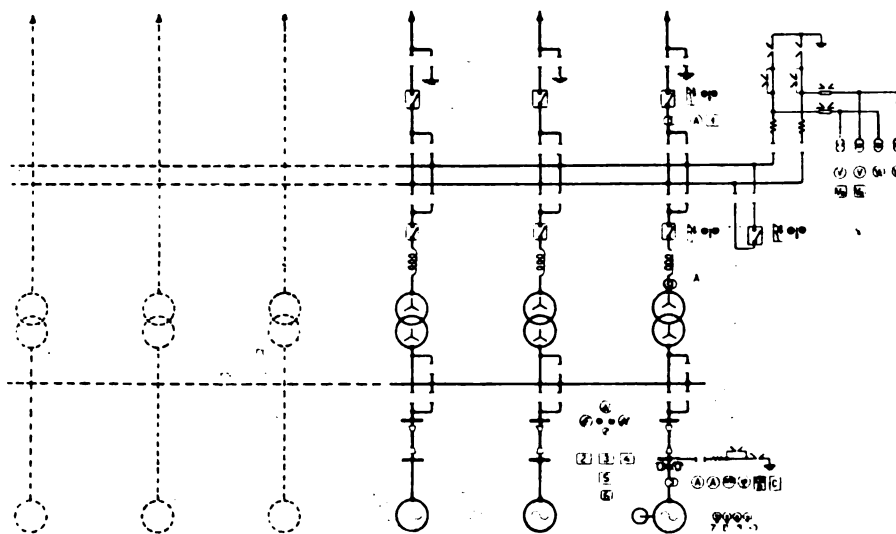


Fig. 25. — Centrale di Fadalto. Schema dei circuiti.

tensione variabile tra 6000-6600 volt. È di tipo protetto autoventilante a due supporti, ed è munito di eccitatrice coassiale. Il peso di questa macchina è di circa 180 tonnellate.

Il trasformatore che formerà gruppo con questa macchina sarà identico a quelli della Centrale di Fadalto da 22 000 kVA e di costruzione Tecnomasio B. B.

I lavori della galleria sono stati iniziati nel 1921, quelli della Centrale nei primi mesi del corrente anno. Si prevede di poter iniziare l'esercizio, con un gruppo di 8000 HP, al principio del 1924.

IMPIANTO DI SAN FLORIANO.

Presa e galleria di derivazione.

Il laghetto artificiale del Restello è sbarato sotto la chiesa di San Floriano da una diga rettilinea a gravità in muratura di pietrame con malta di cemento, che raggiungerà alla fine dei lavori la quota 181 (attualmente 177,50).

In questo sbarramento sono aperti per ora, oltre la presa dell'impianto di San Floriano, una paratoia di scarico, e, lateralmente, uno sfioratore. In seguito quest'ultimo verrà sostituito da sifoni Gregotti tali da scaricare una quarantina di metri cubi, un po' più cioè della portata

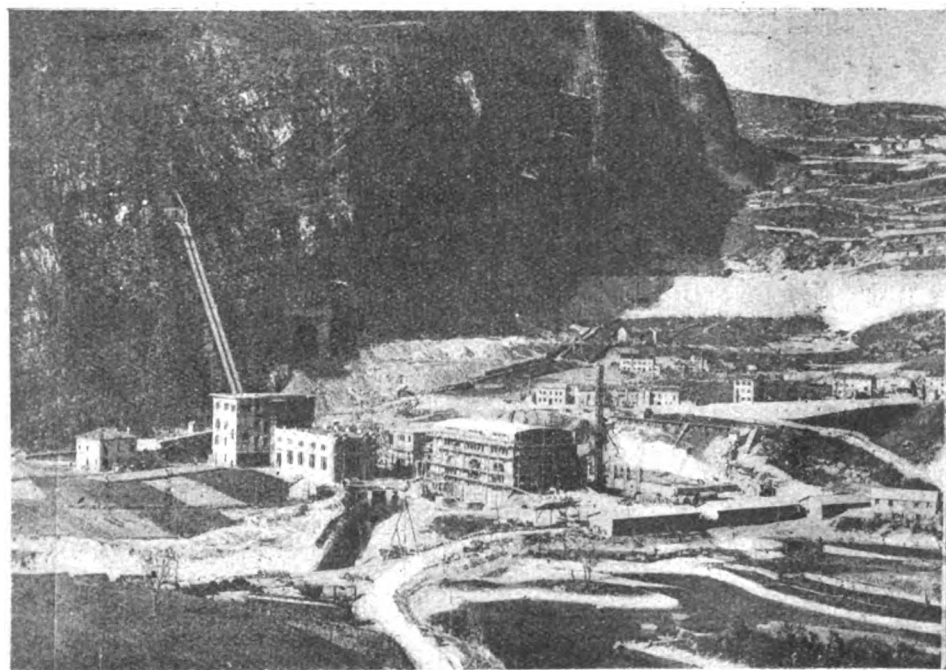


Fig. 26. — Le due centrali di Fadalto - la nuova e la prima, costruita nel 1913.

potenza del 0,7. Assorbe in tali condizioni circa 22 000 HP alla velocità di 420 giri, corrispondenti alla frequenza di 42 periodi, ed alla

tore. In seguito quest'ultimo verrà sostituito da sifoni Gregotti tali da scaricare una quarantina di metri cubi, un po' più cioè della portata



Fig. 27. — La nuova Centrale di Fadalto (estate 1923).

media degli impianti, e ciò sempre per poter mettere fuori servizio la Centrale di San Floriano senza intralciare il funzionamento di quella di Nove.

La presa dell'impianto di San Floriano (V. fig. 30) è costituita da una paratoia a rulli tipo Stoney di m $5,20 \times 4$ di luce, con un carico massimo sulla soglia di m 10, preceduta da una griglia.

Il canale derivatore, tutto sotto pressione, è costituito, in un primo tratto di una quarantina di metri, da un tubo in cemento armato di m 4,20 di diametro, spessore m 0,40, armato con anelli circolari ed anelli ellittici, posante su una sede in muratura di pietrame che arriva fino al diametro orizzontale. Per gli altri 200 metri circa, è in galleria in roccia, colla solita sezione tipo, diametro m 4,20, con rivestimento in calcestruzzo di cemento di m 0,30, e intonacata col Cement-Gun.

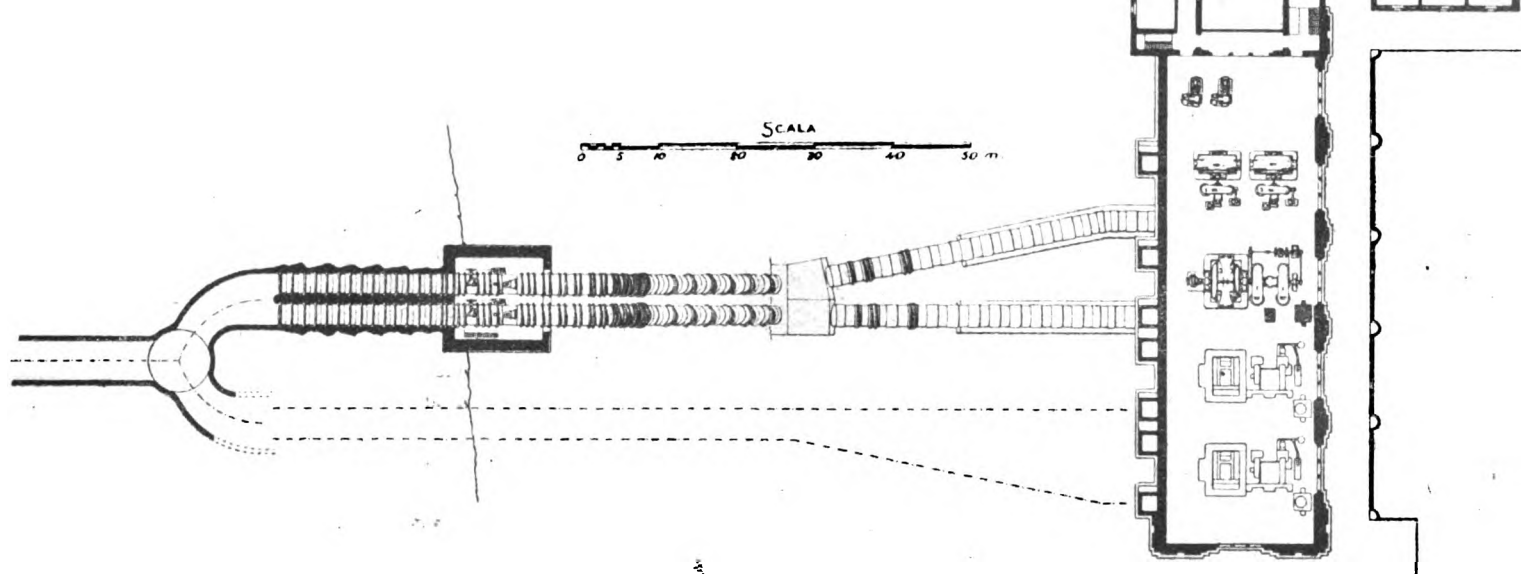


Fig. 28. — Impianto di Nove. Planimetria.

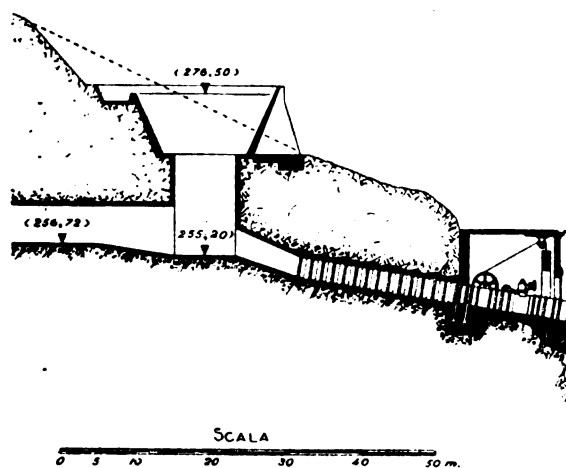


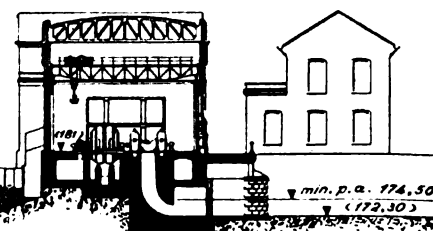
Fig. 29. — Impianto di Nove. Profilo.

Bacino di carico e tubazioni.

La galleria sbocca nel bacino di carico e pozzo piezometrico, una grande vasca in cemento armato di m 15×5 che si allarga in alto, appoggiandosi alla montagna, fino a m $15 \times 8,50$ (fig. 31). È divisa in quattro vani con pareti intermedie, e la struttura è tutta collegata da tiranti interni.

Immediatamente a valle, chiusi in un blocco di calcestruzzo, partono dal bacino i quattro tubi in cemento armato, (due dei quali già costruiti, per gli altri sono predisposti gli attacchi) del diametro interno di m 2,25, spessore metri 0,22, appoggianti su sedi in muratura fino al diametro orizzontale e armati perciò unicamente per gli sforzi normali di tensione.

In corrispondenza alla strada nazionale i tubi sono chiusi in un blocco di calcestruzzo.



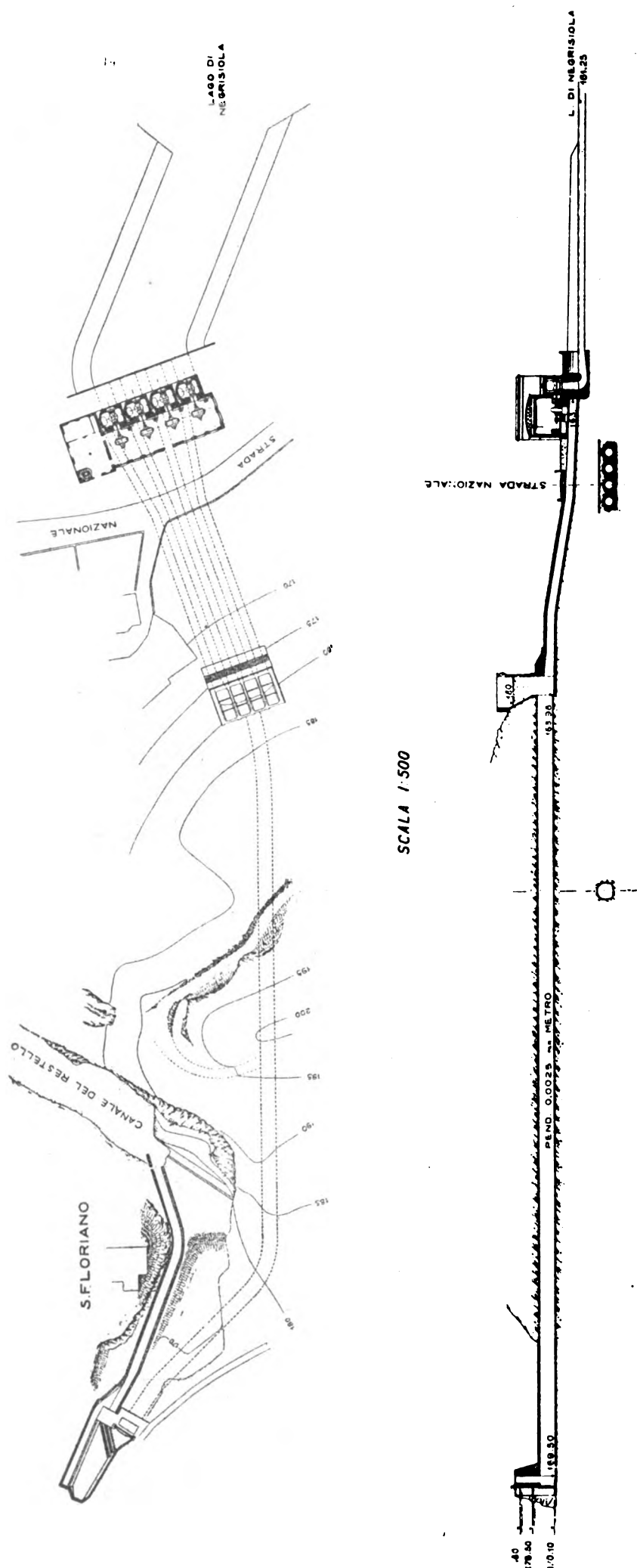


Fig. 30. — Impianto di S. Floriano. Planimetria e profilo.

Centrale.

L'edificio della Centrale sorge fra la strada nazionale e il laghetto di Negrisiola, è attualmente costruito per due gruppi, mentre in definitiva ne avrà quattro.

I due primi gruppi sono già in esercizio fino dal 1921, essendo stata la costruzione dell'impiantino iniziata negli ultimi mesi del 1919.

Tutta la Centrale è in muratura di pietrame, tranne le fondazioni in calcestruzzo di cemento. La copertura è costituita da travi a traliccio in cemento armato semiparaboliche del tipo di quelle di Fadalto ma molto più piccole (luce m. 9), poste a distanza di m. 4 una dall'altra, collegate da travetti pure gettati giù d'opera, sui quali si sono appoggiati dei tavelloni forati del tipo comune.

L'involucro esterno a chiocciola in ghisa delle turbine è qui sostituito da una camera in cemento armato, ben visibile sulla illustrazione n. 33. Le turbine sono del tipo Francis a doppio girante.

La Centralina di San Floriano è destinata, nel funzionamento generale degli impianti, a lavorare con carico pressochè costante in modo da scaricare nel lago di Negrisiola una portata quasi continua di 33 m³, e ciò perchè la capacità d'invaso di questo lago è pressochè nulla, e a questo segue un lungo canale a pelo libero di portata poco superiore alla media. Dal canto suo il fiume Meschio, emissario naturale del lago di Negrisiola, non può convogliare forti portate senza grave pregiudizio dell'abitato di Vittorio, degli opifici e delle campagne immediatamente a valle.

PRESA DAL MESCHIO E CANALE DAL LAGO NEGRISIOLA AL TORRENTE CARRON.

Attualmente non è stata ancora costruita la presa dal Meschio, poichè il quantitativo d'acqua, necessario per il funzionamento dell'impianto del Castelletto, entra nel canale naturalmente o con opere provvisorie di derivazione.

La presa definitiva sarà costituita da uno sbarramento con soglia a stramazzo rigurgitato per l'entrata dell'acqua al canale; da una diga mobile con paratoia automatica che, mantenendo a monte della presa un livello costante garantirà l'immissione della quantità richiesta nel canale, mentre lascerà defluire nel Meschio le acque sovrabbondanti. La portata minima di m³ 1,500 viene assicurata al Meschio mediante una bocca tarata.

Sul canale derivatore, a circa 200 metri dalla presa e precisamente all'imbocco della galleria di S. Augusta è collocata la paratoia di regolazione per il canale: essa è del tipo a rulli, della luce di m. 4,80 e altezza di m. 4. Le sponde del canale in terra, a monte della paratoia saranno rialzate in modo da impedire la tracimazione dell'acqua a paratoia chiusa.

Il canale dalla presa al torrente Carron, già costruito completamente, è in esercizio dal 31 dicembre 1922; ha la lunghezza complessiva di m. 6580 dei quali m. 4450 in galleria e m. 2130 all'aperto in gran parte a mezza costa.

Nella figura 35 sono indicate le varie sezioni adottate per il canale in trincea, a mezza costa, in galleria, in roccia e in terra o roccia tenera. La pendenza è dell'1 ‰.

Il canale è tutto costruito parte in muratura di calce idraulica e parte in calcestruzzo di calce idraulica, ad eccezione di qualche anello di galleria in presenza di filtrazioni d'acqua, costruito in calcestruzzo.

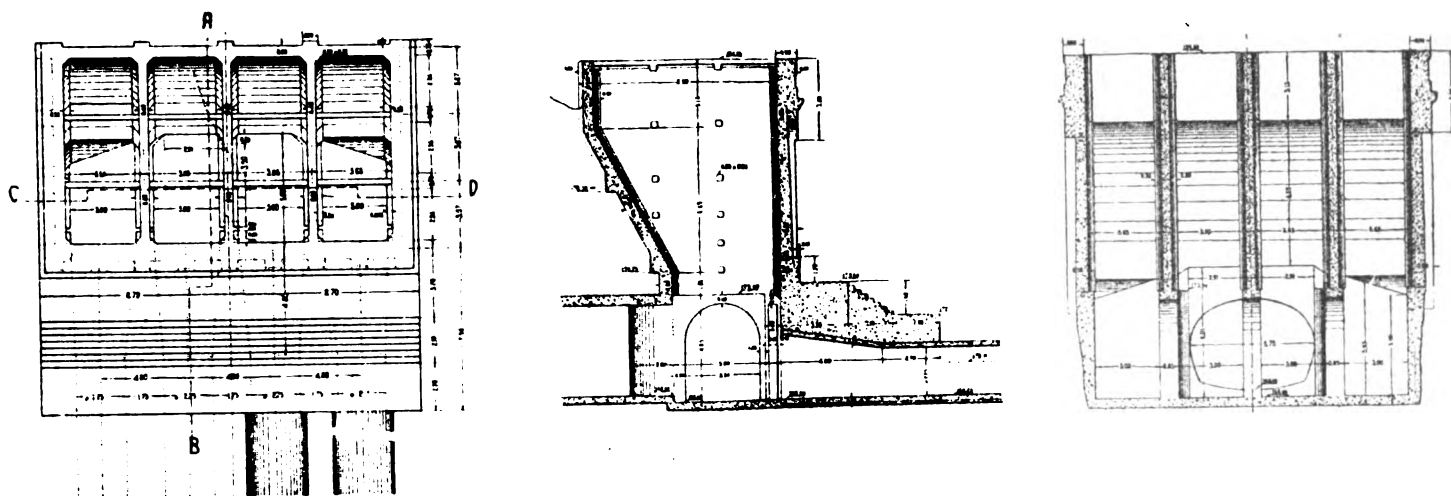


Fig. 31. — Bacino di carico di S. Floriano (pianta, sezione A.H., Sezione C.D.).

zo di cemento. È tutto rivestito con intonaco di cemento, in parte eseguito a mano, in parte col Cement-Gun.

La galleria di S. Augusta, lunga oltre 1800 metri, che trovasi all'inizio di questo canale, fu scavata adoperando come esplosivo per l'abbattimento dei larghi, l'ossigeno liquido, con ottimo esito tecnico ed economico.

Dopo la galleria di S. Augusta abbiamo un tratto in trincea inframezzato dal breve sifone di Rindola (m 51) a piccola pressione, per l'attraversamento del Rio Borghel e del gruppo di case omonimo, poi la galleria di Rindola (ml 60), un'altro tratto aperto e la galleria sotto la Costa della Madonna della Salute (ml 785).

A questa segue un tratto a mezzo costa con interposte le due piccole gallerie di Valspiron (ml 226) e poi la galleria di Anzano, in due tratti, complessivamente di ml 1580.

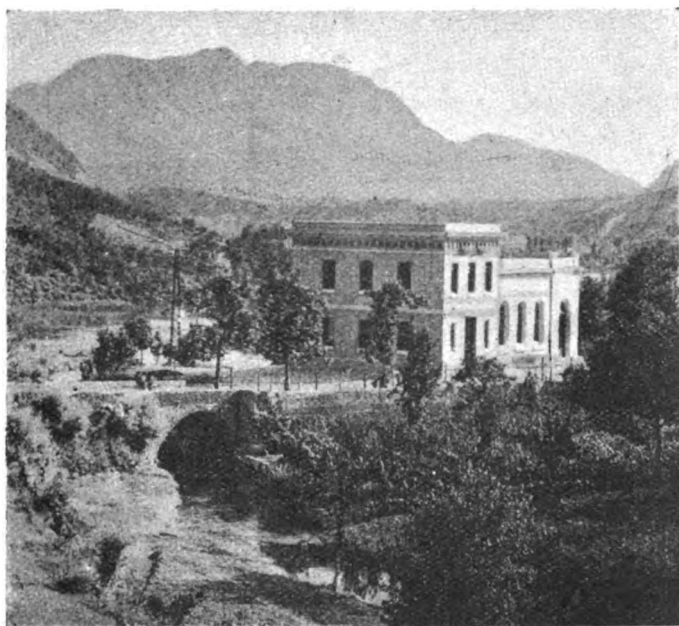


Fig. 32. — Centrale di S. Floriano.

Lungo il canale sono numerosi i ponticelli stradali; inoltre vi sono due ponti-canali, uno dei quali sul Rio Volpere, fra i due tronchi della galleria di Anzano.

Il canale si ferma attualmente al Carron alla presa dell'impianto del Castelletto; in seguito proseguirà fino a Caneva.

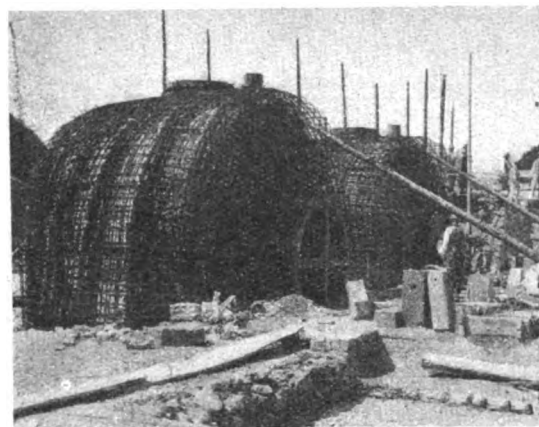
IMPIANTO DEL CASTELLETTO.

La sua costruzione fu decisa nel dicembre 1921 in dipendenza agli accordi presi con gli enti irrigatori della Sinistra Piave.

Iniziatosi subito gli studi, i lavori poterono essere cominciati nel marzo 1922. Furono condotti con grande rapidità e la Centrale entrava in servizio il 31 dicembre dello stesso anno.

Preso.

La presa dal canale Negrisiola-Carron è stabilita al suo attuale termine, all'incontro cioè del canale stesso col torrente Carron, nel quale, a mezzo di due sifoni Gregotti della portata complessiva di 15 m³ viene scaricata l'acqua che eventualmente entrasse nel canale

Fig. 33. — Centrale di Floriano.
Costruzione delle camere delle turbine in cemento armato.

dalla paratoia di Negrisiola in eccesso rispetto a quella richiamata dalle turbine del Castelletto.

Nella parete del canale, fra i due sifoni e la presa del Castelletto, è pure aperto uno scarico di fondo, munito di paratoia mano-

Fig. 34. — Canale Negrisiola-Carron
presso la Madonna della Salute.

vrata a mano, per poter mettere all'asciutto l'intero canale Negrisiola-Carron.

La presa dell'impianto del Castelletto è costituita da due luci a battente di m 2x2,40, con battente sulla soglia di m 3,20, munite di paratoie manovrabili a mano, ed elettricamente dalla Centrale. Davanti alle paratoie è disposta la griglia.

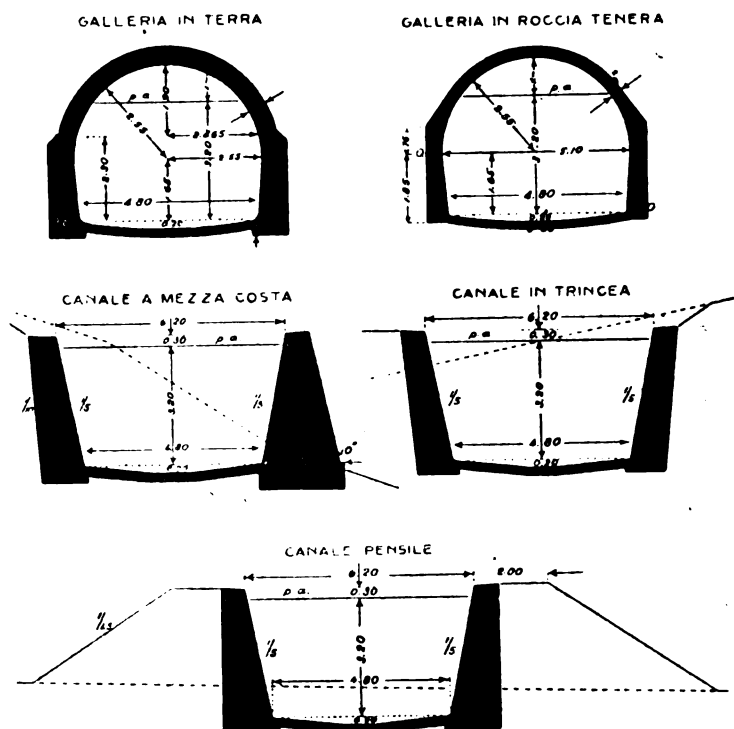


Fig. 35. — Canale Negrisola-Carron - Sezioni normali.

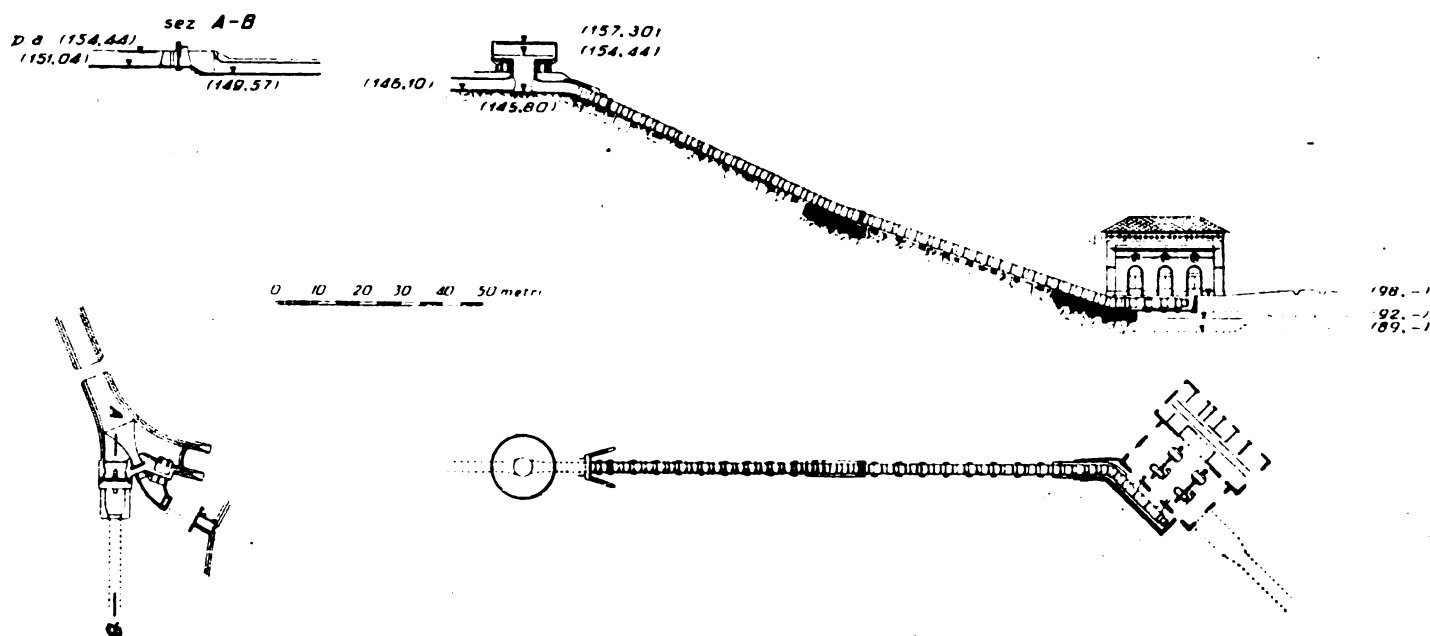


Fig. 36. — Impianto del Castelletto - Planimetria e profilo.

Canale derivatore.

A valle delle paratoie ha inizio il canale derivatore, costituito da un tubo in cemento armato, della lunghezza di m 1540, del diametro interno di m 2,42, spessore m 0,18, armato con anelli circolari e anelli ellittici, di tondino di ferro da 10 mm e 14 mm, in quantità variabile da tronco a tronco a seconda della pressione. L'armatura di ferro è atta a resistere sia allo sforzo normale di tensione, sia agli sforzi secondari di schiacciamento.

Il tubo posa su una sede in calcestruzzo di calce idraulica intonacata, dell'ampiezza angolare di 120°. Il calcestruzzo del tubo è a 350 kg di cemento per m³ di impasto. Il tubo è tutto rivestito con intonaco di cemento liscio a mano. La pendenza generale è del 2,5 ‰, e a questa pendenza corrisponde la portata massima di 14 m³, con una velocità di m 3 al 1". In un tratto intermedio, onde superare col minimo percorso un notevole avvallamento, il tubo scende formando sifone. In questo punto il battente sull'asse raggiunge i 12 metri. Furono lasciati ogni 50 m dei giunti di rottura prestabilita, necessari dato che la costruzione dovette forzatamente aver luogo nei mesi estivi. Questi giunti sono costituiti da un intaglio lasciato esternamente nel calcestruzzo, riempito con corda catramata a sua volta compressa da un anello di ferro piatto ben stretto a mezzo di tiranti.

Il tubo è tutto ricoperto di terra con altezza minima di m 0,70. La costruzione fu molto rapida: si attaccò il lavoro in tre punti, agli estremi e al mezzo; per ogni attacco, a lavoro avviato, si riuscivano a costruire dieci metri di tubo completo al giorno. Le centine erano costruite in parti tali da poter essere estratte dall'interno del tubo attraversando gli ultimi tratti non ancora disarmati (fig. 37).

Pozzo piezometrico. Tubazione forzata.

Il pozzo piezometrico è tutto in cemento armato, costituito da una parte bassa, del diametro interno di m 5, spessore m 0,50, che arriva fino a 1 metro sotto il livello statico max. (quota 153,44). A questa quota la vasca si allarga, con una soletta leggermente inclinata verso l'interno, al diametro di m 15, che mantiene fino al coronamento a 3 metri sopra il livello statico massimo. Lo spessore della parete circolare varia da m 0,25 a 0,15. La soletta è appoggiata a nervature radiali, a lor volta sostenute da una corona di pilastri pure in cemento armato, fondati sopra una gettata anulare indipendente dalla torre centrale. Nel bacino di carico è posta una griglia a gabbia costituita con tubi di ferro da 3/4 di pollice. A valle il pozzo piezometrico è collegato alla tubazione forzata mediante un blocco di calcestruzzo. La tubazione è di lamiera chiodata del diametro di m 2,10, con spessori da 7 a 11 mm, divisa in due livellette oltre al collettore orizzontale, ed ha una lunghezza totale di m 156. A valle dei due blocchi di ancoraggio sono disposti i giunti di dilatazione.

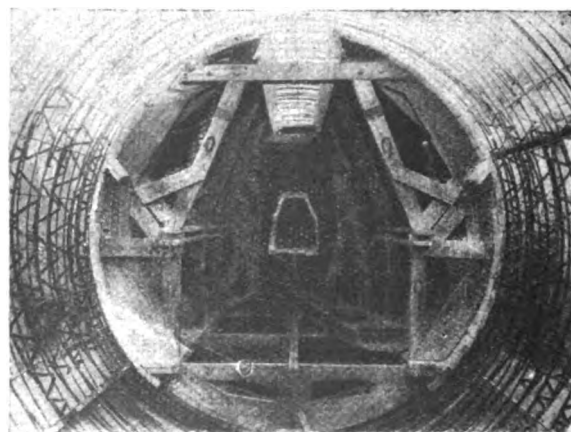


Fig. 37. — Impianto del Castelletto. Dettaglio delle centine del tubo derivatore.

Centrale.

Sorge a monte della strada Anzano-Cappella Maggiore, in località Borgo Gobbi.

La sala macchine ha le dimensioni di m $22 \times 13,30$. L'interasse dei due gruppi è di m 7,93.

Il fabbricato della Centrale è costituito da due corpi riuniti: uno in un piano per la sala macchine e uno in due piani per i trasformatori e gli interruttori, le sbarre alta tensione e le uscite linee.

connessione del centro a terra. La tensione di corto circuito è del 2,7 %. Il peso di un trasformatore è di 47 700 kg.

La regolazione della tensione è affidata esclusivamente al reostato in derivazione della eccitatrice.

Lo schema è assai semplice: gli alternatori possono venire con-

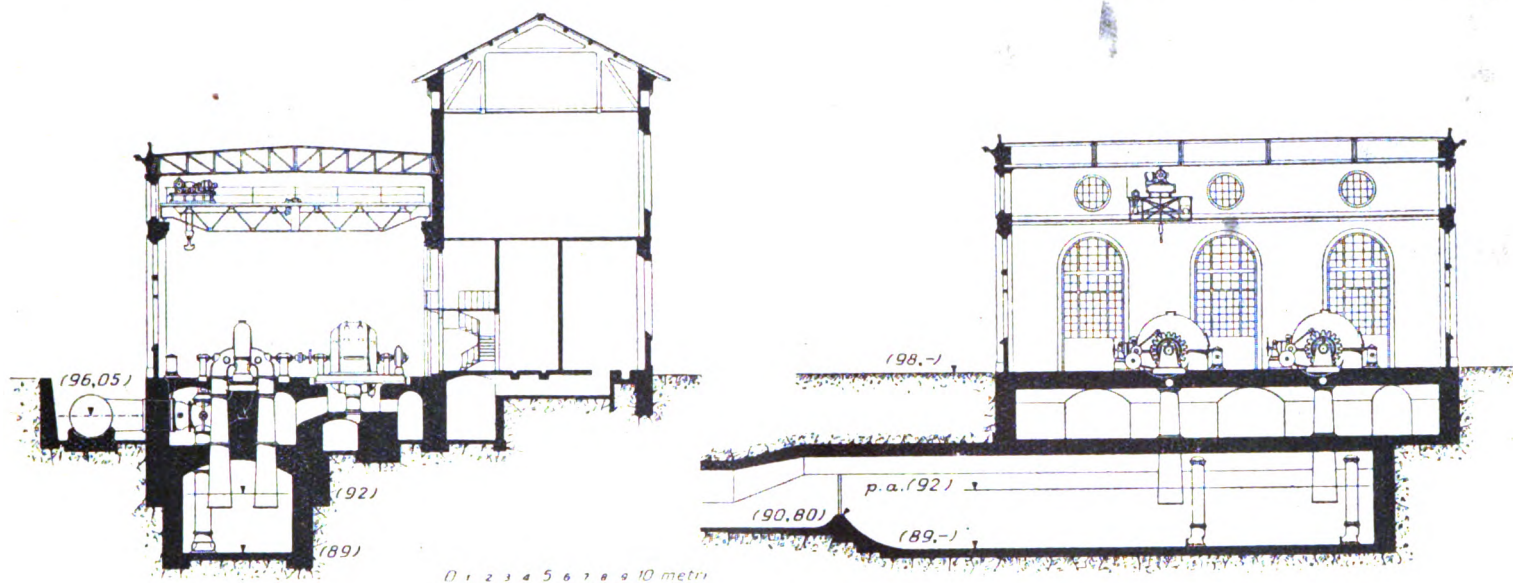


Fig. 38. — Centrale di Castelletto - Sezioni.

Tutta la Centrale, tranne le fondazioni in calcestruzzo di cemento, è costruita in muratura di pietrame con malta di calce idraulica. La copertura della sala macchine è come quella delle altre centrali salvo che le travi a traliccio ed i travetti sono in ferro.

La copertura dell'edificio trasformatori è costituita da capriate in cemento armato di tipo speciale (ben visibile nella Sezione trasversale della Centrale) studiate in modo da permettere la costruzione di un piano con soletta sopra i tiranti. Soffitto e tetto sono eguali a quelli degli altri edifici.

L'impianto di Castelletto fu deciso, come si disse, progettato e costruito in meno di un anno, utilizzando macchinari fortunatamente pronti e rimasti disponibili presso le Fabbriche, e che si adattavano alle caratteristiche dell'impianto. E precisamente:

Due turbine (Riva) ad asse orizzontale, per caduta utile netta di 60 metri, sviluppanti ciascuna con una portata di 6250 litri/sec., 4000 HP a 504 giri. Queste turbine sono munite di regolatore autonomo e scarico sincrono.

Due alternatori trifasi (Siemens) per accoppiamento diretto alle turbine, sviluppanti ciascuno a 504 giri a $\cos \varphi$ 0,7 periodi 42 5000 kVA alla tensione normale di 12 500 volt.

Le due macchine sono del tipo chiuso auto ventilanti, con aria filtrata, con eccitatrice coassiale, avvolgimento a stella con quarto morsetto di centro. Una macchina completa pesa 47 500 kg.

Due trasformatori trifasi in olio con raffreddamento a circolazione d'acqua interna, della potenza ciascuno di 10 000 kVA con rapporto di trasformazione triangolo-stella 12 000 a 65 500 volt. Il centro del secondario è munito di morsetto fuori del coperchio per eventuale

nessi singolarmente con i trasformatori; oppure entrambi su di un unico trasformatore, rimanendo l'altro di riserva. Per ciò sono stati installati due interruttori in olio tra gli alternatori ed un sistema di sbarre a 12 000 volt. Gli smistamenti tra queste, gli alternatori ed i trasformatori avvengono con giuochi di coltelli.

Ogni alternatore è munito di una protezione triangolo-stella a corna con resistenze metalliche in olio.

La connessione tra le sbarre ed i trasformatori è fatta con cavi trifasi.

I secondari dei trasformatori, muniti di bobine di impedenza, sono connessi a mezzo di interruttori in olio e coltelli separatori a due sistemi di sbarre a 65 mila volt.

Da questi medesimi sistemi partono con coltelli e interruttori in olio tre (in futuro quattro) linee. I due sistemi di sbarre sono muniti di scaricatori a corna con disposizione triangolo-stella e con resistenze metalliche in olio, e di trasformatore con centro a terra per la eliminazione delle cariche statiche e per la segnalazione di terre.

I riduttori di tensione sono del tipo in aria a sbarra, protetti contro i corti circuiti; i trasformatori di tensione sono protetti con valvole e resistenze in serie.

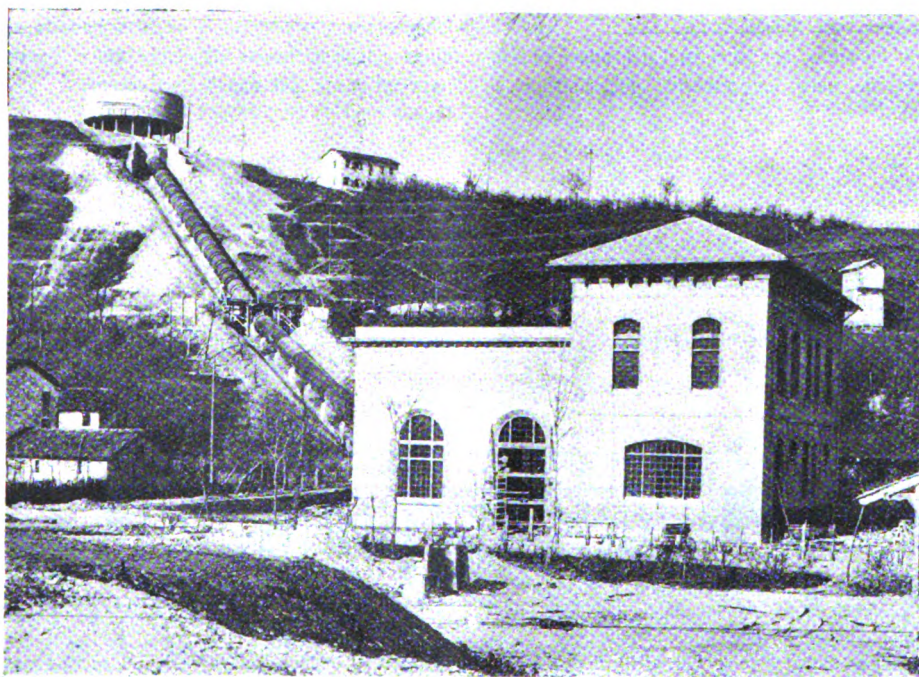


Fig. 39. — Pozzo piezometrico, condotta forzata e Centrale di Castelletto.

Canale di scarico.

È, per un primo tratto della lunghezza di m 260, in galleria a foro cieco scavata in terreno completamente sciolto. La sezione è mostrata nella fig. 40.

Alla galleria segue un tratto in trincea, in terra con rivestimento in calcestruzzo di calce idraulica senza intonaco. La pendenza è del 0,6 ‰ (V. Sezione D).

L'ultima parte è in terra senza rivestimento e assume tre sezioni diverse, le ultime due in prossimità dello scarico nel Meschio.

In totale il canale di scarico ha una lunghezza di m 1180. La sua costruzione fu compiuta in circa sei mesi con l'impiego di un escavatore a noria e di due locomotive a vapore.

sostenuto con pilastri in cemento armato, che permetteranno i movimenti dovuti alle dilatazioni mediante cerniere, sempre in cemento armato, ai due estremi superiore e inferiore del pilastro. La parte mediana dei pilastri sarà invece rinforzata, per resistere al carico di punta con un rilevante momento d'inerzia. Nel blocco centrale sopra

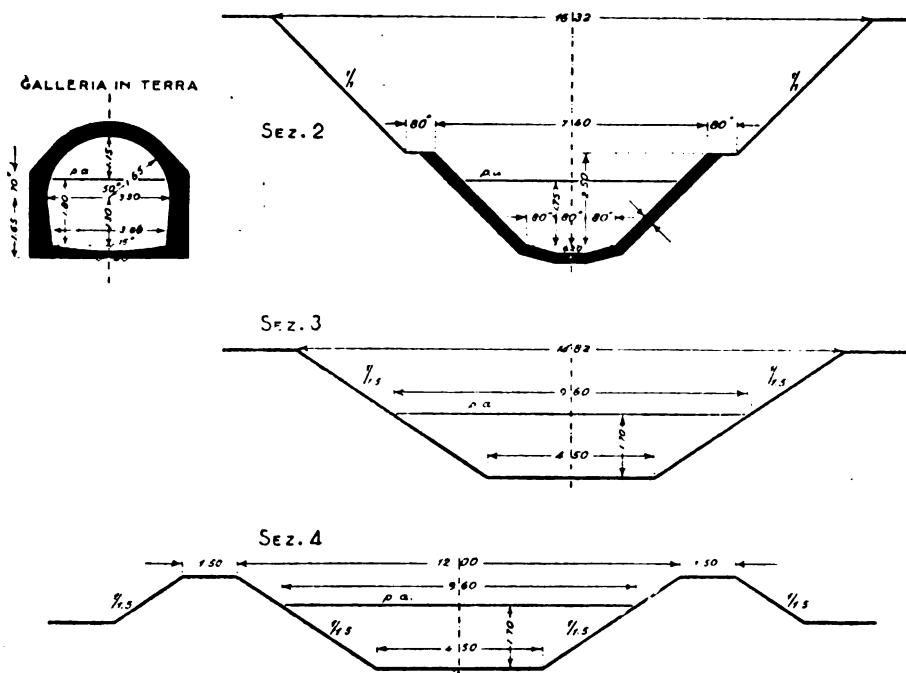


Fig. 40. — Impianto di Castelletto - Canale di scarico - Sezioni normali.

La quantità d'acqua scaricata al Castelletto (al massimo 10 m³ circa) è più che sufficiente per le richieste della irrigazione.

IMPIANTO DI CANEVA.

I lavori di questo impianto saranno iniziati verso la fine dell'anno con l'attacco delle gallerie più lunghe.

Oltre il Carron il canale continua per altri m 7750 quasi costantemente in galleria. La sezione sarà leggermente più ristretta di

il torrente Friga sarà disposto uno scarico di fondo. In ogni tratto fra due ancoraggi è previsto un giunto di dilatazione. A monte del sifone è disposto uno sfioratore.

Tutto il canale derivatore funziona a pelo libero, tranne l'ultimo tratto in galleria, che insieme con la galleria di m 1500 congiungente il pozzo piezometrico con il laghetto artificiale di Caneva, potrà funzionare sotto carico; anzi la galleria verso il laghetto sarà normalmente sotto pressione e in essa l'acqua avrà moto alterno, in dipendenza delle richieste di acqua della Centrale di Caneva e della portata affluente dal canale derivatore.

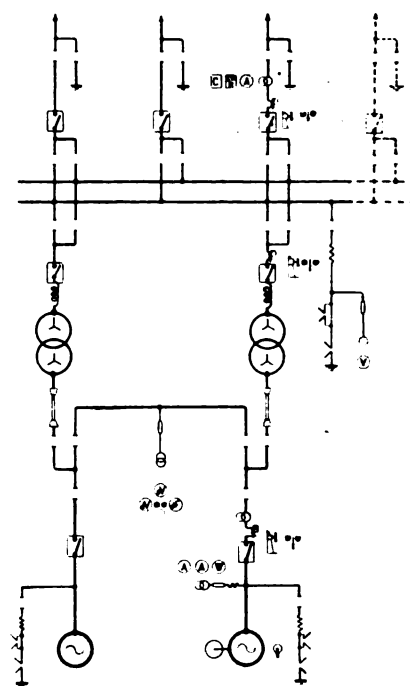


Fig. 41. — Centrale di Castelletto. Schema dei circuiti elettrici.

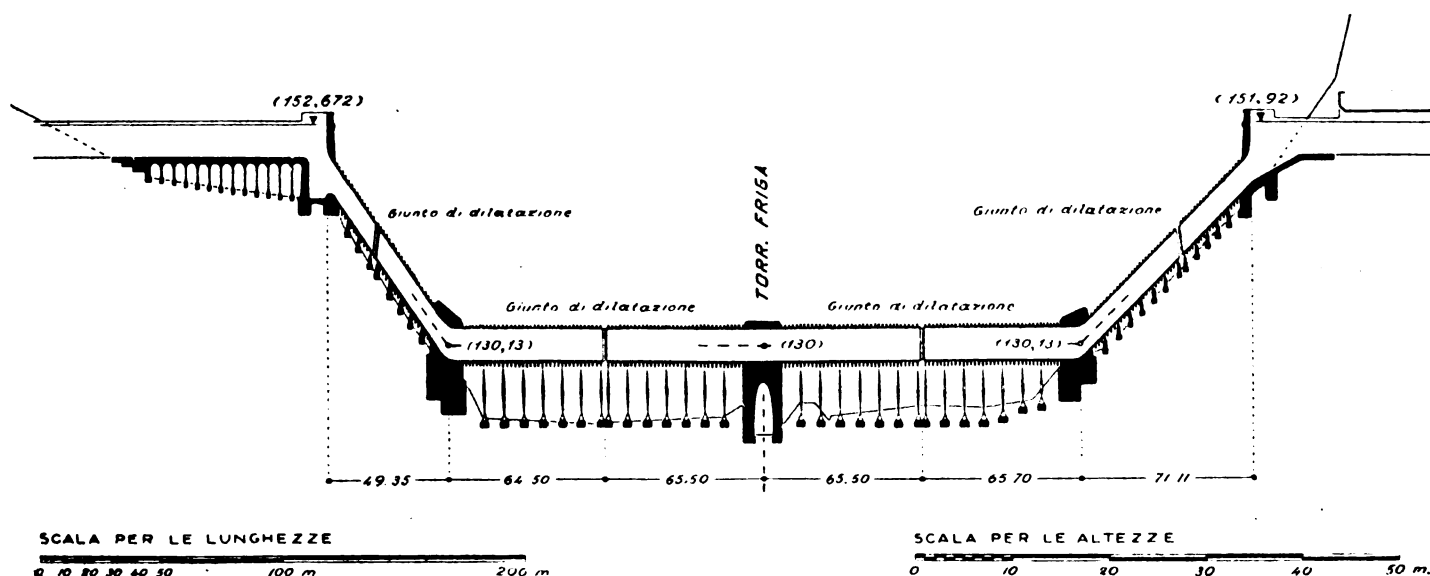


Fig. 42. — Sifone sul Friga. Profilo longitudinale.

quella dal Negrisola al Carron, ma dello stesso tipo; la pendenza è mantenuta dell'1‰.

Per varcare la bassura del torrente Friga si è progettato un sifone in cemento armato della lunghezza di circa 400 metri, diametro interno metri 3,80, rinforzato con alette circolari eccentriche per la resistenza agli sforzi secondari di schiacciamento (figg. 42 e 43). Sarà

La tubazione è composta di due tubi del diametro di m 2,60 e della lunghezza di m 700 circa. La Centrale è prevista con quattro gruppi da 15000 HP, dato che il laghetto di Caneva, con una capacità di un milione di metri cubi, permetterà una certa elasticità di funzionamento anche a quest'ultima Centrale, destinata però in linea di massima a dare la base del diagramma di produzione.

Il canale di scarico ha la lunghezza di circa m 2800 e sbocca a Fratta nel Meschio inferiore.

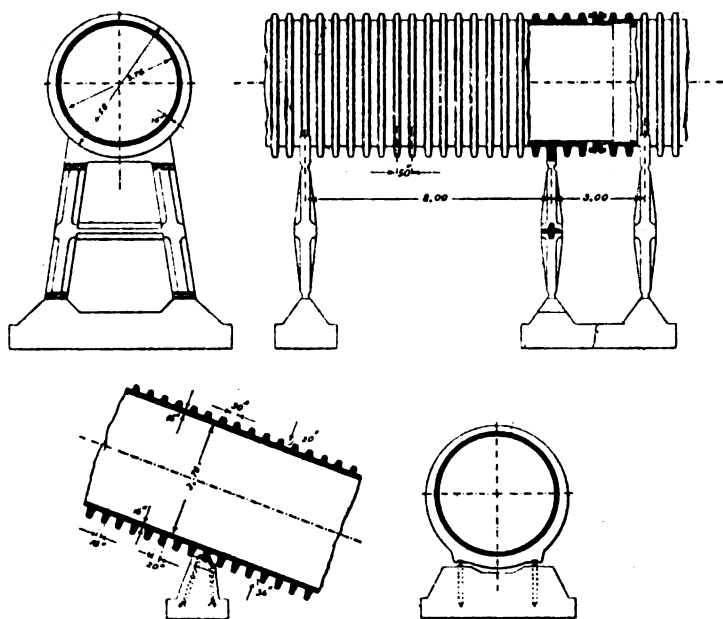


Fig. 43. — Sifone sul Friga - Dettaglio.

Lo sbarramento del Rio Vallegger, per la creazione del laghetto di Caneva, è previsto con diga ad archi multipli e speroni divergenti, tipo Ing. Ferniani, dell'altezza di metri 40.

CASE COSTRUTTRICI PRINCIPALI

Costruzioni Meccaniche Riva - Milano: Tutte le turbine per le Centrali, e le pompe per gli impianti di sollevamento di Soccher, Cadola e Secca.

Tecnomasio Italiano Brown-Boveri - Milano: Gli alternatori per le Centrali di Fadalto, S. Floriano e quelli da 6000 kW di Nove. I trasformatori corrispondenti, più quello da 22000 kVA per Nove.

Ansaldo e C. - Genova: L'alternatore da 18000 kW di Nove.

Siemens Società Anonima - Milano: Gli alternatori e i trasformatori della Centrale del Castelletto. Gran parte dell'attrezzatura elettrica delle Centrali.

Tubi Togni - Brescia: Le tubazioni di Fadalto e quella da 2400 m/m di Nove.

Cantieri Navali e Acciaierie - Venezia: La tubazione da 2600 m/m di Nove, e quella (2100 m/m) del Castelletto.

Franco Tosi - Legnano e Officine Meccaniche di Rivarolo: Le paratoie per la presa dal Lago di S. Croce, coi relativi movimenti.

Società Nathan Uboldi - Milano: Diverse grues a ponte per le centrali.

Officine di Battaglia - Padova: Diverse paratoie e grues a ponte per le centrali. L'autoclave per la centrale di Fadalto.

Società C. G. S.: Strumenti di misura in genere.

IMPRESE ASSUNTRICI DEI LAVORI

I lavori sono condotti in buona parte in economia. Sono stati appaltati i tronchi seguenti:

1. La galleria di Soverzene e un tratto del canale dal Piave al Lago, all'Impresa Silvio Pierobon, di Ponte nelle Alpi.

2. Due tronchi importanti del canale rivestito in muratura alla Cooperativa di Ponte nelle Alpi e all'Impresa Cav. Gerardo Pierobon.

3. Un lungo tronco del Canale colle relative opere murarie all'Impresa Ingg. Cavacini & Masini, Milano.

4. Le gallerie di Fadalto e di Nove, e le fondazioni pneumatiche della Centrale di Fadalto, all'Impresa ingg. F.lli Damioli di Milano.

5. La galleria della Madonna della Salute, all'Impresa Fumei & C. di Pieve di Cadore.

6. La galleria di Anzano alla Impresa Cavacini & Masini predetta.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

□ □ I MODERNI IMPIANTI DI TRASMISSIONE RADIOTELEGRAFICA □ □ □ □

UGO RUELLE



Comunicazione alla XXVIII Riunione dell'A. E. I. - Venezia

1. Premessa — 2. Generatori a scintilla o ad onde smorzate. — 3. Produzione e impiego delle onde persistenti. — 4. Generatori sincroni di oscillazioni persistenti: l'arco — 6. Confronto fra alternatore ed arco. — 7. Generatori a triodi. — 8. Manipolazione automatica. — 9. Radiazione dell'energia — 10. Tipi di antenne. — 11. Perdite nelle antenne. Presa di terra — 12. Coefficiente di efficacia di un impianto trasmittente.

1. *Premessa.* — Compito di un impianto di trasmissione r. t. è quello di produrre una perturbazione elettromagnetica, la quale, pur attenuata grandemente, sia suscettibile di esser messa in evidenza ad una data distanza, con l'aiuto di mezzi opportuni.

È noto che lo studio del modo di propagarsi delle perturbazioni elettromagnetiche è dovuto a Maxwell. Hertz, applicando la teoria maxwelliana al caso di un dipolo (piccolo oscillatore aperto rettilineo con capacità concentrate agli estremi, percorso da corrente alternata sinoidale) ha dato l'espressione del campo elettrico e del campo magnetico in un punto qualunque dello spazio circostante, situato ad una distanza d dall'oscillatore. I risultati a cui egli è pervenuto mostrano:

1) - che il campo magnetico può considerarsi come somma di due termini;

uno in $\frac{1}{d^2}$ (termine da Hertz chiamato newtoniano) dovuto all'azione della corrente dell'oscillatore;

uno in $\frac{1}{d}$ (termine maxwelliano) dovuto alla variazione della corrente stessa;

2) - che il campo elettrico può considerarsi come somma di tre termini;

uno in $\frac{1}{d^2}$ dovuto all'azione statica delle cariche;

uno in $\frac{1}{d}$ dovuto alla corrente;

un terzo infine in $\frac{1}{d}$ dovuto alla variazione della corrente stessa.

3) - che, a pari distanza e per distanze grandi rispetto alla lunghezza del dipolo, l'intensità dei due campi varia con la legge del seno a partire dall'asse del dipolo e fino al suo piano equatoriale, dove è quindi massima.

4) - che in qualunque punto, a distanza sufficientemente grande dal dipolo, il campo elettrico ed il campo magnetico si possono

ritenere costituiti dal solo termine in $\frac{1}{d}$ e precisamente si possono considerare come due vettori alternativi sinoidali, di egual fase, di ampiezza proporzionale alla frequenza ed alla intensità della corrente oscillatoria nel dipolo e alla lunghezza di esso ed infine orientati ad angolo retto, così l'uno rispetto all'altro come ambedue rispetto alla congiungente del centro del dipolo col punto considerato, congiungente che segna quindi la direzione secondo la quale la perturbazione si propaga.

Poiché dunque, a parità di altre condizioni, l'ampiezza di ambedue i vettori è proporzionale alla frequenza della corrente nel dipolo e quindi la potenza irradiata è proporzionale al quadrato della frequenza stessa, è evidente la convenienza di ricorrere in r. t. all'uso di frequenze molto elevate.

Ne segue che un impianto di trasmissione r. t. dovrà possedere:

a) un organo, od un complesso di organi, capaci di assorbire energia sotto una delle forme più comuni (energia meccanica, energia elettrica di corrente continua o alternata a frequenza industriale, ecc., ecc.), e di restituirla parzialmente sotto forma di corrente alternata ad alta frequenza;

b) un organo atto ad irradiare la maggior parte possibile di questa energia ad alta frequenza.

Occupiamoci prima del generatore di corrente oscillatoria.

2. *Generatori a scintilla o ad onde smorzate.* — Allorché Marconi realizzò i suoi primi apparati, il sistema più comodo conosciuto per la produzione di correnti ad altissima frequenza o, come suol dirsi, oscillatorie, era quello consistente nel far scaricare un condensatore sopra un circuito di cui l'autoinduzione avesse un valore oppor-

tunamente scelto rispetto alla capacità e la resistenza fosse la minima possibile ed in ogni caso inferiore a un ben noto valore critico. Affinchè il fenomeno assumesse un carattere continuo occorreva un organo atto a distribuire nel tempo le cariche e le scariche successive del condensatore; questo organo fu lo spinterometro, dapprima impiegato nella sua forma più semplice: due sfere od una sfera ed un disco affacciati. Per immagazzinare nel condensatore sensibili quantità di energia occorreva produrre alte tensioni di carica, il che fu dapprima ottenuto utilizzando l'elevata f. e. m. che si produce nel secondario di un rocchetto d'induzione all'atto dell'apertura del primario; ed in seguito mediante corrente continua, la quale, proporzionando opportunamente le costanti del circuito di carica, può assumere carattere di periodicità e far passare transitoriamente la tensione al condensatore per valori che quasi raggiungono il doppio di quella della sorgente. Un progresso sensibile fu realizzato impiegando per la carica la corrente alternata e meglio disciplinando la funzione dello spinterometro che, nella sua forma primitiva, presentava gravi inconvenienti, derivanti in massima parte dai fenomeni di ionizzazione. Si venne così all'adozione degli spinterometri rotanti, sia asincroni, vale a dire funzionanti indipendentemente dalla fase della corrente alternata di carica, sia, meglio assai, sincroni, cioè tali da far avvenire la scarica allorchè la tensione fra le armature del condensatore passava per un massimo. E poichè ormai si generalizzava il sistema di ricezione auricolare e si era constatato che le frequenze più adatte per le scariche erano le acustiche musicali, si venne all'adozione di alternatori che tali frequenze producevano e che, con la stessa periodicità, facevano funzionare lo spinterometro rotante. La costruzione di questi alternatori, monofasi, non presentò difficoltà sensibilmente più grandi di quelle già superate per gli alternatori a frequenze industriali.

Di pari passo progrediva lo studio del collegamento fra generatore e radiatore. Nel primo apparato Marconi la capacità del circuito oscillante era costituita da quella dell'antenna rispetto alla terra e l'eccitazione era diretta. Ma con questo sistema si può mettere in giuoco una quantità relativamente limitata di energia, perchè la capacità è di per sè stessa piccola e la tensione di carica deve essere contenuta entro i limiti consentiti dall'isolamento dell'aereo. Si venne dunque (e fu ancora merito di Marconi) al sistema di eccitazione indiretta, consistente nel fare avvenire la scarica di un condensatore indipendente dall'antenna sopra un circuito chiuso e nel comunicare la maggior parte possibile di energia oscillatoria così prodotta ad una antenna capace di irradiare.

Questo sistema permise di realizzare altri vantaggi, quali ad esempio una riduzione dello smorzamento complessivo (riduzione che consente una certa sintonia), una maggiore facilità di isolamento dell'antenna, non essendo più essa sottoposta tutta a potenziali elevatissimi, ed un filtramento delle oscillazioni, poichè il circuito oscillante chiuso ha molto minor tendenza a generare armoniche ed il circuito di antenna, accordato sull'onda fondamentale, raccoglie quasi esclusivamente quest'ultima.

Per contro ciò creava una difficoltà assai grave. L'impiego di due circuiti accoppiati porta di conseguenza la produzione di due onde, tanto più differenti quanto più l'accoppiamento fra i circuiti è stretto e delle quali una sola è praticamente utilizzabile per la trasmissione. Occorre dunque adattarsi ad irradiare una notevole quantità di energia non utilizzabile, oppure ricorrere ad accoppiamenti molto lenti e quindi trasmettere al radiatore una parte relativamente piccola della potenza messa in giuoco nell'oscillatore primario. L'ultimo importante progresso compiuto della radiotelegrafia ad onde smorzate fu appunto quello che a tale inconveniente pone riparo e che consiste nell'eccitazione per urto.

È noto che in due sistemi oscillanti accoppiati l'energia passa alternativamente dall'uno all'altro; nel caso della r. t. l'antenna, dopo essere stata messa in vibrazione, restituisce al circuito chiuso che l'ha eccitata una parte dell'energia ricevuta, tanto più grande quanto più stretto è l'accoppiamento, e questo alternarsi di azioni e reazioni prosegue fino a che l'energia messa in giuoco non è dissipata. Se quindi si può fare in modo che il circuito eccitatore venga interrotto subito dopo aver messo in vibrazione l'antenna, si impediscono questi scambi susseguenti, si permette al radiatore di vibrare come se fosse solo, vale a dire si evita la doppia onda e si può quindi realizzare un accoppiamento assai stretto fra i due circuiti.

L'organo che consente di effettuare tale funzione è lo spinterometro, non nella sua forma primitiva, perchè i fenomeni di ionizzazione ne rendono irregolare il funzionamento, e nemmeno nella forma rotante, perchè la lunghezza dei periodi di scarica è assai superiore al necessario. Solo lo spinterometro multiplo, del tipo di Wien e derivati, che fraziona la scintilla in numerose altre assai più piccole, rendendo incomparabilmente più facile il processo di disionizzazione dell'atmosfera compresa fra gli elettrodi, ha permesso di realizzare l'eccitazione per urto. Con opportuni dispositivi si è riusciti a far sì

che nel primario si abbia per ogni scarica una semplice semionda di corrente, cioè un impulso aperiodico.

Oggi, che più non esistono stazioni a scintilla di grande potenza e che rapidamente scompaiono quelle di potenze medie, rimangono solo, per esempio su numerosi piroscafi, piccoli apparati di tipo ormai pressochè uniforme (fig. 1).

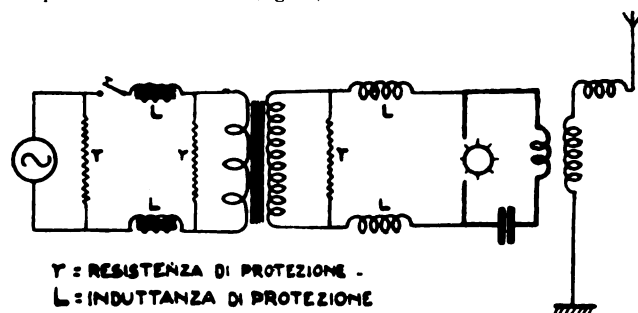


Fig. 1.

Essi comprendono un alternatore monofase a $500 \div 1000$ periodi che alimenta un trasformatore in salita il quale è connesso con il suo secondario ai capi del circuito oscillante. L'accoppiamento fra il circuito primario e l'antenna è induttivo, stretto o lento secondochè lo spinterometro è multiplo o rotante. Per piccolissimi apparati, quali ad esempio quelli per segnali di soccorso installati a bordo dei piroscafi, in luogo dell'alternatore e del trasformatore viene impiegato un rocchetto d'induzione alimentato da apposita batteria di accumulatori. La manipolazione si fa agendo sul circuito primario.

Può sembrare fuori luogo, trattando dei moderni impianti di trasmissione r. t., l'essersi attardati a parlare, sia pur brevemente, delle stazioni a scintilla. Gli impianti ad onde persistenti, il cui uso si va generalizzando con rapidità, presentano incontestabili vantaggi sui loro predecessori. Ma, a parte la necessità economica di non abbandonare senz'altro il materiale esistente, la facilità di impiego, la grande robustezza, la semplicità degli apparati riceventi e, per qualche applicazione, la minore acutezza di sintonia degli impianti ad onde smorzate, ne ritardano la messa in disuso.

Bisogna poi anche considerare che l'avvento delle onde persistenti si è verificato allorchè gli impianti a scintilla erano ancora suscettibili di perfezionamento, talchè essi sono divenuti vecchi prima ancora di esser maturi. Non è quindi da meravigliarsi se qualche voce si leva in favore dell'eventualità di un parziale ritorno al passato.

3. *Produzione e impiego delle onde persistenti.* — Se invece di comunicare una certa quantità di energia ad un circuito oscillante, per poi lasciarlo vibrare liberamente fino a dissipazione dell'energia stessa, si imprime ad esso una f. e. m. oscillatoria di ampiezza costante, lo si obbliga ad un regime di oscillazioni persistenti forzate.

D'altro canto se, dopo avere comunicato una certa quantità di energia ad un circuito oscillante, lo si lascia vibrare liberamente, ma, con dispositivi opportuni, lo si rifornisce ad ogni periodo della quantità di energia ch'esso dissipa, si stabilisce un regime di oscillazioni persistenti libere.

In tutti e due i casi si viene a sostituire alla successione di treni di onde smorzate, separati da intervalli relativamente grandi, una successione continua di onde tutte uguali fra di loro. È evidente la migliore utilizzazione del materiale con questo modo di operare; a parità di potenza messa in giuoco, il rendimento della trasmissione dal generatore all'antenna è migliore e la tensione massima cui questa deve esser sottoposta è assai più piccola. Le onde persistenti permettono inoltre, per la loro purezza, una più acuta risonanza e quindi miglior sintonia alla ricezione; e gli apparati riceventi ad interferenza per esse usati, consentendo di scegliere la nota più conveniente e di aggiungere energia generata localmente, aumentano di molto la udibilità. Esse permettono inoltre una modulazione continua e quindi la radiotelegrafia.

È su questa via che si è posta da non molti anni la tecnica delle radiocomunicazioni. E per questa via ch'essa è entrata decisamente nel campo industriale ed è oggi divenuta un ramo solido e fiorente dell'elettrotecnica.

Gran parte dei progressi sono stati realizzati durante la guerra. La necessità, per gli Alleati di far fronte alle nuove esigenze del traffico senza poter più contare con sicurezza sui cavi sottomarini e per la Germania isolata di mantenere ancora contatto con i neutri più lontani e potenti, ha fatto sì che dovunque mezzi eccezionali sono stati messi a disposizione dei tecnici, spesso eccezionali anch'essi; e ciò ha permesso di accelerare il ritmo delle conquiste in questo campo. Per citare solo un fatto riguardante l'Italia ricorderemo che la stazione di Roma S. Paolo iniziò con successo il suo traffico transoceanico cinque mesi dopo che ne era stata decisa la costruzione.

Abbiamo accennato a due diversi procedimenti per ottenere oscillazioni continue; ad essi corrispondono due classi di generatori. Sincroni chiameremo quelli che impongono l'oscillazione al circuito le cui costanti non avranno quindi che un'influenza secondaria sulla lunghezza dell'onda emessa. E daremo invece il nome di asincroni a quelli che periodicamente riforniscono di energia il circuito oscillante, il quale vibra libero in dipendenza delle sue caratteristiche proprie.

I due generatori quasi esclusivamente usati per le grandi potenze sono oggi l'alternatore e l'arco, i quali appartengono rispettivamente alle due categorie accennate. Ambedue presentano una caratteristica importante, che cioè mal si prestano alla produzione di onde corte. Siccome, da quanto abbiamo esposto nella premessa, sembrerebbe opportuno l'aumento indefinito della frequenza delle oscillazioni, occorre tornare un istante sull'argomento. L'antenna irradiante può essere considerata come un mezzo dipolo di grandi dimensioni rispetto al quale la superficie terrestre esercita la funzione di specchio elettrico; ma ad essa non possono senz'altro applicarsi le conclusioni di Hertz, i cui studi furono fatti su piccoli oscillatori ed a distanze assai limitate. Allorché si passa a considerare il campo prodotto a migliaia di chilometri dal radiatore, entrano in giuoco le sfericità della terra ed il suo potere assorbente; l'arrivo di energia al ricevitore è per buona parte dovuto a fenomeni di diffrazione e, poichè le onde assai lunghe sono quelle che a tali fenomeni danno luogo con maggiore imponenza, mentre subiscono in minor misura l'assorbimento, si è spinti a ricorrere al loro uso. Il fenomeno è molto complicato ed ancor lungi dall'essere noto in tutti i suoi particolari; formule approssimate sono state stabilite che permettono di avere una guida nella scelta della lunghezza d'onda più opportuna per ogni distanza, scelta sulla quale per altro influiscono necessità di altro ordine, quali ad esempio quelle inerenti alla disciplina del traffico. Oggi, le lunghezze d'onda in uso fra stazioni molto lontane variano dagli 8 ai 25 km, ma si annunciano importanti novità in favore di un ritorno, almeno parziale, alle onde corte e cortissime.

4 Generatori sincroni di oscillazioni persistenti. — Come già abbiamo detto, il più importante fra i generatori sincroni è l'alternatore ad alta frequenza. Esso rappresenta, in teoria, la soluzione più semplice e più razionale del problema della produzione di onde continue, rappresenta anzi, per così dire, la sola soluzione industriale, la prima che fosse suggerita alla mente dall'elettrotecnica ordinaria. Senonchè la realizzazione pratica di una macchina capace di generare correnti alternate a frequenze radiotelegrafiche, vale a dire a frequenze dell'ordine di almeno $15 \div 25$ mila periodi, ha presentato tali difficoltà che l'alternatore è il più recente fra i generatori di onde continue. Per rendersi ragione di ciò basta calcolare, in base alle velocità periferiche raggiungibili, le dimensioni che occorre dare ai poli dell'induttore ed alle scanalature dell'indotto. Queste dimensioni risultano così piccole, che è indispensabile ricorrere a speciali artifici per girare le difficoltà che ne conseguono.

Il primo artificio a cui tutti i costruttori hanno ricorso è stato quello di evitare gli avvolgimenti nella parte mobile coll'adozione dei ben noti tipi a ferro rotante, che han permesso di scegliere per il rotore le massime velocità consentite dal materiale impiegato.

Già nel 1900, il Fessenden, per primo, propose alla «General Electric Company» la costruzione di un alternatore ad alta frequenza per la radiotelegrafia, ma dovettero trascorrere altri dieci anni prima che l'Alexanderson realizzasse per questo scopo una macchina suscettibile di pratico funzionamento. Quasi contemporaneamente in Francia gli ingegneri Latour e Bethenod ottenevano analoghi risultati. Sono questi i due soli alternatori ad alta frequenza in uso oggi.

Nel primo (fig. 2) il rotore è costituito da una massa di acciaio speciale al cromo avente il profilo del solido a resistenza uniforme; numerose sfinestrature radiali, praticate in prossimità della periferia e riempite, per limitare le perdite per ventilazione, con materiale diamagnetico, esercitano la funzione di denti. Lo statore è costituito da un solido di rivoluzione che, sezionato, presenta all'incirca la forma di un U nella cui gola sono sistemate due grandi bobine circolari per la corrente continua di eccitazione. Sulle due guancie interne dell'U, che abbracciano il rotore in corrispondenza della zona sfinestrata, sono alloggiati radialmente, alla superficie, i conduttori destinati ad esser sede delle f. e. m. di induzione. Lo statore è costruito in tre pezzi per modo che è possibile uguagliare gli intraferri (che sono dell'ordine di $8 \div 9$ decimi di mm) e di evitare così gli inconvenienti cui potrebbe dar luogo una spinta assiale squilibrata. Affinchè tale equilibrio sussista durante il funzionamento, due cuscinetti ausiliari sono sistemati da una parte e dall'altra del rotore; se questo si sposta tanto da dar luogo ad una pericolosa dissimmetria magnetica il cuscinetto interessato si riscalda e, automaticamente, per dilatazione, lo centra di nuovo. La parte di statore sulla quale poggiano i conduttori è laminata fino ad una certa profondità; essa è costituita da un na-

stro sottilissimo di ferro speciale verniciato avvolto su sè stesso. Lo statore è refrigerato mediante circolazione di acqua.

Esistono vari tipi di alternatori Alexanderson di potenze differenti. Per i piccoli da 20 kW sono stati adottati alberi flessibili; la velocità tangenziale è di circa 300 m/s e quella di rotazione di circa 20 000 g. m., compresa fra la seconda e la terza velocità critica. Per i più potenti, per es., per quello da 200 kW, è stato adottato l'albero del tipo rigido, le velocità di rotazione e di 2170 g. m. e quella periferica di circa 150 m. s.

Nell'alternatore Latour-Bethenod (fig. 3) il rotore, di forma pressochè cilindrica, ha la superficie esterna dentata in senso longitudinale; una scanalatura assai ampia e profonda, praticata lungo la direttrice centrale della superficie cilindrica, divide i denti in due metà. Lo statore, con sezione ad U nella cui gola sono alloggiate due bobine per la corrente continua di eccitazione, affaccia le due porzioni della sua superficie interna in corrispondenza dei due ordini di denti del rotore. Seguendo il cammino del flusso è facile constatare che le due serie di denti costituiscono due gruppi di poli, gli uni tutti nord, gli altri tutti sud. I conduttori di utilizzazione sono del tipo multiplo ed alloggiati in scanalature praticate longitudinalmente sulle due mezze faccie interne dello statore. Poichè i denti, che così si vengono a creare nella parte fissa, danno origine a pulsazioni di flusso nel rotore, occorre laminare in senso trasversale un certo spessore di esso; la sua corona esterna è perciò costituita da tanti settori, formati da pacchetti di lamierino sottilissimo (5/100 mm) verniciato e dentellato, applicati al nucleo centrale a mezzo di incastri a coda di rondine.

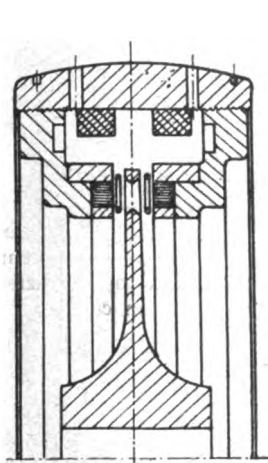


Fig. 2.

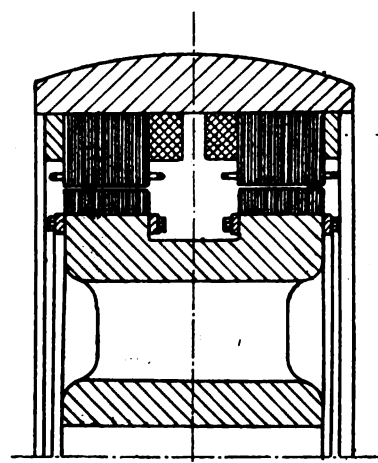


Fig. 3.

Gli alternatori Latour-Bethenod vengono anch'essi costruiti di varie potenze. Il tipo da 220 kW, in servizio nella stazione di Lione fin dal 1919, presenta le seguenti caratteristiche: frequenza 20 000; interferro 0,9 mm; velocità di rotazione 3000 g. m.; velocità periferica 150 m. s.

Poichè la dentatura del rotore darebbe luogo a forti perdite per ventilazione, la macchina è racchiusa entro una cassa in cui viene mantenuta una pressione di 1/10 di atmosfera circa. Lo statore è refrigerato con circolazione di olio; la deficiente ventilazione obbliga a fare altrettanto per il rotore. Sono già state costruite anche unità da 500 kW di questo medesimo tipo.

Fra i più importanti artifici costruttivi adottati negli alternatori ad alta frequenza è ancora da ricordare quello di spaziare i successivi fili utili sull'indotto non già di 1/2 passo polare (con che le scanalature diverrebbero troppo fitte e minute), bensì di un numero dispari di 1/2 passi polari e in generale di 3. Il numero totale dei fili utili è così ridotto a 1/3 di quello teoricamente possibile, ma la soluzione costruttiva è senza confronto agevolata.

È interessante notare come la macchina omopolare sia, per le applicazioni r. t., non soltanto la sola possibile (almeno per ora), ma anche nettamente superiore alla eteropolare. Il vantaggio di questa, alle frequenze ordinarie, consiste infatti principalmente nella possibilità di raggiungere elevati valori dell'induzione nel circuito magnetico; ma alle alte frequenze non si può ricorrere alle forti saturazioni, sia per le elevate perdite nel ferro, sia perchè, oltre un certo limite, le dimensioni ristrette dei poli conducono ad una specie di livellamento fra l'azione dei salienti e quella dei mancanti, ossia a un eccesso di dispersione, talchè la variazione di flusso decresce invece di aumentare. Le ragioni costruttive intervengono allora in deciso favore della macchina omopolare.

Poichè gli alternatori impongono al circuito irradiante un regime di oscillazioni forzate e la frequenza delle oscillazioni emesse è quella che essi producono, è evidente l'estrema importanza che ha

una esatta regolazione della velocità. La pratica esige che gli scarti nelle frequenze non superino l'1‰! Con gli alternatori Latour si è ricorso perciò al sistema Ward-Leonard; si aziona cioè l'alternatore per mezzo di un motore alimentato da corrente continua creata sul posto. Regolatori meccanici ed elettrici sensibilissimi agiscono sulla velocità del gruppo per mezzo della eccitazione della dinamo e di quella del motore.

L'Alexanderson ha invece affrontato e risolto, con un sistema basato sui fenomeni di saturazione del ferro, il problema dell'azionamento diretto per mezzo di un motore asincrono alimentato dalla rete generale e collegato all'alternatore per mezzo di ingranaggi che ne moltiplicano la velocità.

Il collegamento fra generatore e radiatore è fatto per mezzo di trasformatori ad aria; negli alternatori americani si sono volute evitare le forti tensioni e le grandi intensità di corrente e l'indotto è perciò diviso in 64 sezioni; nei francesi le sezioni sono solamente quattro od otto.

Anche i sistemi di manipolazione sono differenti. Negli Alexanderson uno speciale circuito secondario è posto in presenza del trasformatore ad aria; la sua induttanza è in parte avvolta su nucleo di ferro la cui permeabilità può esser variata per mezzo di un avvolgimento percorso da corrente continua che lo satura più o meno. Le cose sono disposte in modo che a tasto alzato questo circuito secondario è in risonanza con l'alternatore e quindi sottrae energia all'antenna che non ne irradia quasi più (fig. 4). Negli alternatori

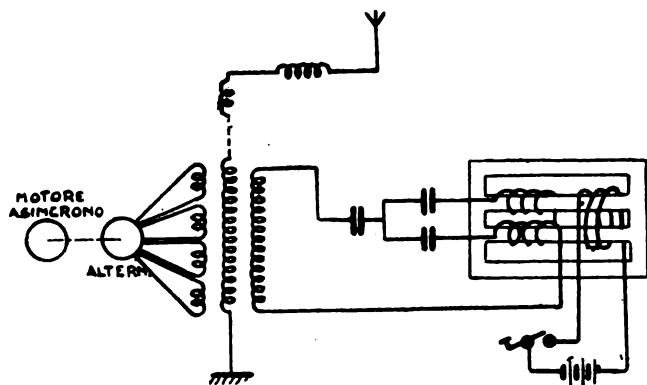


Fig. 4.

Latour-Bethenod invece, allorché non si vuole irradiare energia, si chiudono in corto circuito le sezioni dell'indotto. L'antenna non viene allora eccitata e la corrente d'indotto è minore che a regime perché viene a mancare la condizione di quasi risonanza, che si ha quando la macchina eroga sul trasformatore di antenna (fig. 5).

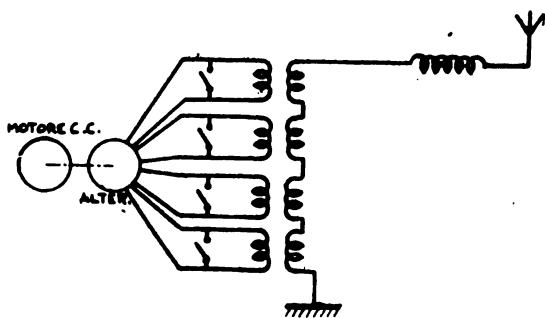


Fig. 5.

Il rendimento proprio degli alternatori raggiunge oggi, per le grandi unità, anche l'80 %; per quanto ancora in via di perfezionamento essi sono già macchine di funzionamento sicuro ed il loro impiego si va rapidamente diffondendo, soprattutto nei due paesi che ne costruiscono, l'America e la Francia.

Di fronte alle innegabili difficoltà degli alternatori per altissime frequenze, si pensò anche fin da molto tempo, come era nell'ordine logico delle idee, alla utilizzazione di alternatori omopolari relativamente semplici, generanti frequenze dell'ordine di 5 ÷ 6 mila periodi, accoppiandoli ad apparecchi capaci di elevare queste frequenze fino a quelle radiotelegrafiche. La casa Telefunken sviluppò in Germania il sistema di duplicazione magnetica Joly-Vallauri, che già prima della guerra troviamo applicato nella stazione r. t. di Nauen.

Il principio a cui si informano i moltiplicatori è noto. Se in un circuito comprendente solo resistenza ohmica agisce una forza e. m. sinoidale, la corrente che in esso si manifesta è pur essa sinoidale; ma se la resistenza, anziché essere costante, è una funzione perio-

dica della corrente, quest'ultima diventa una grandezza alternativa complessa, suscettibile quindi di essere sviluppata in serie di Fourier. In altri termini, la corrente è affetta da armoniche. La funzione dei moltiplicatori di frequenza è appunto quella di creare delle armoniche e di esaltare in modo speciale quella fra esse che si desidera utilizzare. Si comprende che un semplice raddrizzatore o un sistema di raddrizzatori già rendano possibile una moltiplicazione di frequenza, ma i rendimenti raggiungibili per questa via sono assai scarsi.

Risultati molto migliori si possono avere coi moltiplicatori magnetici, basati non sulle variazioni di resistenza, ma su quelle di induttanza dovute alla presenza di nuclei di ferro. Il più noto di

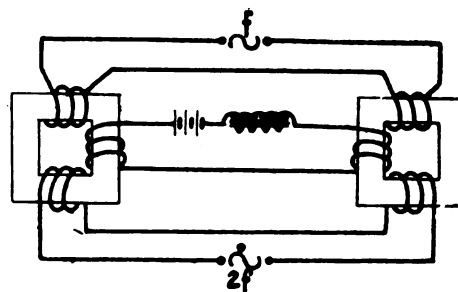


Fig. 6.

questi sistemi è quello schematizzato nella fig. 6, in cui la presenza della corrente continua fa sì che la tensione totale di frequenza f si scinda fra i due primari nel modo indicato dalla fig. 7 e che

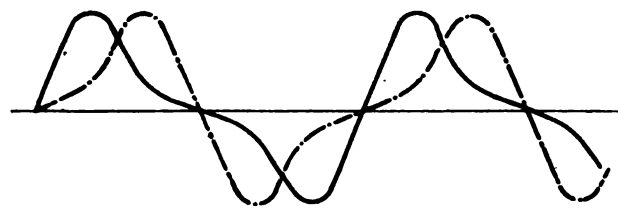


Fig. 7.

per conseguenza collegando in opposizione codeste tensioni nel secondario si sopprime la fondamentale e si ricavi una f. e. m. di frequenza doppia (più o meno ricca di armoniche) (fig. 8).

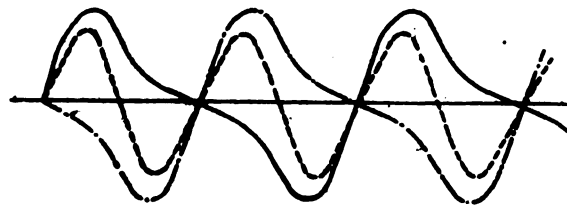


Fig. 8.

Lo schema di una installazione r. t. di questo genere può essere quello della fig. 9. La manipolazione si fa ad esempio sul circuito di c. c., in generale escludendo o inserendo una resistenza in

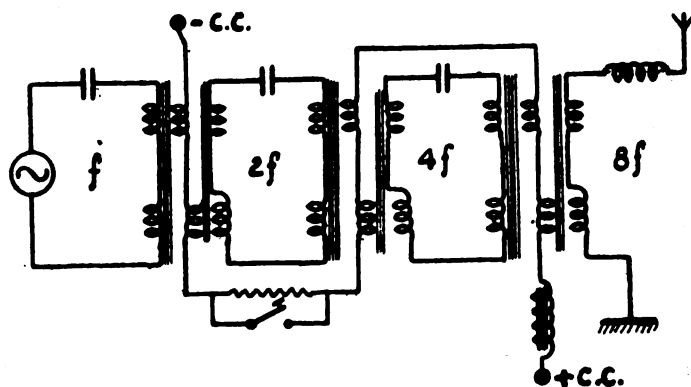


Fig. 9.

serie con esso circuito. La resistenza è regolata in modo che la sua inserzione riduca a valori trascurabili l'energia sull'areo. Con una costruzione molto accurata, e soprattutto con una buona scelta del materiale magnetico e dei condensatori, si riesce ad ottenere rendimenti dell'ordine dell'85 ÷ 90 % per ogni duplicazione. L'impianto più importante del genere in esercizio è quello di Nauen. Simile ad esso è il nostro impianto di Pola.

La produzione di armoniche mediante i fenomeni di saturazione del ferro ha permesso di realizzare con buoni rendimenti anche la triplicazione della frequenza e più recentemente la moltiplicazione secondo fattori relativamente elevati. I fautori di questo sistema ne mettono in rilievo alcuni indiscutibili vantaggi, come quello di permettere l'uso di alternatori assai più semplici, robusti ed economici che quelli ad altissima frequenza e di offrire la disponibilità di numerose frequenze a seconda del fattore di moltiplicazione adoperato. Risulta in tal modo anche possibile, in un grande centro r. t., di tenere in moto un solo alternatore che generi la fondamentale e ricavare da esso, per moltiplicazione, le diverse frequenze da usare nelle diverse trasmissioni simultanee eseguite dal centro.

Un altro sistema di produzione elettromeccanica di alte frequenze è quello della nota macchina del Goldschmidt, la quale trovavasi già in servizio nella stazione di Eilvese (Hannover) prima della guerra. Ma tale sistema non ha avuto per ora ulteriore sviluppo, specialmente a cagione del suo basso rendimento.

5. *Generatori asincroni di oscillazioni persistenti.* — Di interesse puramente teorico, almeno finora, è, in questa categoria di generatori, la dinamo con eccitazione in serie, inserita in un circuito oscillante.

Se la dinamo è ferma e v rappresenta la tensione istantanea alle armature del condensatore, l'equazione del circuito è:

$$v - L \frac{di}{dt} - Ri = 0$$

Se la dinamo è in moto a velocità di n giri nell'unità di tempo e nel senso di funzionamento come generatrice, nasce nel circuito una f. e. m. che entro certi limiti si può ritenere proporzionale a ni ossia espressa da kni ; si ha allora:

$$v - L \frac{di}{dt} - Ri + kni = 0$$

Il che equivale a dire che alla resistenza R se ne è sostituita una $R' = R - kn$. Si ha allora

$$i = I_m e^{-\alpha t} \sin \omega t, \text{ ove } \alpha = \frac{R'}{2L}$$

e si vede subito che facendo in modo da rendere $R' = 0$ si ottengono oscillazioni persistenti.

La realizzazione pratica di un tal sistema è ostacolata dalle difficoltà di commutazione, già rilevanti nelle macchine a collettore per le frequenze ordinarie; il breve cenno fattone serve pertanto ad illustrare il concetto di resistenza negativa, base delle interpretazioni più semplici del modo di funzionare dei generatori asincroni.

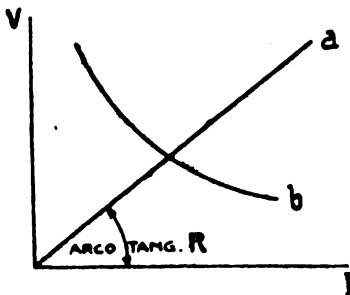


Fig. 10.

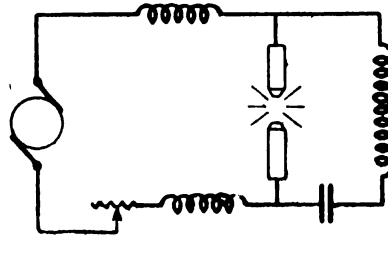


Fig. 11.

Consideriamo l'arco elettrico. La caratteristica di un elemento di circuito che obbedisce alla legge di ohm è del tipo rappresentato in fig. 10 a, quella di un arco è invece del tipo cadente (fig. 10 b). Ciò equivale a dire ch'esso presenta una resistenza differenziale negativa, che cioè, inserito in un circuito oscillante, può esser capace di assicurare un regime di oscillazioni persistenti. Come per la dinamo in serie, la sua funzione consisterà nel trasformare energia presa dall'esterno (energia di c. c. in questo caso) in energia di rifornimento per il circuito oscillante (fig. 11).

Ciò giustifica il nome di convertitore dato all'arco da molti tecnici. E da rilevarsi il fatto che in questo convertitore i morsetti di entrata (corrente continua) e quelli di uscita (corrente oscillatoria) sono comuni e le due correnti tenderebbero a mescolarsi, se nel circuito di alimentazione la forte reattanza non attenuasse di molto la corrente oscillatoria ed in quello di utilizzazione il condensatore non arrestasse la corrente continua. Il fenomeno fisico che si svolge nel convertitore ad arco è assai complesso, specialmente nei riguardi dell'inerzia termica del sistema, la quale rende tanto più difficile il funzionamento quanto più alta è la frequenza, così che l'arco non si presta in generale per l'uso delle onde corte (lunghezza d'onda mi-

nore di $1200 \div 1000$ m). Gli artifici, ideati dal Poulsen, e successivamente perfezionati, per adattare l'arco alle frequenze r. t. sono, come è noto, principalmente rappresentati dall'uso di un anodo metallico energicamente refrigerato, dall'applicazione di un forte campo magnetico trasversale e dalla creazione di un'adatta atmosfera di idrogeno o di idrocarburi.

Le condizioni di funzionamento normale sono in generale quelle in cui la corrente oscillatoria varia da zero al valore della corrente continua di alimentazione. Si ha allora

$$I_{a. r. max.} = I_c \quad I_{a. r. eff.} = \frac{I_c}{\sqrt{2}}$$

e l'arco si spegne per un istante ad ogni periodo.

Nella maggior parte degli impianti il circuito oscillatorio è senz'altro costituito dal sistema antenna-terra e l'eccitazione del campo magnetico è fatta in serie con alimentazione (fig. 12); ma oggi si

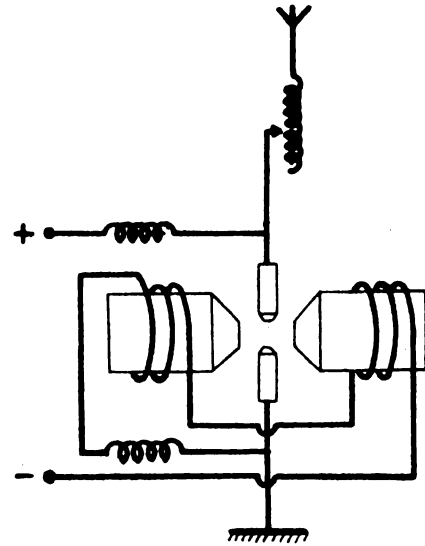


Fig. 12.

tende a rendere, almeno in parte, indipendente l'eccitazione per realizzare il suo valore ottimo, e ad usare un circuito oscillatorio intermedio per attenuare le armoniche ed i fruschi, che in maggiore o minor misura accompagnano l'emissione degli archi.

La manipolazione, ossia l'emissione dei segni dell'alfabeto telegrafico, si fa di solito mettendo in corto circuito una piccola parte della induttanza di antenna, oppure chiudendo un circuito secondario, accoppiato induttivamente con essa. In ambedue i modi si varia la lunghezza dell'onda emessa di quel tanto che basta perché il corrispondente, accordato sull'onda principale, non sia disturbato da quella di compensazione (bastano in generale variazioni dell'ordine del 1/2 %). In taluni impianti si usa passare l'arco, a mezzo del tasto, dall'antenna irradiante ad un'altra equivalente fittizia e muta; o, più recentemente, si lascia l'arco sempre connesso con un circuito ausiliario che lo mantiene in oscillazione con debole consumo di energia durante le pause e non perturba l'emissione principale durante i segni. In questo caso, che permette di migliorare molto il rendimento medio, grazie al consumo ridotto di energia durante le pause, la manipolazione si fa addirittura attaccando e staccando l'antenna, ovvero inserendo ed escludendo in essa una forte impedenza.

Negli archi di grande potenza si possono raggiungere rendimenti prossimi al 50 %, nei piccoli è difficile avvicinarsi al 40 %.

6. *Confronto fra alternatore ed arco.* — L'alternatore, con o senza moltiplicatori di frequenza, e l'arco sono i due generatori finora impiegati nei grandi impianti.

I vantaggi e gli inconvenienti principali dei due sistemi possono essere così riassunti: l'alternatore dà un miglior rendimento, il che è soprattutto apprezzabile per le stazioni a traffico continuo, dove la questione economica assume grande importanza e dove non sono necessarie molte manovre di avviamento; esso emette inoltre onde di maggior purezza e permette con ciò una buona sintonia, eliminando i disturbi anche fra trasmissioni su onde assai prossime.

Per citare un esempio diremo che le due metà dell'aereo di St. Assise (Francia), suscettibili di essere adoperate separatamente, possono funzionare in duplex senza disturbarsi non appena le onde impiegate differiscono del 7 ÷ 8 %. Per contro l'alternatore è una macchina costosa, complicata e che richiede personale specializzato; oltre a ciò presenta il grave inconveniente (a parte il caso dei moltiplicatori a più rapporti), di non prestarsi che all'emissione di una sola onda, quella per la quale è costruito e regolato.

L'arco ha una emissione meno pura di quella dell'alternatore; anche quando la sua regolazione è buona l'onda emessa non è rigorosamente sinusoidale e nel caso più comune dell'accoppiamento diretto le armoniche, sia pure attenuate, partecipano all'irradiazione.

Quanto alla presenza dell'onda di riposo, essa ingombra la zona in aggiunta all'onda di lavoro, ma questo ingombro non è sempre necessariamente maggiore di quello prodotto dalla manipolazione sulla sola onda di lavoro, senza emissione durante le pause. Infatti questo ultimo sistema, nel caso di onde molto lunghe e di manipolazione molto rapida, dà luogo per ogni segno a una fase di incremento e ad una di decremento che estendono il disturbo, intorno alla lunghezza d'onda normale, per una zona che può essere più ampia di quella occupata col sistema della doppia onda.

Ma i vantaggi principali dell'arco sono: semplicità e basso prezzo di costruzione, grande sicurezza di funzionamento, facilità di condotta, grande robustezza e attitudine ad emettere qualunque lunghezza di onda per un intervallo molto esteso.

Le varie caratteristiche dei due generatori ne indicano le opportunità di impiego nelle differenti circostanze. Così l'alternatore va oggi rapidamente diffondendosi nelle grandi stazioni a traffico rilevante con corrispondenti fissi appoggiate a potenti organismi finanziari ed industriali. Tali sono per esempio i grandi centri di Rocky-Point (Long Island - New York) che ha dieci alternatori Alexanderson e quello di St. Assise (Parigi) che ne ha otto (due da 500 kW, due da 250 kW e quattro da 25 kW) del tipo Latour-Bethenod. Alternatori Alexanderson sono installati, in progetto o in via di montaggio in altre stazioni americane ed in alcune della Svezia e della Polonia per opera della Radio Corporation: mentre, per conto della Compagnie Générale de T. S. F., gli alternatori Latour lo sono a Lyon, Bordeaux, Paris (Torre Eiffel), Praga, Belgrado, Sofia, Beirut, Saigon, ecc. Un alternatore Latour da 250 kW destinato per ora a servire come impianto di riserva trovasi nella nuova stazione di Coltano.

Gli alternatori con duplicatori o moltiplicatori di frequenza si trovano nelle stazioni Telefunken e cioè oltre che nel centro di Nauen, anche nelle grandi stazioni coloniali e metropolitane dell'Olanda, nella stazione di Monte Grande (Rep. Argentina) e, si dice, in una stazione destinata all'Italia in conto riparazioni.

Gli archi hanno avuto larga diffusione durante la guerra e nel periodo immediatamente susseguente; oggi essi sono ancora preferiti da molte nazioni per gli impianti coloniali, per quelli a traffico non continuo e che debbono impiegare varie lunghezze d'onda e per le località che non dispongono di importanti organismi industriali elettromeccanici; ma in vari paesi ne troviamo anche nelle grandi stazioni transcontinentali. Per citare solo i più importanti ricorderemo i nostri di Roma San Paolo (200 kW) e Coltano nuova (350 kW), quelli francesi di Croix-d'Hins Bardeaux (500 kW), Lione (350 kW), Nantes (200 kW) e Torre Eiffel (100 kW), gli inglesi di Leafeld (250 kW), New Castle (100 kW), Horsea-Island (100 kW), e quelli di parecchie stazioni americane.

Nelle colonie ne troviamo in tutto il mondo, per es., a Massaua, Mogadiscio, Cavite, Pearl-Harbour, Stockton, Sacramento, ecc. ecc.

7. Generatori a triodi. — Importantissimo tra i generatori asincroni di onde persistenti è il triodo. Ideato dal Fleming come valvola elettronica, completato dal de Forest con l'aggiunta del terzo elettrodo, esso ha in breve volger di anni ricevuto sì numerose e svariate applicazioni che un autore americano, in forma forse un po' troppo entusiastica, ha scritto che la storia della scienza sarà divisa in due epoche: la pre-triòdo e la post-triòdo.

Non ne intraprenderemo una descrizione dettagliata. Sostanzialmente esso consta di tre elementi; uno, il filamento, capace di emettere elettroni in dipendenza della temperatura a cui è portato e del materiale di cui è costituito; un secondo, la placca o anodo, atto ad attirare e raccogliere gli elettroni stessi dipendentemente dal valore del suo potenziale, ed un terzo infine, la griglia o elettrodo di controllo, destinato a regolare, col suo potenziale, l'afflusso di elettroni dal primo al secondo. Il suo funzionamento come generatore potrebbe spiegarsi, analogamente a come facemmo per l'arco, considerando la resistenza differenziale negativa, costituita dallo spazio anodo filamento, che vien posta in questo caso in derivazione anziché in serie rispetto al circuito oscillante a causa dei suoi valori sempre molto elevati. Ma è forse più interessante considerare il triodo nella sua funzione di rifornitore di energia.

Immaginiamo realizzato lo schema della fig. 13 che è tra i più semplici. Supponiamo il filamento incandescente e l'anodo portato, rispetto ad esso, ad un elevato potenziale per mezzo dell'apposita sorgente di corrente continua. Alla chiusura dell'interruttore rappresentato in figura si manifesterà nel circuito oscillante inserito in quello anodico una oscillazione, che il triodo, dapprima amplifica e poi mantiene a regime.

A tal fine occorre e basta che l'accoppiamento fra le induttanze

L ed L' sia negativo (cioè tale che tensione di griglia e tensione anodica riferite sempre al potenziale del filamento varino in opposizione di fase) e che il coefficiente di induzione mutua fra le due superi un valore critico, dipendente dalle caratteristiche del triodo e dei circuiti esterni. Si ha infatti allora che le variazioni di tensione di griglia prodotte dall'oscillazione principale (attraverso l'accoppiamento fra L ed L') hanno ampiezza e fase convenienti per provocare variazioni di corrente anodica adatte ad alimentare e a mantenere l'oscillazione stessa.

Se si vuol ricorrere ad una analogia meccanica possiamo dire che il funzionamento della griglia ricorda quello del cassetto di distribuzione nelle macchine a vapore; l'eccentrico è, nel caso da noi considerato, costituito dall'accoppiamento induttivo fra circuito oscillante e circuito di griglia, ma è evidente che a questo accoppiamento se ne può immaginare sostituito uno capacitivo od anche uno misto, purché rappresentino un opportuno asservimento del potenziale di griglia alle variazioni della corrente oscillatoria nel circuito di utilizzazione.

L'energia di alimentazione è fornita dalla sorgente di corrente continua e anche qui, come nel caso dell'arco, i morsetti M ed N (fig. 13) sono ad un tempo morsetti di entrata nel convertitore della potenza di corrente continua di alimentazione e morsetti di uscita dal convertitore della potenza di corrente oscillatoria di erogazione, che va a mantenere in oscillazione il circuito LC . Il circuito di alimentazione MBN e quello di utilizzazione LC (fig. 14) possono essere più chiaramente separati con uno schema ad es. del tipo in figura e con l'ausilio di condensatori e induttanze di arresto (C_1 , L_1).

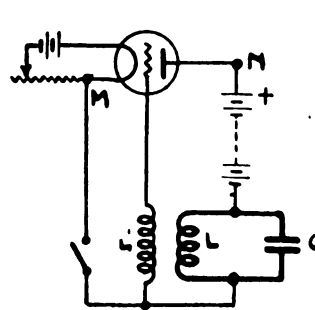


Fig. 13.

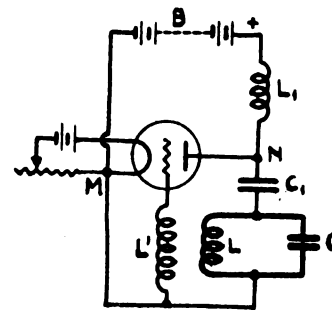


Fig. 14.

Particolare importanza riguardo al funzionamento ha la regolazione della tensione media di griglia, la quale negli schemi in fig. 13 e 14 sarebbe nulla, perché la griglia è collegata direttamente col filamento. In realtà il modo di variare della corrente anodica in funzione della tensione di griglia per una data tensione anodica è rappresentato da una caratteristica che ha il ben noto andamento della fig. 15.

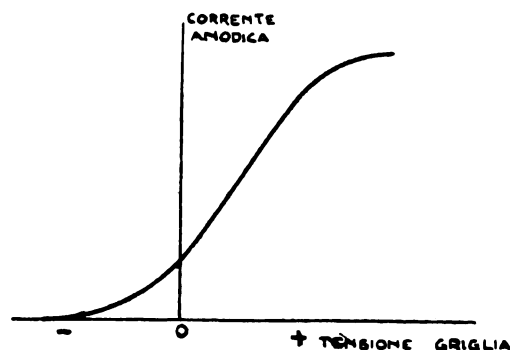


Fig. 15.

Spostando il potenziale medio di griglia verso sinistra, cioè verso i valori negativi si può avere, durante ogni ciclo delle oscillazioni, un lungo intervallo in cui la corrente anodica è nulla e un breve intervallo in cui essa dà un vero impulso al circuito oscillante. Con questo artificio è possibile raggiungere rendimenti di conversione superiori al 70%. Naturalmente essi non corrispondono alla massima potenza sviluppata, che si avrebbe, come per altri generatori, con un rendimento non superiore al 50%, ma questa seconda condizione di funzionamento è da escludersi non solo per il basso rendimento, ma sopra tutto per la impossibilità in cui si troverebbe il triodo di smaltire tutto il calore corrispondente alle perdite. È infatti quasi superfluo ricordare che, anche per i triodi, il limite della potenza, che essi sono capaci di convertire, è vincolato ai limiti di temperatura che non conviene superare nelle varie parti dell'apparecchio. Il valor medio negativo della tensione di griglia si dà o mediante apposite

batterie, ovvero approfittando della debole corrente elettronica che anche la griglia raccoglie durante le oscillazioni ed inserendo quindi nel circuito di griglia una elevata resistenza in cui quella corrente debba provocare la caduta di tensione desiderata.

Nelle applicazioni radiotelegrafiche, per impianti di piccola potenza, la capacità del circuito oscillatorio è in generale costituita da quella dell'antenna rispetto alla terra; per potenze maggiori si preferisce invece talvolta ricorrere all'accoppiamento induttivo fra un circuito primario chiuso e il radiatore. La manipolazione non presenta speciali difficoltà; nei piccoli impianti può esser fatta senza inconvenienti agendo direttamente sul circuito di placca, nelle stazioni più potenti si ricorre anche ad altri artifici, informati al concetto di turbare il collegamento fra circuito oscillante e di griglia.

In confronto con l'alternatore e con l'arco, il triodo presenta il solo inconveniente di non prestarsi ancora bene per i grandi impianti.

Sebbene già da alcuni anni compaiano di tempo in tempo notizie relative a triodi di grande potenza, non si può dire finora che essi siano decisamente entrati nella pratica. D'altro canto l'uso di molti triodi in parallelo presenta difficoltà tanto maggiori quanto maggiore è il loro numero, a cagione delle inevitabili differenze fra le caratteristiche. Nè sono del tutto eliminate le preoccupazioni riguardo alla durata media dei triodi e alle conseguenti spese di ricambio.

In alcuni tipi recenti l'anodo costituisce una parte molto estesa dell'involucro e può essere energicamente refrigerato dall'esterno e la camera interna è in permanenza concessa con la pompa a vuoto. Con poche unità di questo tipo si potrebbero già costituire stazioni di potenze dell'ordine del centinaio di kW e, sebbene ciò sia ancora lontano dai 1000 kW realizzati con alternatori in parallelo o con archi, non è azzardato prevedere che questo intervallo potrà essere prossimamente colmato. Oggi i triodi, anche per il fatto che permettono l'emissione di onde corte e cortissime, dominano già incontrastati nel campo delle medie e piccole potenze ed in quello della radiotelegrafia e si annuncia che l'Inghilterra, a cui il vasto impero coloniale permette di costituire in tutto il mondo stazioni a distanze relativamente piccole, avrebbe intrapreso la costruzione della Catena radiotelegrafica Imperiale Britannica, secondo un piano comprendente una ventina di stazioni a triodi, situate a distanze massime di circa 3000 km l'una dall'altra.

8. *Manipolazione automatica.* — Parlando dei vari generatori abbiamo brevemente accennato al tipo di manipolazione impiegato per ciascuno di essi. Negli impianti di media e grande potenza essa non è mai diretta, ma è invece fatta a mezzo di relais. Nelle stazioni a grande traffico essa è inoltre automatica per permettere velocità di trasmissione anche cinque o sei volte più grandi di quelle raggiungibili da un ottimo operatore. Ciò è ottenuto in generale a mezzo di un manipolatore automatico azionato da una striscia di carta, preventivamente perforata in modo adatto a produrre con ritmo esatto e regolare la successione di punti, linee, intervalli e pause che costituiscono una trasmissione Morse. La velocità della trasmissione è determinata da quella impressa alla striscia. La perforazione si fa mediante macchine apposite, alcune delle quali sono del tutto simili nell'aspetto esterno alle macchine da scrivere.

Naturalmente le difficoltà meccaniche e costruttive da superare nei successivi organi di manipolazione crescono con la velocità di trasmissione che si vuole raggiungere e alcuni ingegnosi tipi di relais sono stati all'uopo sviluppati negli ultimi anni, utilizzando in varia forma azioni elettromagnetiche, elettrostatiche, elettrodinamiche, ecc., ecc.

Con l'impiego delle trasmissioni rapide e con l'uso di onde lunghe assumono grande importanza i periodi iniziale e finale di ogni segno tanto che anche per una trasmissione a onde persistenti si può parlare di un decremento medio, in quanto essa, per effetto della manipolazione, tende inevitabilmente, come si è già accennato, a creare disturbi sulle onde prossime a quella di servizio.

9. *Radiazione dell'energia.* — Generata l'energia oscillatoria nella stazione trasmittente occorre trasportarla a quella ricevente. Come è noto, questo trasporto non avviene davvero con alto rendimento: di fronte ai molti kW che si hanno alla partenza stanno i μ W e le loro frazioni all'arrivo. Tali piccole potenze bastano del resto a permettere la ricezione ed in particolare, secondo le decisioni del Comitato di Parigi del '21, si definisce come portata sicura di una stazione la distanza alla quale, in condizioni atmosferiche medie, il campo elettrico da essa prodotto è di 50 μ V per metro. Poichè la trasmissione di energia avviene, non per influenza diretta fra circuiti, ma sotto forma di vere onde propagantisi alla superficie della terra, è necessario servirsi in partenza (e in arrivo) di circuiti oscillatori che abbiano attitudine a irradiare (e quindi anche a captare) energia elettromagnetica ondulatoria. A questo fine serve l'antenna, che ab-

biamo già considerato come derivata dal dipolo hertziano, quando si faccia coincidere (per le antenne terrestri e navali ordinarie) il piano equatoriale del dipolo con la superficie della terra, la cui presenza sostituisce, per tutto ciò che avviene al di sopra di essa, la metà inferiore del dipolo.

Dalla forma primitiva di un semplice filo verticale si passò ben presto ad altre più complesse; le quali si possono in generale schematizzare, più o meno approssimativamente, in un conduttore verticale, che collega la terra con un altro sistema di conduttori, formanti capacità rispetto ad essa. L'organo generatore di oscillazioni è inserito in prossimità del ventre di corrente, ossia in prossimità della connessione a terra.

Lo studio dell'effetto esercitato a distanza da un'antenna, e in genere della sua radiazione, può farsi teoricamente considerando ogni elemento di essa, ma nel suo insieme lo si fa assimilandola di nuovo a un mezzo dipolo (fig. 16) definito esclusivamente dalla sua al-

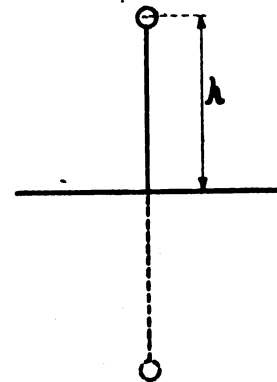


Fig. 16.

tezza h . La condizione di equivalenza fra antenna e mezzo dipolo consiste in ciò che essi debbono dar luogo alla stessa radiazione, quando il secondo sia percorso per tutta la sua lunghezza da una corrente oscillatoria di ampiezza e frequenza eguali a quelle della corrente che si ha alla base dell'antenna. L'altezza del mezzo dipolo equivalente così definito si chiama altezza efficace dell'antenna data ed è sempre un'aliquota (0,5 ÷ 0,7 circa) dell'altezza geometrica di essa.

Definita l'altezza efficace h si ha dalla teoria del dipolo l'espressione della potenza irradiata dall'antenna

$$P_i = \frac{(4\pi)^2}{3} \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \left(\frac{h}{\lambda} \right)^2 I^2$$

ove μ ed ϵ sono la permeabilità magnetica e quella elettrica del mezzo, λ la lunghezza d'onda, I la intensità efficace alla base dell'antenna. Misurando la potenza in watt e la intensità in ampère, si ha

$$P_i = (4\pi)^2 \cdot 10 \cdot \left(\frac{h}{\lambda} \right)^2 I^2 = R_i I^2$$

in cui la grandezza

$$R_i = (4\pi)^2 10 \left(\frac{h}{\lambda} \right)^2 \sim 1600 \left(\frac{h}{\lambda} \right)^2$$

risulta misurata in ohm e chiamasi resistenza di radiazione.

Ponendo tutta la potenza comunicata all'antenna sotto la forma

$$P = R I^2$$

ove R può chiamarsi resistenza totale, si può definire il rendimento di radiazione

$$\eta_i = \frac{P_i}{P} = \frac{R_i}{R}$$

La potenza $P - P_i$ rappresenta quella che deve esser considerata come perduta agli effetti della radiazione, perchè consumata sul posto sotto forme assai varie. Tuttavia, fra le molte cause di perdite, prevalgono d'ordinario assai largamente quelle dovute alla presa di terra. Se quest'ultima fosse un conduttore perfetto la sua funzione di specchio si effettuerebbe senza assorbimento di energia; ma la realtà è assai lontana da queste condizioni. Poichè la resistenza di radiazione R_i cresce col quadrato della frequenza, è possibile con onde molto corte e antenne semplici ottenere rendimenti η_i relativamente favorevoli. Ma nel caso delle grandi stazioni a onde lunghe il rapporto $\frac{h}{\lambda}$ e quindi anche la R_i hanno valori assai piccoli, epperò, a malgrado delle grandi cure dedicate alla riduzione della resistenza di terra, assai

difficilmente si raggiungono, nelle stazioni finora in esercizio, rendimenti di radiazione superiori al 10 ÷ 15 %.

10. *Tipi di antenne.* — Come si è detto, l'antenna generalmente in uso è quella mista con capacità terminale superiore, collegata, mediante un tratto pressoché verticale, alla induttanza, al generatore ed alla terra. Per poter adoperare correnti di notevole intensità e per avere valori relativamente elevati della capacità, l'antenna è quasi sempre del tipo multiplo, vale a dire costituita da fasci di fili. Nei piccoli impianti essa è di assai facile realizzazione e si presenta sotto le forme più svariate; in questi casi si cerca in generale di approfittare della natura del luogo in cui essa è installata, perché le considerazioni di economia e, spesso, di ingombro e di facilità di installazione sono quelle che più interessano.

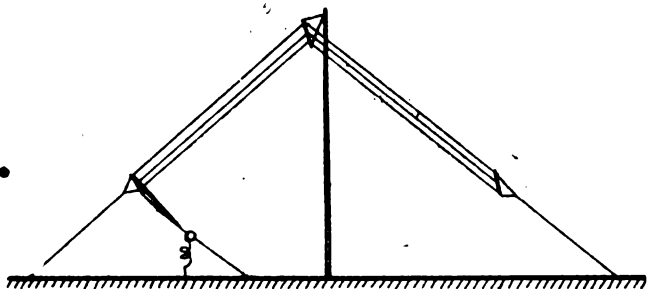


Fig. 17.

Per impianti di medie potenze l'antenna comincia a presentarsi già sotto aspetti più determinati. Se si dispone di un solo sostegno si può adottare il tipo semi-verticale semplice o doppio (fig. 17) od anche il tipo a ventaglio (fig. 18). Un esempio classico di tal genere di antenna è quello della Torre Eiffel la cui altezza straordinaria ha

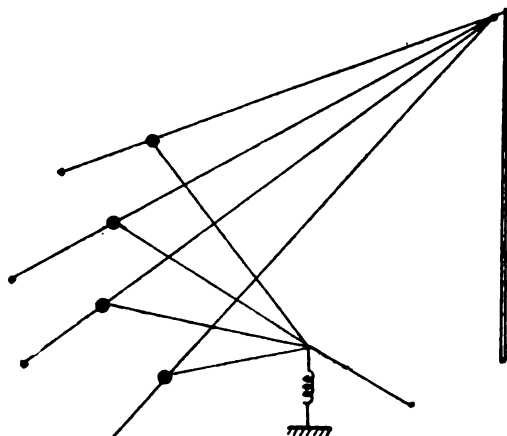


Fig. 18.

permesso di ottenere un aereo capace di mettere in giuoco potenze assai considerevoli.

Una più completa utilizzazione del sostegno unico si ottiene coi tipi ad ombrello (fig. 19), qualche volta adottati anche per stazioni di

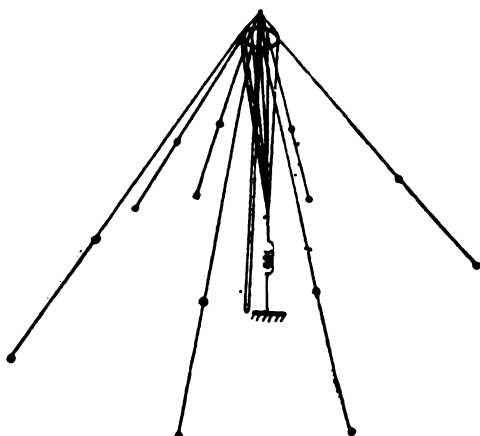


Fig. 19.

grande potenza (Eilvese). In questo caso la radiazione dei tratti discendenti si oppone in parte a quella del tratto ascendente ciò che in definitiva conduce ad una diminuzione dell'altezza efficace; d'altra

parte questo tipo permette di ottenere facilmente ed economicamente importanti capacità terminali.

Quando si dispone di due sostegni, il che accade per esempio nella maggior parte delle navi, si impiegano antenne a T, a L o trapezoidali (fig. 20). In generale in questi casi, per poter sistemare un

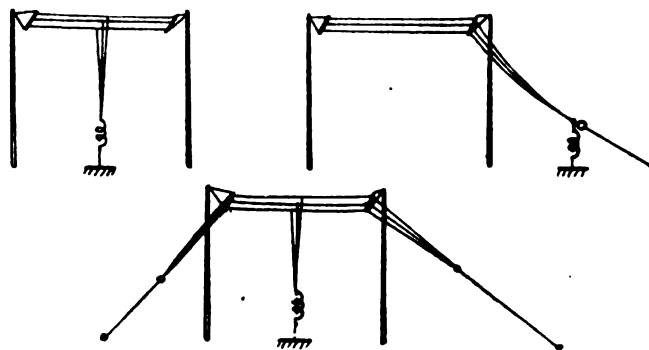


Fig. 20.

numero maggiore di fili senza ch'essi siano troppo vicini gli uni agli altri e per tenersi lontani quanto possibile dai sostegni si ricorre alle antenne tubolari (fig. 21).

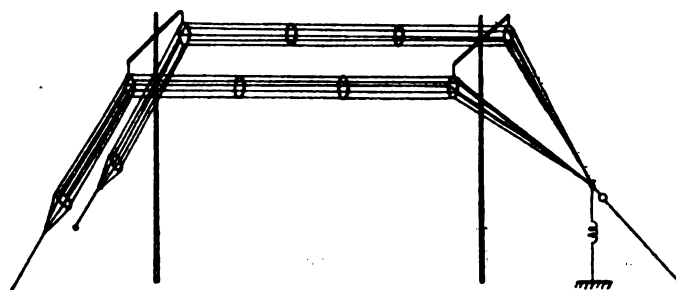


Fig. 21.

Per le stazioni di grande potenza i tipi sono ancora meno numerosi. A prescindere dal limitato numero di aerei a ventaglio o ad ombrello essi si riducono a tre: l'antenna a gomito, quella a T e quella a grande superficie terminale. La prima (fig. 22) fu preconizzata dal

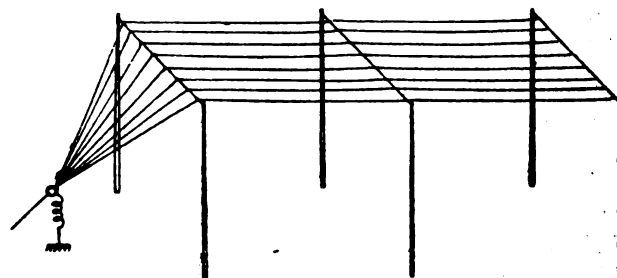


Fig. 22.

Marconi, che ne riconobbe anche le proprietà direttive, le quali sono assai sensibili alle piccole distanze e soprattutto con onde relativamente prossime a quella naturale dell'antenna. Ma a grandi distanze esse si attenuano per cui oggi si preferiscono da parecchi costruttori le antenne a grande superficie terminale. Un sistema semplice per realizzarle è quello di disporre tre supporti ai vertici di un triangolo equilatero. Quando criteri di economia, di conformazione del terreno e di rapidità di costruzione hanno prevalso è appunto a questa soluzione che si è ricorso (p. es., Roma S. Paolo); se si pensa però che l'aggiunta di un quarto sostegno permette di accrescere di molto la superficie terminale si capisce come appena ciò sia possibile si preferisca il tipo quadrato (Coltano nuova). Per le stazioni di grandissima potenza i lati del quadrato dovrebbero però assumere dimensioni tali che obbligherebbero a costruire sostegni eccessivamente robusti ed alti e darebbero luogo a frecce eccessive delle campate; si preferisce allora aggiungere l'uno di seguito all'altro diversi quadrati, soluzione facilitata dal fatto che l'aggiunta di due, quattro, ecc., sostegni, permette di duplicare, triplicare, ecc., la superficie. Si viene in questo modo a ricostituire una antenna a gomito, ma non più con lo scopo precipuo della dirigibilità. Dall'insieme di due antenne a gomito fra loro opposte si passa poi all'antenna a T o anche, appoggiandosi a un sistema di uno o più piloni centrali molto alti e di parecchi piloni periferici più bassi, si torna a tipi che ricordano la forma a ombrello. Ad ogni modo, con l'uno o con l'altro dei tipi accennati.

si tende oggi: nei grandi centri r. t. a frazionare l'antenna in più parti o settori che vengono adoperati separatamente o variamente raggruppati a seconda delle esigenze del servizio e delle condizioni atmosferiche. Una soluzione tipica è quella di una raggiera di antenne a gomito convergenti con le loro discese verso la stazione generatrice (Long Island).

Le antenne sono sostenute da alberi o da piloni a traliccio; si adoperano i primi fino ad altezze dell'ordine dei 50 m, si ricorre a soluzioni miste fin verso i 100, si impiegano esclusivamente i secondi per altezze superiori. I piloni possono essere del tipo rigido, incastrato nel suolo e senza controventi, genere Torre Eiffel, oppure semplicemente appoggiati e mantenuti verticali da controventi in acciaio. Quelli del primo tipo sono più convenienti nei riguardi delle perdite di energia elettromagnetica, in essi assai più piccole per l'assenza dei controventi, e richiedono minori e più facili cure per la manutenzione. I secondi sono per contro molto più leggeri ed economici. Di questi si ha qualche esempio caratteristico in legno (Roma San Paolo, 218 m., ora in corso di ricostruzione), in generale sono però costruiti in ferro. La scelta del tipo con o senza controventi è una questione essenzialmente economica; finora sono in Europa più numerosi i piloni controventati, laddove in America si hanno numerosi esempi di sostegni a torre.

11. *Perdite nelle antenne — Prese di terra.* — Le perdite che si verificano nelle antenne e che tendono a ridurre il rendimento di radiazione sono rappresentate principalmente dalle seguenti categorie:

- 1) Perdite per effetto joule nei conduttori di antenna;
- 3) Perdite nei conduttori situati in prossimità;
- 2) Perdite per dispersione e per effluvi;
- 4) Perdite nei cattivi conduttori e nei dielettrici situati in prossimità;
- 5) Perdite nella presa di terra.

Quest'ultima categoria è d'ordinario di importanza preponderante, ma anche le altre conviene siano ridotte quanto più è possibile. Così, per attenuare le perdite per effetto joule, si ricorre all'impiego di un numero abbastanza elevato di conduttori costituiti completamente o almeno esternamente da rame di elevata conducibilità. Le perdite nei conduttori situati in prossimità dell'antenna sono dovute alle correnti in essi indotte dalle variazioni del campo elettromagnetico; per diminuirle si ha cura di sistemare questi conduttori il più lontano possibile e di frazionarli convenientemente mediante isolatori. In taluni impianti i piloni sono isolati da terra e in qualche caso anche elettricamente divisi in due parti. Le perdite nei cattivi conduttori e nei dielettrici si attenuano cercando di eliminare completamente i primi dal campo elettromagnetico dell'antenna e studiando, riguardo ai secondi, le forme ed i tipi più razionali degli isolatori di sospensione dell'antenna, di frazionamento dei controventi, ecc.

Le perdite per effluvi sono quelle che, insieme colla limitata rigidità dielettrica degli isolatori, praticamente limitano la potenza impiegabile. La tensione cui è portata l'estremità dell'antenna è all'incirca data da $V = \frac{I}{\omega C}$, essa cresce quindi in proporzione della lunghezza di onda impiegata e della radice quadrata della potenza messa in giuoco e si capisce dunque come assuma valori molto elevati nei grandi impianti. Gli effluvi si producono innanzi tutto in corrispondenza degli attacchi ai piloni; occorre quindi che l'antenna sia molto bene isolata dai supporti; siccome poi gli isolatori debbono anche resistere a forti sollecitazioni meccaniche, si è ricorso dapprima a catene di isolatori del genere di quelle usate nelle linee a sospensione. Sono ben noti gli inconvenienti di tale sistema dovuti al fatto che le sollecitazioni elettriche non risultano ben ripartite, così che i singoli elementi della catena sono cementati in misura molto diversa l'uno dall'altro. Si è venuti perciò oggi all'adozione di isolatori in un sol pezzo costituiti da cilindri di ottima porcellana, di lunghezze anche superiori al metro, capaci di resistere a sforzi di trazione dell'ordine di 100 e più kg per cm² e che vengono muniti ai due estremi di schermi metallici che migliorano notevolmente la ripartizione del potenziale e funzionano anche da scaricatori per le sovratensioni. Sono oggi in uso isolatori di tal tipo, provati individualmente a uno sforzo meccanico di 5000 kg e ad una tensione efficace di 250 000 V.

L'umidità e la polvere che si depositano sugli isolatori possono dar luogo, sotto l'azione del campo alternativo, a nuove perdite di energia e, quel che più conta, a locali brusche variazioni di temperatura capaci di determinare la rottura dell'isolatore. È perciò di molta importanza che questo presenti una superficie perfettamente liscia e non porosa.

Quanto alle perdite più importanti, che sono quelle nel terreno, esse derivano dalle sue qualità di cattivo conduttore, per effetto delle quali vi si verificano ad un tempo perdite per conduzione e per polarizzazione elettrica. Il primo provvedimento che si presenta per mi-

gliorare le conduttibilità del suolo è quello che consiste nel metallizzarlo in parte, affondando in esso buon numero di conduttori nella zona sottostante all'antenna. I risultati che si ottengono sono considerevoli, ma non sempre i migliori possibili.

Due sistemi in modo speciale danno maggior soddisfazione e sono quelli del contrappeso e delle prese di terra multiple. Col primo si sostituisce al suolo, al disotto dell'antenna, una superficie metallica e quindi assai conduttrice, sistemata ad alcuni metri da terra. In realtà la superficie è soltanto ideale, in quanto in sua vece si pone un reticolato di fili; tuttavia l'esperienza ha mostrato che allorché la distanza fra i fili è almeno dello stesso ordine della distanza dei fili da terra, l'effetto di schermo è pressoché completo. Con questo procedimento è chiaro che si diminuisce un poco l'altezza di radiazione; inoltre si viene a costituire un condensatore contrappeso terra nel quale si hanno inevitabilmente delle perdite. Affinché esse siano le più piccole possibili occorre che il contrappeso sia isolato con la massima cura dal suolo.

L'efficacia di questo dispositivo e le dimensioni da dare al contrappeso dipendono dalla natura del terreno. In generale, non si ottengono vantaggi sensibili estendendolo molto al di là della proiezione dell'antenna. In qualche caso si è adottato un sistema misto, limitando il contrappeso alla zona in immediata vicinanza della discesa di antenna, laddove la densità di corrente è maggiore, e mettendo poi bene a terra gli orli di questo contrappeso parziale. Questo sistema è specialmente vantaggioso quando il terreno è cattivo in vicinanza della stazione ed è invece buono nella zona un po' meno vicina, ma ancora situata sotto l'antenna.

Il sistema delle prese di terra multiple viene a sua volta realizzato in due modi principali. Il primo corrisponde al concetto di evitare alle correnti di conduzione un lungo percorso attraverso il terreno istradandole dalla centrale alle singole prese di terra mediante appositi conduttori isolati (fig. 23). Per evitare che le prese

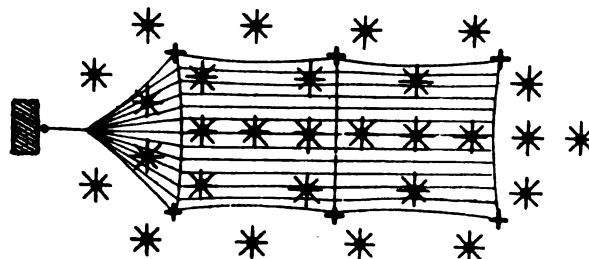


Fig. 23.

prossime alla stazione assorbano la maggior parte della corrente, togliendo efficacia a quelle più lontane, si inserisce in serie con le prime una conveniente impedenza. Questa impedenza può anche essere comune e costituita da una bobina sistemata nella centrale ed alla quale i vari conduttori di terra sono collegati in punti differenti. Questo sistema ha dato ottimi risultati, sebbene esso presenti l'inconveniente di innalzare sensibilmente la tensione alla base dell'antenna. A ciò si può ovviare sostituendo alle semplici reattanze di autoinduzione opportune combinazioni di induttanze e capacità.

L'altro metodo per realizzare prese di terra multiple è quello applicato dall'Alexanderson in alcune stazioni americane, ed è pure il più indicato per le antenne del tipo a gomito, a grande sviluppo orizzontale (fig. 24). Esso consiste nell'aumentare il numero di di-

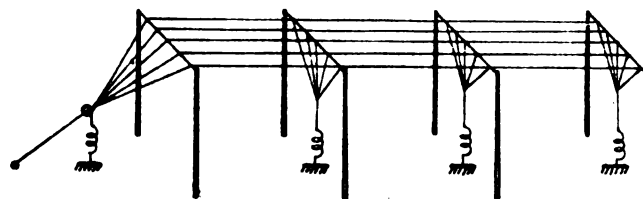


Fig. 24.

scese dell'antenna connettendole ciascuna ad una presa di terra separata. Questo sistema corrisponde a far lavorare più antenne in parallelo e si comprende come la resistenza totale di terra diminuisca in proporzione al numero delle prese. Perché le correnti siano esattamente sintonizzate; ciò importa una certa complicazione, che avrebbe tuttavia grande importanza solo nel caso in cui la lunghezza dell'onda emessa dovesse frequentemente essere variata. Con l'aiuto degli accennati moderni artifici l'ordine di grandezza delle resistenze di terra delle grandi stazioni si può oggi ridurre a 0,5 ÷ 1 ohm.

È interessante conoscere, per una data antenna, il modo di variare delle perdite in funzione della lunghezza d'onda; la determi-

nazione teorica di queste variazioni è difficile, specialmente considerando che le nozioni che si posseggono sul comportamento dei corpi cattivi conduttori nei campi ad alta frequenza sono ancora incomplete; si preferisce perciò ricorrere all'esperienza continuando a considerare le varie cause di perdita dal punto di vista energetico ed identificandole con resistenze. La curva che rappresenta la resistenza totale ha all'incirca l'andamento rappresentato nella fig. 25,

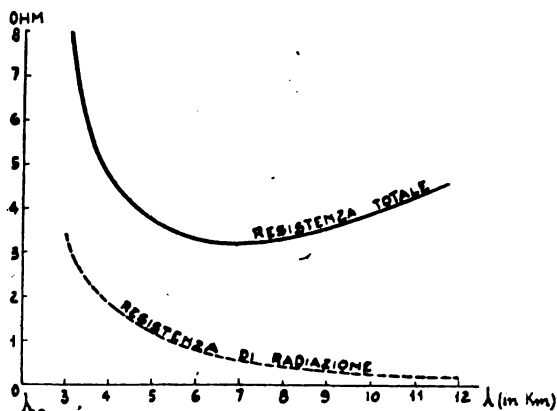


Fig. 25.

dove la linea tratteggiata indica la forma approssimativa della curva della resistenza di radiazione.

Il minimo della resistenza totale si verifica all'incirca per una λ uguale a $2,5 \div 3$ volte la lunghezza d'onda naturale dell'antenna.

12. *Coefficiente di efficacia di un impianto trasmettente.* — Si è dato tal nome al prodotto hI , espresso in metri — ampere, fra l'altezza efficace h e l'intensità efficace I alla base dell'antenna. A questo prodotto sono infatti proporzionali le ampiezze dei due vettori campo elettrico e campo magnetico generati a una certa distanza. Si possono dunque ottenere segnali di uguale intensità in un dato punto con differenti valori dei fattori h ed I , purché il loro prodotto sia lo stesso e la stessa la lunghezza d'onda adoperata. L'influenza di quest'ultima è assai complessa, perché al crescere di essa diminuisce, a pari corrente, la radiazione, ma diminuisce anche l'assorbimento a cui il segnale è soggetto lungo la via, così che si può parlare di una soluzione di compromesso e di una lunghezza d'onda ottima per ciascuna distanza. Tali ragionamenti sono tuttavia in parte empirici, perché la legge dell'assorbimento di energia e della conseguente attenuazione dei segnali in funzione della distanza e della lunghezza d'onda non è nota e non può del resto essere una legge univoca, perché le condizioni atmosferiche modificano continuamente entro ampi limiti le condizioni di propagazione.

Ad ogni modo, scelta una data lunghezza d'onda, il prodotto $h \times I$ caratterizza la efficienza di trasmissione. La scelta dei due valori singoli, quando sia prefissato quello del prodotto, è dettata da criteri quasi esclusivamente economici. Allorché si progetta un impianto, le previsioni che possono farsi sull'intensità del traffico, sul costo dei materiali di costruzione e del loro trasporto, sulle spese di manutenzione e di rinnovamento, su quelle per il personale, sul prezzo dell'energia ecc., ecc. indicano la via più opportuna da seguire. In generale per gli impianti destinati ad un traffico continuo si cerca di ottenere una elevata h ; ma in questa corsa alle grandi altezze si è limitati dall'aumento del costo dei piloni, che è ancora più rapido dell'accrescimento dei benefici ottenibili dall'elevata altezza di radiazione. Anche qui la condizione di ottimo è in una soluzione di compromesso; l'altezza ormai pressoché normale dei sostegni dei grandi impianti europei oscilla fra i 200 ÷ 250 m; in quelli americani si è preferito scegliere valori sensibilmente inferiori.

Per dare un'idea dell'ordine di grandezza del coefficiente di efficacia diremo che alcuni autori ritengono che le comunicazioni fra due stazioni distanti 6000 km, (Parigi-New York) non situate nella zona tropicale, possono essere assicurate, a velocità moderata e con interruzioni giornaliere di qualche ora nella stagione estiva, quando hI è all'incirca 30 000. Con un $hI \sim 75 000$ si ritiene sia possibile un traffico ininterrotto anche d'estate.

Mentre la tecnica dei grandi impianti sembra normalizzarsi secondo le linee che abbiamo tentato di tracciare, meritano sempre maggior considerazione i tentativi che da parte della Marconi's Wireless e di altri sperimentatori si vanno facendo per portare l'uso delle onde corte (per es. dell'ordine di 100 m) all'altezza delle trasmissioni a distanze considerevoli. Di fronte agli inconvenienti del maggiore e più variabile assorbimento e delle più capricciose variazioni di portata in funzione delle condizioni atmosferiche, stanno i vantaggi di una molto più agevole radiazione e soprattutto della pos-

sibilità di irradiazione orientata mediante specchi elettrici od altri artifici. Le prove eseguite recentemente sembrano in parte assai promettenti, ma non si può ancora affermare che esse segnino la fine dei grandi impianti r. t. per le trasmissioni transoceaniche ad onda lunga.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sulle Norme per condotte metalliche ad alta pressione.

Riceviamo:

1. — Nel n. 13 del corrente anno della rivista L'Elettrotecnica sono riportate le « Norme per la costruzione e il collaudo delle condotte metalliche forzate ad alta pressione » proposte dalla Commissione che all'uopo fu nominata dalla Associazione Italiana per gli studi sui materiali da costruzione.

Mi permetto di avanzare alcune osservazioni in merito a quanto si intende prescrivere per ciò che riflette le sollecitazioni prodotte da un colpo di ariete, osservazioni che mirano a una più completa rispondenza fra le norme stesse e i risultati dei più recenti studi teorici e sperimentali.

2. — Quando si tratti di una manovra di chiusura completa, che cioè annulli in un tempo T la velocità di regime dal valore v_0 iniziale, gli studi del Fossa Mancini pubblicati nella Elettrotecnica (n. 6 anno 1921 e n. 11 anno 1922), e le ricerche sperimentali accurate e numerose del Camichel, dell'Eydoux e del Gariel pubblicate nel 1919 nell'importante volume « Étude théorique et expérimentale des coups de bélier » hanno rimesso in onore l'antica semplicissima formula del Michaud, secondo la quale la massima sovrappressione allo sbocco in una tubazione lunga l , indicando con g l'accelerazione di gravità, è data da

$$\xi = \frac{2lv_0}{gT}$$

In questo caso, pertanto, di una manovra di chiusura completa, principalmente ragioni di semplicità indurrebbero a preferire la formula del Michaud all'uso certamente meno semplice degli abachi dell'Allievi, i quali poi sono costruiti per la ipotesi particolare di una chiusura che si effettui con legge lineare.

La formula del Michaud è stata rimessa in onore, come si è detto, dalla indagine critica di un italiano, il Fossa Mancini, il quale si è valso, per il proprio studio, anche degli stessi risultati degli studi dell'Allievi, limitando (appunto anche a norma dei risultati del-

l'Allievi) il campo di applicazione della formula Michaud per $T > \frac{2l}{a}$, essendo a la velocità di propagazione delle perturbazioni, mentre secondo il Michaud la formula avrebbe valso per qualunque valore di T . Chi giustamente consideri che, a parità di pregio intrinseco, si debbano preferire metodi e formule studiati da italiani, potrà riconoscere che la formula che va col nome del Michaud deve in molta parte la sua rinnovata vita all'opera di scienziati italiani.

3. — Ferma restando la preferibilità della formula Michaud per una chiusura completa, si deve bene riconoscere che la formula stessa non potrebbe intendersi valida per il caso di una chiusura parziale, quando pure si ponesse, in luogo di v_0 , la differenza $v_0 - v_1$ fra la velocità di regime iniziale e la velocità di regime terminale e per T si intendesse il tempo necessario per chiusura completa.

Per questo caso il Fossa Mancini mi ha gentilmente indicato quale potrebbe essere, secondo Lui, una estensione della formula Michaud. Ma tale estensione manca per ora di una larga base di verifiche sperimentali. In attesa di tali verifiche, per il caso di chiusura parziale il suggerimento della Commissione dell'uso degli abachi dell'Allievi appare pertanto giustificato.

4. — La Commissione propone che, nel caso di una chiusura parziale o totale effettuantesi in un tempo $T > \frac{2l}{a}$, valutata la sovra-

pressione massima alla sezione di sbocco e fattone il rapporto alla pressione di regime, lo stesso rapporto si debba assumere fra sovrappressione massima e pressione di regime nelle altre sezioni della tubazione. La Commissione viene in sostanza a sostituire questo criterio all'altro, notoriamente più razionale, di una distribuzione lineare del valore massimo locale della sovrappressione dal massimo assoluto allo sbocco a valore nullo all'imbocco.

I due criteri coincidono quando la tubazione sia costituita di una unica livelletta, non coincidono più, ove ciò non sia.

Nell'ipotesi semplice che la tubazione si svolga tutta al disopra della retta che congiunge la sezione di imbocco con quella di sbocco, il criterio della Commissione porta a sovrappressioni minori delle reali, così come, nell'ipotesi che la tubazione si svolga tutta al di sotto della suddetta retta, tale criterio porta a sovrappressioni maggiori delle reali. Esso deve essere quindi sostituito colla regola della variazione lineare della massima sovrappressione dallo sbocco all'imbocco.

Bologna, agosto 1923.

UMBERTO PUPPINI.

* *

Eccitazione in serie o in derivazione dei motori d'automobile.

Riceviamo:

L'importanza che sta assumendo la trazione elettrica libera rende necessaria una decisione sul sistema di eccitazione dei motori per autoveicoli, i quali presentano condizioni di lavoro diverse da quelle delle tramvie specialmente per il minor voltaggio e la minor potenza. Spariscono con ciò gli ostacoli più gravi all'applicazione delle bobine in derivazione e del cambio di velocità, e non è trascurabile il vantaggio dell'uniformità di manovra per i conduttori di autoveicoli a benzina che verranno sostituiti in gran parte da quelli elettrici man mano che miglioreranno le strade, e così quello della facilità di trasformazione delle macchine a benzina, nelle quali il motore cessa di servire molto prima delle altre parti, tanto più riducendo la velocità.

È opinione comune che l'eccitazione in serie sia più conveniente per la trazione perchè autoregolatrice; in fatto quando lo sforzo aumenta il motore rallenta e per effetto della maggior eccitazione la corrente non aumenta in proporzione dello sforzo. I limiti però sono troppo ristretti rispetto al campo di variazione dello sforzo di trazione, ed inoltre peggiorano le condizioni meccaniche perchè diminuendo i giri manca la potenza che il motore potrebbe sviluppare proprio all'istante in cui è più necessaria, mentre aumenta il riscaldamento per la minor ventilazione.

In relazione alla diversa caratteristica o legge di variazione dell'intensità di corrente e della velocità collo sforzo sviluppato, si ha un diverso equipaggiamento dell'autoveicolo. Coll'eccitazione in serie si adottano per lo più due motori, con che si risparmia il differenziale ma si diminuisce il rendimento, oppure un solo motore con due collettori, e un controller per la connessione in serie o in parallelo degli indotti e delle bobine di campo. Coll'eccitazione in derivazione il motore unico è accoppiato ad un cambio meccanico di velocità a due o tre rapporti e senza retromarcia; un reostato sul circuito di eccitazione serve come acceleratore e per adoperare il motore come generatore per la carica dovunque si trovi un motore o una trasmissione. Oltre a questo vantaggio il motore in derivazione ha quello di recupero e della frenatura nelle discese senza alcuna manovra, ed infine la miglior utilizzazione meccanica lavorando sempre al numero di giri per cui è costruito.

Controller e cambio di velocità si equivalgono come spesa d'impianto e di esercizio; per la retromarcia conviene in ambo i casi un commutatore sul circuito indotto.

Per risolvere il dubbio sulla miglior utilizzazione del motore si consideri la medesima carcassa o sezione di ferro colle bobine in serie e con due avvolgimenti indotti ciascuno di sezione metà e due collettori, oppure colle bobine in derivazione, un solo collettore e un cambio a tre velocità nei rapporti 1, 1,75 e 4,15 normali per i motori a benzina. Non si deve superare un dato numero di giri del motore corrispondente a una data velocità di marcia, ad es. 26 km all'ora, e il doppio della corrente normale del motore corrispondente allo sforzo di 20 kg per tonnellata. Il veicolo pesi una tonnellata col carico. Anche in città o nelle strade di pianura si incontra sovente la pendenza del 5 % che aggiunta alle cattive condizioni della pavimentazione in certe stagioni e agli eventuali avviamenti in salita porta lo sforzo massimo di trazione a 100 kg per tonnellata. In discesa al 5 % e con pavimentazione ottima lo sforzo diventa negativo ossia il veicolo trascina il motore e coll'eccitazione derivata si può recuperare il lavoro corrispondente a 35 kg per tonnellata.

sforzo di traz. kg	Eccitazione in serie (1)		in derivazione	
	ampere a 55 volt	km all'ora	ampere	km all'ora
35 disc. 5 %	0 veicolo frenato	26	35 III vel.	26
10 " 2.5 %	0 " "	26	10 " "	26
0 " 1.5 %	0 " "	26	0 " "	26
10.	21 indotti in parall.	26 (34)	15 " "	26
20	30 " " "	26	30 " "	26
30	39 " " "	22.5	45 " "	26
35	44 " " "	21.2	52.5 " "	26
40	47 " " "	20.5	60 " "	26
45	51.5 " " "	19.7	38.5 II vel.	14.9
50	55 " " "	19	43 " "	14.9
55	60 " " "	18.2	47 " "	14.9
60	39 indotti in serie	11.25	51 " "	14.9
70	44 " " "	10.6	60 " "	14.9
80	47 " " "	10.25	29 I vel.	6.3
90	51.5 " " "	9.85	32.5 " "	6.3
100	55 " " "	9.5	36.2 " "	6.3

Se ogni tronco di strada corrispondente allo sforzo della prima colonna fosse percorso complessivamente per un'ora, si avrebbe col

(1) La caratteristica è quella di un motore di tipo normale per tram dividendo per 10 il numero dei volt e quello dei kg. È trascurata la variazione fino al 5 % circa in più o in meno del motore in derivazione rispetto alla velocità, al carico normale.

motore in serie la percorrenza totale di km 302,55 col consumo di 584 ampere-ora e col motore in derivazione km 301,3 e 494,7 584 ampere-ora e col motore in derivazione km 301,1,4 e 494,7 ampere-ora, ossia il 15 % meno d'energia (rispettivamente 106 e 91 watt-ora per ton-km).

Il riscaldamento del motore in serie sarà notevolmente superiore sia per la maggior intensità media che influisce al quadrato, sia per il numero di giri ridotto in proporzione della velocità del veicolo.

Il motore in derivazione risulta perciò più conveniente. Il minore consumo di energia permette di ridurre in proporzione il peso della batteria e complessivamente di circa 1/4 la spesa di esercizio degli autoveicoli ad accumulatori.

L'esempio esposto si avvicina alle condizioni pratiche di lavoro in città tenendo conto dei frequenti arresti che hanno la stessa influenza delle salite o della strada cattiva; con accelerazione 0,3 o 0,30 kg per ton di sforzo, ogni avviamento equivale a 82 metri di salita al 3 %.

Su strade pianeggianti e ottime, il modo di eccitazione è indifferente nei riguardi del consumo d'energia e del riscaldamento.

Estendendosi la pavimentazione con largo-piatti di acciaio su asfalto da me proposta recentemente, i motori in derivazione dei veicoli serviranno ottimamente per altre applicazioni specialmente agricole, mentre il motore in serie non serve che in casi molto rari per il pericolo di assumere una velocità vertiginosa al mancare del carico.

Ing. EMILIO BELLONI.

:: SUNTI E SOMMARI ::

CONDUTTURE.

M. KLEIN — La stanchezza dei cavi d'alta tensione. (E. T. Z., N. 11 del 15 marzo 1923, pag. 233).

Dalle prove di perforazione di cavi eseguite per oltre dieci anni l'A. si è convinto che tutto non può dipendere soltanto dal valor massimo del gradiente. Secondo Simons è invece il minimo cemento che decide, e i dielettrici possono sopportare senza perforarsi cimenti che sorpassano la loro rigidità: una perforazione ha sempre bisogno di elettrodi e non può essere parziale come ammette Russel. Ma nuove esperienze di Fernie non hanno portato alcun risultato decisivo e la questione resta ancora insoluta.

È stata anche proposta una modificazione alla formula logaritmica pel gradiente del potenziale in cavi monofasi, distinguendo i casi in cui $\frac{D}{d}$ è maggiore o minore di 2,72, e pensando che nel primo caso

l'isolante in contatto col conduttore possa sopportare cimenti molto maggiori di quelli corrispondenti alla completa perforazione del materiale.

L'A. non trova conferma di nessuna delle due teorie nei risultati delle proprie esperienze, come mostra la seguente tabella coi gradienti G_{max} e G_{min} di perforazione:

D	11,1	15,2	26,2	17,1	21,2	32,2
d	5,1	9,2	20,2	5,1	9,2	20,2
D/d	2,175	1,655	1,300	3,360	2,305	1,590
G_{max}	20,3	15,8	14,3	18,3	16,1	14,9
G_{min}	9,3	9,6	10,9	5,5	7,0	9,4

Non si hanno inoltre esperienze che provino la teoria avanzata da Schering, secondo la quale il massimo cemento ammissibile dipenderebbe anche dal gradiente del cemento stesso.

L'A. riporta i risultati di altre prove di perforazione da lui eseguite tempo indietro. Una pezzatura di cavo fu divisa in due parti, di cui una fu sottoposta alla tensione normale di prova, e l'altra ad una tensione molto più elevata, per più ore, con interruzioni; di entrambe si fecero poi prove di bruciatura sopra un gran numero di spezzoni. Mentre la media delle 40 prove eseguite sul cavo sottoposto a tensione normale risultò di 92 kV, la media delle 50 prove eseguite sul cavo sottoposto a tensione più alta risultò di 82,8 kV, ossia del 10 % minore. Una parte ancora restante di questo secondo pezzo fu ulteriormente sovraccaricata per più ore e diede poi, dalle prove su 20 spezzoni, una media delle tensioni di perforazione di 79,5 kV, ossia un ulteriore peggioramento del 3,6 %.

Un mese dopo, altri spezzoni ricavati dai due differenti pezzi del cavo non mostrarono più differenze fra loro nella tensione di bruciatura, che anzi risultò poco più alta di quella riscontrata prima nel pezzo provato normalmente.

Ciò farebbe credere che si avesse che fare non con un invecchiamento del cavo, ma con una specie di stanchezza che sparisce dopo un periodo di riposo.

Viene rilevato esplicitamente che l'osservato abbassamento della tensione di perforazione non è da attribuirsi al riscaldamento subito dal cavo nella prova di tensione, essendo esso stato trascurabile e non avendo la temperatura influenza sensibile sulla rigidità dielettrica.

La detta stanchezza non sembra all'A. neppure in relazione colla dipendenza delle perdite dielettriche dalla temperatura.

Se altre esperienze ora in corso confermeranno il fenomeno, si potrà pensare ad una analogia colla elasticità, e si potrà indagare se esiste, similmente al limite di elasticità, un *limite di stanchezza*, consistente in un dato sovraccarico per un determinato tempo.

O. B.

* *

MATERIALI.

H. D. ARNOLD e G. W. ELMEN — La lega «perm»: una lega di notevoli proprietà magnetiche. (Electrician, N. 2353 del 22 giugno 1923, pag. 672).

Nei laboratori della American Telegraph and Telephone Co e della Western Electric Co. fu scoperto alcuni anni fa che certe leghe Ni-Fe dopo opportuno trattamento termico posseggono rimarchevoli proprietà magnetiche. I risultati più sorprendenti si hanno dalla lega con circa 80 % di nichel e 20 % di ferro, lega che è stata chiamata *perm*, a ricordare la sua capacità di ottenere un'altissima permeabilità iniziale. Essa, oltre a presentare grande interesse dal lato scientifico, sta portando un rivolgimento nella industria dei cavi sottomarini e promette pure importanti progressi in altri campi.

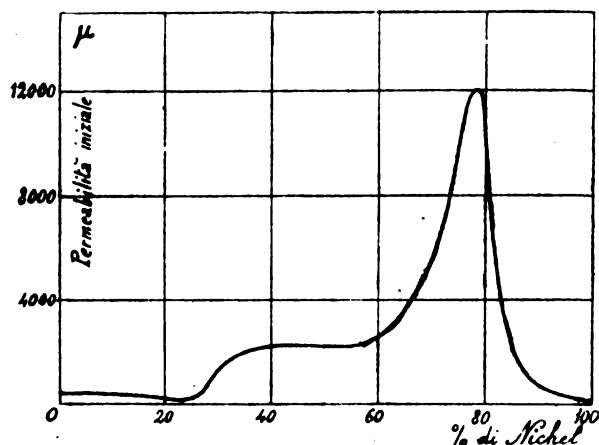


Fig. 1.

Gli AA. hanno studiato questa lega, preparandone campioni con nichel puro del commercio e con ferro *armco* entro crogiuoli di silice, mediante un forno a induzione ad alta frequenza. Un'analisi tipica dei prodotti ottenuti è la seguente:

Ni 78,23	Co 0,37	Cu 0,10	C 0,04	Si 0,03
Fe 21,35	Mn 0,22	S 0,035	P tracce	

Poiché le impurità, e specialmente il carbonio, si sono rivelate nocive alla permeabilità, si è cercato di eliminarle; ma la loro in-

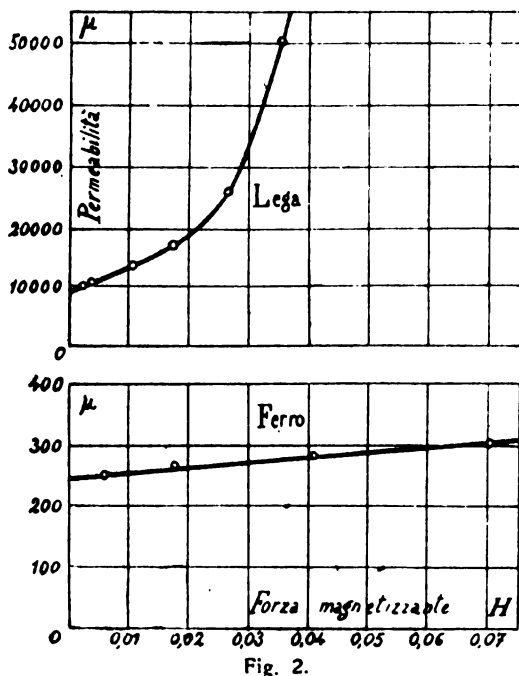


Fig. 2.

fluenza è trascurabile di fronte a quella del trattamento termico che è addirittura decisiva. Le leghe si prestano alla lavorazione meccanica

e sono state ridotte in nastro (mm $3,2 \times 0,15$) adatto pel trattamento termico.

Per stabilire gli effetti dei trattamenti termico e meccanico gli Autori hanno preso in esame la permeabilità, misurandola con uno speciale permeometro in cui il nastro era avvolto ad anello: il valore di μ era dedotto dall'induttanza dell'anello ottenuta con un ponte a c. a. 112 $\sim$ equilibrato a mezzo del telefono, e in certi casi coll'aiuto di amplificatori. Le misure furono spinte fino a campi di 0,010, 0,003 e 0,002 gauss, per ottenere con estrapolazione la permeabilità iniziale; con adatte modificazioni al permeometro possono eseguirsi misure a tutte le temperature fra -180° e 1000° senza bisogno di toccare il campione.

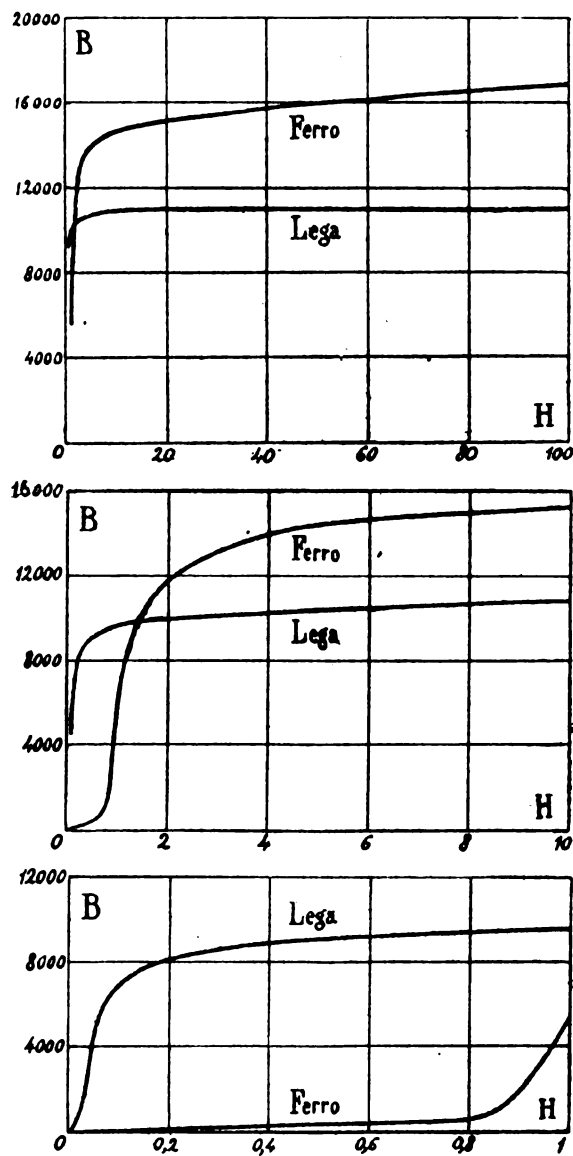


Fig. 3.

Il trattamento termico migliore della lega *perm* consiste nel raffreddamento di un determinato intervallo di temperatura e con una determinata velocità. Però i valori ottimi dell'intervallo e della velocità cambiano colla forma e le dimensioni del campione, dato il diverso procedere della temperatura all'interno e alla superficie. Con nastri sottili si ha abbastanza uniformità e la velocità più conveniente di raffreddamento è allora anche poco diversa da quella che si ha all'aria libera. Naturalmente l'intervallo critico, entro il quale ha grande influenza il valore della velocità di raffreddamento, va da temperature poco superiori al punto di Curie fino a circa 300° , mentre il raffreddamento ulteriore ha poca importanza per le proprietà finali. I campioni anulari degli AA. venivano prima scaldati a 900° per 1 ora, poi lasciati raffreddare lentamente proteggendoli dall'ossidazione; indi scaldati a 600° , tolti rapidamente dal forno e posti sopra una piastra di rame alla temperatura ambiente.

Il trattamento termico migliore varia anche colla composizione della lega, ma gli Autori usarono per tutte le leghe lo stesso trattamento risultato il migliore per la lega *perm*. Soltanto la lega col 70 % di nichel, a causa del massimo che si presenta con tale percentuale nel diagramma di equilibrio del sistema binario Ni-Fe, fu sottoposta a quel riguardo a speciale ricerca; ma non fu trovato alcun trattamento termico tale che impartisse a tale lega una permeabilità iniziale più alta di quella della lega *perm*.

La fig. 1 mostra i valori della permeabilità iniziale nella serie di leghe Ni-Fe, adottando per tutte il trattamento termico trovato come

migliore per la lega perm; non è detto che con trattamenti diversi i valori non risulterebbero un po' cambiati, specialmente a distanza dalla lega perm. Il valore massimo della permeabilità iniziale finora riscontrato è di circa 13 000, ossia più che 30 volte maggiore di quello del miglior ferro dolce. Ed è straordinario che la lega perm raggiunge la saturazione magnetica, che pure è paragonabile a quella del ferro, già nel solo campo terrestre: ciò rende necessarie cautele insolite nell'esame delle proprietà magnetiche di questo materiale.

La fig. 2 mostra i valori della permeabilità iniziale in campioni anulari simili di lega perm e di ferro ricotto (ferro armco).

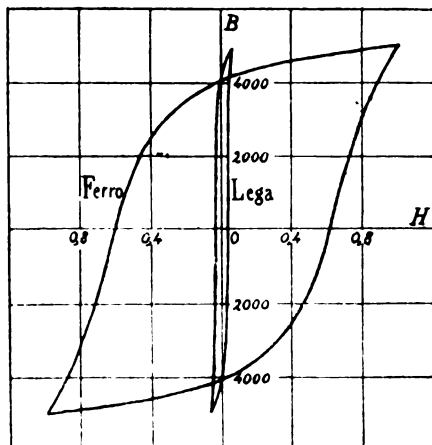


Fig. 4.

La fig. 3 mostra le curve B-H dedotte balisticamente per la lega perm e per il ferro ricotto armco in campioni anulari, mentre la fig. 4 presenta i relativi cicli d'isteresi: quello della lega ha un'area 16 volte minore di quello del ferro.

La magnetizzazione a saturazione della lega perm non è influenzata dal trattamento termico, e il valore trovato, 84, rientra assai bene fra i valori, varianti linearmente colla composizione, della serie di leghe Ni-Fe. La permeabilità massima $\mu = 87\,000$ che si legge nella curva della fig. 5, e che non è neppure la più alta ottenuta, supera di gran lunga i valori ottenibili coll'acciaio al silicio.

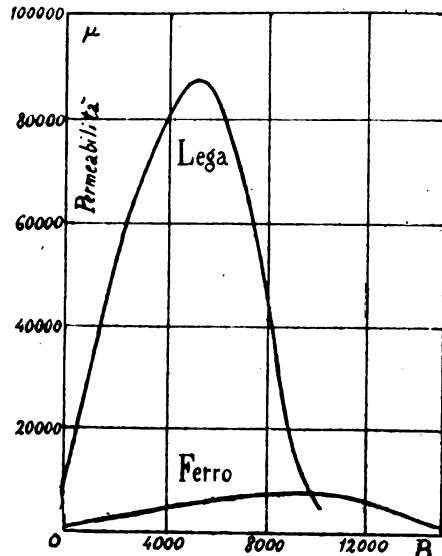


Fig. 5.

Gli Autori hanno poi istituito ricerche sopra l'influenza della trazione sulla permeabilità e sulla conducibilità della lega perm; come anche sull'influenza reciproca della magnetizzazione sulle dimensioni e sulla conducibilità. Entrambi questi effetti sono più marcati che negli altri materiali ferromagnetici. È risultato, ad esempio, che in un nastro di lega perm, trattato termicamente, la permeabilità iniziale può essere ridotta mediante la trazione fino al 10% del suo valore normale.

La notevole diminuzione prodotta poi nella conducibilità dalla magnetizzazione, data l'estrema facilità di saturazione magnetica della lega perm, suggerisce un elegante metodo per misurare entro circa l'1% l'intensità del campo magnetico terrestre, trovando l'intensità di un campo opposto necessaria per ridonare alla lega il suo massimo di conducibilità.

Ma all'infuori delle proprietà magnetiche, la lega perm, fra tutte le leghe della serie Ni-Fe, non presenta altre particolarità, né nelle proprietà meccaniche, né nel valore della densità, né in quello della conducibilità, né nella struttura cristallina rivelata micrograficamente simile a quella del nichel. E nessuna di tutte queste caratteristiche viene notevolmente influenzata dai trattamenti termici. o. b.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

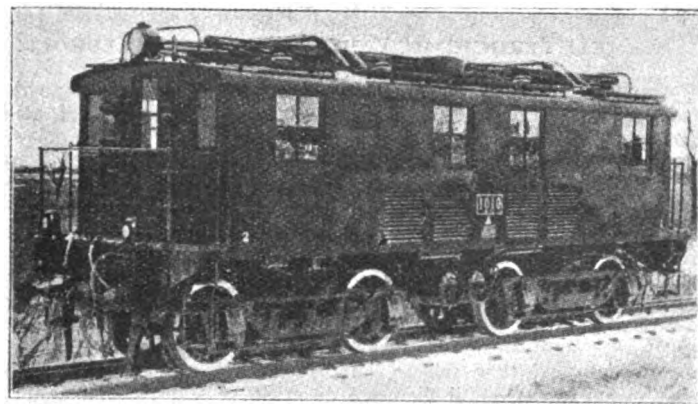
Locomotori per il Giappone. (E. R. J., 23 dicembre 1922, pag. 975.)

La General Electric Co. costruisce, in America, due locomotori per le ferrovie Imperiali giapponesi, da servire sulla linea Tokio-Yokohama, a scartamento di m 1,05, elettrificata a 1200 V nel 1915, ma di cui ora la tensione sarà portata a 1500 V.

I motori di ogni locomotore sono 4, del tipo G E 274, per 750/1500 volt a corrente continua, con trasmissione ad ingranaggi per la massima oraria di 64 km; il suo peso, di 60 tonn., è tutto ripartito sugli assi motori; lo sforzo di trazione è di kg 8020, per servizio di una ora e kg 7880, per servizio continuo a 35 km all'ora, sotto 1500 V. I locomotori possono lavorare anche a 1200, naturalmente con la potenza ridotta, e a 600 V, grazie alla connessione in parallelo dei 4 motori.

Caratteristiche principali sono: lunghezza totale, m 11,16; lunghezza fra le testate esterne dei carrelli, m 7,80; lunghezza dei carrelli, m 2,55; altezza, con pantografo abbassato, m 3,85; diametro mole, m 1,05. Ogni motore dà 194 kW sotto 750 V; l'isolamento è atto a 1500 V (due motori in serie); il raffreddamento è prodotto da ventilatori.

È stato applicato il nuovo sistema di regolazione elettro-pneumatica, detto tipo PCL; due controller principali, ognuno in una delle



cabine di manovra, comandano le valvole elettromagnetiche del sistema dei contatti, chiusi da pressione d'aria e aperti da molle che agiscono contro i pistoncini; così si apre o chiude il circuito dei motori. I contatti sono in 10 gradi, quando i motori sono in serie, e in 8 gradi, quando sono in serie-parallelo. Inoltre, c'è un interruttore rapidissimo a massima, inserito fra il trolley e la linea principale del locomotore. Esso, in condizioni normali, è automaticamente chiuso nel primo contatto del controller principale, finché non è aperto da sovraccarichi, corti circuiti o perdite momentanee di tensione nel circuito di manovra; dopo però, è ricondotto a quel primo contatto. In servizio normale, esso è chiuso anche se il controller è in posizione di apertura. Quest'interruttore, costituito elettromagneticamente, senza meccanismi, dà affidamento di durata e costanza nel rispondere alle esigenze per cui è calcolato. I motori sono protetti da appositi relais, che mettono in azione, per sovraccarichi, l'interruttore suddetto.

I pantografi sono due, di cui uno di riserva; fra le posizioni di massima e minima inclinazione passano m 2,10; il sollevamento si compie mediante aria compressa; opportune molle, tenute in tensione anche pneumaticamente, costringono i pantografi contro il filo; l'elemento di contatto è una piastrina di rame, rinnovabile. Una pompa a mano comprime l'aria per sollevare il pantografo inizialmente. I circuiti di luce, regolazione, motori dei compressori e ventilatori sono alimentati, a 750 V, da un gruppo dinamo-motore; il punto di mezzo del circuito a 750 V dei compressori è collegato al punto di mezzo dell'avvolgimento della dinamo, così da equilibrare il carico fra i due compressori. Nella cabina di manovra, il controller è disposto al lato sinistro, dato l'uso giapponese delle rotazioni verso sinistra. e. m. a.

Avviso importante

Si pregano i signori Soci che si sono prenotati per ricevere i fascicoli della Descrizione Impianti Elettrici, a voler inviarne il relativo importo con cartolina vaglia alla Sede Centrale - Via S. Paolo 10 Milano (3) - altrimenti verrà sospeso l'ulteriore invio.

CRONACA

APPLICAZIONI TERMICHE.

Caldaie elettriche. — In alcuni impianti del Canada e degli Stati Uniti, in cui l'energia elettrica è a buon mercato, sono installati generatori di vapore in cui l'acqua è vaporizzata mediante passaggio di corrente alternata ad alta tensione fra elettrodi in essa immersi. Si ritiene che così si possa avere vapore saturo, a qualunque pressione, con caldaie di gran lunga meno ingombranti di quelle a combustibili. Per esempio, a Niagara Falls, una caldaia da 18.000 kW, con corrente trifase a 25 periodi, 12.000 V, che vaporizza 24.500 kg d'acqua all'ora, dando vapore a 8,7 kg/cm² di pressione, occupa lo spazio di m 6,30 x 3,10 x 6,60; il rendimento termico è di 98-99%; dal punto di vista della sicurezza ed economia di esercizio, è bene notare che non vi sono parti della caldaia esposte a temperatura maggiore di quella del vapore, e il logorio si limita agli elettrodi che devono essere sostituiti annualmente. Le portate orarie dei tipi di caldaie, per pressioni di 8,7 kg/cm², variano da quelli per 450 kg di acqua vaporizzata, con consumo di 350 kW a 550 V, a quelli per 33.000 kg d'acqua, con consumo di 24.000 kW a 12.000 V. I brevetti europei per codesti tipi di caldaie appartengono alla Electric Furnace Construction Co di Philadelphia. *e. m. a.*

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Applicazioni della saldatura elettrica. — Nella ricostruzione del gasometro di South Melbourne, semidistrutto da un accidente nella primavera del 1920, è stata adoperata la saldatura elettrica col sistema Quasi-Arc. Il gasometro ha la capacità di m³ 84.900 ed è costituito da 600 tonn di ferro, con 5000 pezzi di lamiera; nella riparazione si è conservata parte delle vecchie strutture, mentre l'intera campana del gas è stata saldata a nuovo. Nelle prove sono risultate solo 2 o 3 perdite, pur essendovi 84 km di lunghezza di saldatura. Al gasometro di Fitzroy, sempre presso Melbourne, è stato saldato, sopra un vecchio duomo chiodato e senza interrompere neanche il servizio, un nuovo cielo, del diametro di m 39. Anche a Fitzroy è stato costruito un nuovo gasometro che, salvo pochissime chiodature, è tutto saldato. La capacità è di mc 56.600, l'altezza delle colonne di m 39, il diametro di m 45. I tecnici della compagnia del Gas, prima di decidersi per la saldatura, vollero sperimentare dei giunti eseguiti con gli elettrodi Quasi-Arc, e trovarono trascurabili differenze nel comportamento fra giunto e acciaio primitivo, con carico di rottura di 46 kg/mm². L'esame microscopico mostrò fratture simili nei due casi, essendo tuttavia di grana leggermente più fine quella del giunto saldato. *e. m. a.*

FISICA E CHIMICA.

La più bassa temperatura ottenuta fino ad oggi (R. G. des Sc. 30-V-1923, fasc. 10°, pag. 290). — Il prof. Kammerling Onnes ha dato testé un resoconto alla Società Faraday di Londra degli sforzi compiuti in questi ultimi anni dal Laboratorio criogeno di Leyda per ridurre ulteriormente il limite delle più basse temperature che la fisica applicata aveva potuto raggiungere.

L'elio liquido, fatto evaporare in un criostato, sotto la pressione di 0,2 mm, permise nel 1919 di scendere alla temperatura di 1°,15 sopra lo zero assoluto, senza però che tale abbassamento avesse determinato la solidificazione del gas. Allora, per giungere a temperature ancora più basse, fu nel 1920 aumentata di 12 pompe Langmuir l'attrezzatura del laboratorio, prendendo al tempo stesso le più scrupolose precauzioni per ridurre al minimo le possibili somministrazioni di calore dall'esterno all'elio liquido da evaporare, nonché le resistenze di attrito che esso poteva incontrare nel passare allo stato gassoso nell'apparecchio apposito. Per l'esperienza finale furono preparati 50 litri di aria liquida e 24 litri di idrogeno liquido per le circolazioni ausiliarie. L'elio liquido, travasato mediante sifone nel criostato, fu fatto passare allo stato gassoso ad una pressione di 0,013 mm circa. Osservazioni espressamente fatte, tanto ad occhio nudo quanto con telescopio, non rivelarono in nessun istante non solo in menomo indizio di solidificazione dell'elio ma neppure il più lontano cenno di diminuzione della sua mobilità. La temperatura più bassa alla quale si giunse in tale esperimento si giudicò inferiore di qualche centesimo di grado ai 0°,9- assoluti, realizzando così un vantaggio, in cifra tonda, di 1/3 di grado in confronto con le esperienze del 1919.

È probabile che il limite che si potrà anche in seguito raggiungere con l'elio liquido non scenderà ancora che di 1/6 di grado, quindi si affaccia l'ipotesi che possa essere questo un limite insormontabile, dato che le nostre attuali conoscenze sulla struttura atomica non ci permettono finora d'intravedere l'esistenza di un altro gas più volatile dell'elio. Tuttavia il Kammerling Onnes, il quale nutre le migliori speranze sulle possibilità che la scienza può offrirci, accetta l'ipotesi della insuperabilità di codesto limite, solo come una tappa provvisoria. *A. Me.*

IDRAULICA.

Una diga colossale. — Una diga, che si afferma sia la più grande del mondo, e che dal nome del Governatore di Bombay si chiama Lloyd Dam, è stata costruita a Bhatgarh, nel Deccan, a scopo di irrigare una vasta zona di terreno incolto. È lunga m 1610, alta m 57, larga, alla base, m 38; il volume di muratura è di m³ 622.600, cioè circa m³ 84.900 più della diga di Assouan. La spesa è stata di oltre 84 milioni di lire-oro; l'energia, 1500 kW, per muovere i macchinari di servizio della diga, è ricavata sul posto. L'area protetta da questa diga, lungo il fiume Nira, supera i 364.140 ettari. *e. m. a.*

MATERIALI.

Le miniere di rame a Cipro. — I geologi inglesi Cullis e Broughton Edge hanno riferito circa le miniere di rame dell'Isola di Cipro, che furono certamente sfruttate dagli antichi; a Skouriotissa, si calcolano esistere 6 milioni di tonn di calcopirite, col 2% in media, di rame e il 50% di solfo. *e. m. a.*

MOTORI PRIMI.

Rendimento dei motori primi. — In una recente conferenza al Birmingham and Midlands Institute, Sir Carlo Parsons ha esposto alcune osservazioni circa i motori termici. Nelle grosse turbine compound è ora possibile accostarsi alla espansione ideale del vapore dalla pressione in caldaia fino a quella, minima, nel condensatore; nei grandi impianti con tutti gli apparecchi accessori, e pressione di 35 kg/cm², si può aver rendimento termico di oltre 32%, e, comprendendo anche la parte elettrica, di oltre 27%. Con grossi motori a gas ad aspirazione si è raggiunto il 24,2% e nei motori Diesel e a gas normali, il 32,5%, come rendimento termico. Tenendo conto del rendimento della dinamo, posto a 94%, e della spesa di lubrificanti per cilindri (il 10% del costo del combustibile), si ha, come rendimento totale, 27,5%, per i grossi motori Diesel e a gas, 20,5%, per i maggiori motori a gas d'antracite ad aspirazione, 27%, per le turbine molto importanti e 21% per quelle più modeste. Ora, si ritiene da molti, che le turbine a gas possano sostituire quelle a vapore, come queste hanno eliminato le macchine a stantuffo. Ma il Parsons ritiene che ciò sia errato, perchè le due macchine a vapore lavorano in limiti di temperatura cui i metalli possono resistere, senza pericolo di fusione o senza ossidazione, mentre che la macchina a gas deve adoperare un fluido a temperatura che può essere superiore al punto di fusione delle sue parti metalliche. Ne segue che, nelle prime, il metallo è quasi alla stessa temperatura del fluido motore, mentre che nelle altre, esso deve essere tenuto a temperatura molto più bassa, per evitare la fusione. Come macchina a gas egli crede che quella a pistone, come durata e rendimento, sia il miglior mezzo di utilizzare l'espansione di gas caldi ed estrarne la energia. Circa gli impianti idroelettrici, il Parsons nota che, anche ai prezzi d'anteguerra, il loro costo è in media in Inghilterra circa il doppio di quello richiesto dallo sviluppo delle miniere di carbone e degli impianti termici di egual potenza. *e. m. a.*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Prevenzione accidenti tramviari. — Togliamo dall'E.R.I., 23 Dic. 1922, pag. 972, qualche notizia circa i sistemi di prevenzione degli accidenti lungo le linee tramviarie, adottati a Chattanooga (Stati Uniti). Nel 1918 si era raggiunto il massimo di 2793 casi, con un onere pari al 17,7% delle entrate del traffico; in un mese la percentuale giunse al 30. Allora si organizzò un servizio di istruzione e propaganda per il personale e il pubblico; si costituirono squadre d'impiegati, di cui si stimolò l'emulazione nel rilevare e riferire i minori incidenti esterni e interni alle vetture, premiando le più assidue. Così dalla media mensile di 233 casi nel 1918, si è scesi a quella di 123, nel 1° settembre 1922. Nel 1919 si ebbe, rispetto al 1918, la diminuzione del 44% degli infortuni nel personale, con riduzione dell'84% nella spesa relativa, economia che corrisponde al doppio dell'onere dovuto alle misure di previdenza: i risarcimenti per danni, investimenti, ecc. decrebbero del 56%. Il seguente specchietto è abbastanza eloquente; le spese sono in lire-oro.

	Accidenti	Spesa prodotta	Suo rapporto alle entrate	Spesa previdenza
1917	2291	L. 621.652	17,8	—
1918	2793	790.489	17,7	—
1919	2182	343.724	7,7	L. 22.958
1920	2521	399.920	7,1	24.641
1921	1817	217.820	4,3	25.993
1922 (1° sem.)	741	83.667	3,5	8.935

La spesa di previdenza comprende quella per opuscoli, manifesti, cartelli, avvisi sui veicoli, bollettino mensile, trattenimenti, conferenze, premi, oltre le solite previdenze contro gli infortuni; speciali istruzioni sono svolte circa i soccorsi in caso di contatto con linee sottotensione; un esempio tipico dei risultati è quello del salvataggio di un operaio che aveva toccato fili a 2300 V. Il principio fondamentale dell'organizzazione è: «gli accidenti non accadono, ma sono causati». E ciò che si fa per prevenirli è largamente compensato. *e. m. a.*

L'ELETTROTECHNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECHNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La Riunione di Venezia.

Alla vigilia della XXVIII^a riunione sociale si può essere sicuri che essa riuscirà sotto ogni riguardo degna delle precedenti e delle tradizioni della nostra A.E.I. Ne danno affidamento da un lato l'entusiasmo con cui i consoci della Sezione Veneta si sono preparati ad accogliere i colleghi di ogni parte d'Italia e tutto il lavoro di organizzazione da essi compiuto insieme colla Presidenza Generale e coll'Ufficio Centrale; dall'altro il continuo affluire delle adesioni che mentre scriviamo toccano già le 450. L'interesse del programma, gli incanti di Venezia, la tradizionale cordialità che regna nelle nostre riunioni faranno il resto.

Anche dal punto di vista tecnico il successo è più che assicurato dal numero e delle varietà delle comunicazioni portate alla discussione, che toccano i più svariati campi dell'elettrotecnica. Al momento in cui scriviamo esse sono già una trentina ed è certo che altre se ne aggiungeranno fino all'ultimo giorno. Se dal punto di vista dell'organico sviluppo delle discussioni, può deplorarsi questo affluire delle memorie all'ultima ora, esso però attesta brillantemente la vitalità del nostro sodalizio e la mirabile attività di tanti nostri colleghi. Profondamente persuasi della necessità della pubblicazione preventiva, e quanto è possibile anticipata, di tutti i lavori destinati ad un congresso e della bontà sostanziale del programma propostosi al riguardo dalla Presidenza generale, ci riserviamo di ritornare in altro momento sulla questione. Per ora, poichè inevitabilmente nascerà qualche inconveniente nella affrettata pubblicazione di tutto il materiale destinato al Congresso, vogliamo solo precisare che delle trenta comunicazioni sopra ricordate solo dieci giunsero entro l'Agosto; altre otto pervennero alla Redazione prima del 15 Settembre e di esse con un notevole *tour de force*, possiamo esaurire la pubblicazione in questo numero. Cinque memorie giunsero poi il 17 Settembre, tre il 21 ed altre sono ancora annunciate in arrivo. Si farà ogni sforzo per poter distribuire al Congresso degli estratti in bozza di tutti i lavori arrivati; ma anche rinunciando ad ogni revisione, non si potrà giungere in tempo per gli ultimi venuti.

Comunque, ripetiamo, non c'è che da rallegrarsi di tanto affluire di lavori e da augurarsi che la discussione, per quanto necessariamente per molti di essi quasi improvvisata, possa svolgersi organica e feconda.

*

Delle memorie che oggi pubblichiamo tre si ricollegano a quello che dovrebbe essere l'argomento principale da trattarsi nella Riunione di Venezia: l'elettificazione dell'agricoltura. L'ing. GIARANNI tratta infatti delle disposizioni legislative a favore della elettro-agricoltura; una speciale Commissione nominata dalla Sezione di Napoli riferisce sulla elettro-agricoltura nella Campania. Con la terza memoria, dell'ing. SOLERI, si entra invece nella parte veramente tecnica del problema in quanto egli tratta di una categoria di materiali di grande importanza per le applicazioni dell'elettricità ai lavori agricoli.

*

Il secondo argomento che assorbirà buona parte dell'attività del Congresso — la tecnica della radiotrasmissione — conta nell'odierno fascicolo tre importanti contributi. Il Comandante SORDINA tratta dei centri riceventi radio, non meno importanti e complessi dei centri di trasmissione, se pure meno grandiosi. I principi su cui si basa la ricezione, gli ostacoli che ad essa si frappongono per opera dei disturbi atmosferici e delle interferenze prodotte da altri segnali, i mezzi molteplici e ingegnosissimi, ma ancora non sempre o almeno non completamente vittoriosi, con cui si cerca di sormontare quegli ostacoli, i dispositivi per la registrazione rapida dei segnali e per la loro trasmissione sulle reti ordinarie costituiscono un insieme di problemi attraenti ed ardui, che la tecnica ha ormai in gran parte risolti così da far assumere ai servizi radio un posto sempre più importante nelle comunicazioni mondiali.

I colleghi VALLAURI e PESSION, quasi a riassumere l'attività svolta finora dalla nostra Marina per la creazione dei servizi commerciali radiotelegrafici e per segnare le vie del loro futuro sviluppo, hanno voluto svolgere una serie di considerazioni tecnico-economiche che hanno il pregio di essere confortate e ispirate dalla pratica diretta e immediata della costruzione e della gestione degli impianti. Riteniamo che le cifre da loro esposte siano forse le prime che vengono pubblicate sull'argomento e che esse possano quindi destare qualche interesse e fornire elementi preziosi per lo studio del problema dei grandi servizi radio internazionali a cui il nostro Paese partecipa già in larga misura. Infine l'ing. DE COLLE reca un primo notevole contributo alla discussione delle memorie di radiotecnica e in particolare alla questione delle prove di collaudo con cui si mira a normalizzare la costruzione dei triodi e degli apparecchi che li utilizzano.

*

L'applicazione dell'energia elettrica all'illuminazione viene anche essa portata al Congresso con la comunicazione dell'ing. CLERICI il quale ritorna sulla necessità di indirizzare l'illuminazione elettrica, per quanto riguarda la posizione, distribuzione e utilizzazione delle lampade, su vie meno empiriche di quelle finora seguite un po' dappertutto e specialmente tra noi. Si tratta in sostanza di migliorare il rendimento del lavoro umano compiuto e luce artificiale e, in pari tempo, di dare notevole incremento all'utilizzazione dell'energia elettrica per l'illuminazione.

*

Alla categoria delle «Varie» appartengono infine le comunicazioni CAMPOS, USIGLI e CLEMENTI. I primi espongono una nuova interessante soluzione del problema che sempre tanto interessa i tecnici, della trasmissione a distanza di indicazioni o di registrazioni. Il secondo tratta invece di una questione raramente discussa ufficialmente ma di una lieve importanza per i distributori di energia: le frodi commesse nei contatori, campo nel quale l'ingegnosità di una parte (non certo la migliore!) della specie umana sa risolvere spesso problemi assai difficili. Ed è senza dubbio importante conoscere le vie seguite dai clienti... spregiudicati per studiare efficaci provvedimenti e rimedi.

*

Delle numerose memorie giunte, come dicemmo, mentre questo fascicolo è in preparazione, nulla possiamo dire. Ma molte ve ne sono fra esse di notevole interesse e potranno senza dubbio anch'esse efficacemente contribuire al pieno successo della XXVIII^a Riunione Sociale.

LA REDAZIONE.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Elenco dei fabbricanti in Italia ... di macchinario e materiali elettrici ...

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3^a edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di commercio, Consolati, ecc. È quindi interesse di tutte le Ditte costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale (Via S. Paolo 10 - Milano (9)).

□ □ FRODI E RIMEDI NEI CONTATORI PER MOTORI TRIFASI □ □ □ □

I. CLEMENTI



Comunicazione per la XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.

Mi occuperò dei due tipi maggiormente in uso nelle aziende elettriche e cioè il contatore a induzione per carichi equilibrati con neutro inaccessibile e quello per carichi comunque squilibrati con due bobine amperometriche. Va da sé che oltre alle frodi caratteristiche da me considerate questi contatori vanno soggetti anche alle frodi comuni agli altri contatori elettrici delle quali non farò cenno. Il tipo

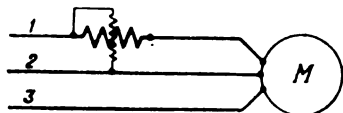


Fig. 1.

a induzione per carichi equilibrati, rappresentato dallo schema 1, possiede una sola bobina amperometrica. Ne viene che tra le fasi inerte 2 e 3 si possono inserire lampadine, motori monofasi, ecc., senza che il contatore registri il relativo consumo (fig. 2).

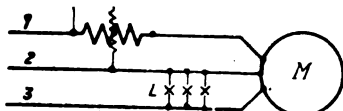


Fig. 2.

Se l'impianto è fornito del contatore luce con neutro, gli apparecchi monofasi si possono inserire come nella figura 3 in modo che entrambi i contatori non ne registrano il consumo. Anche il motore

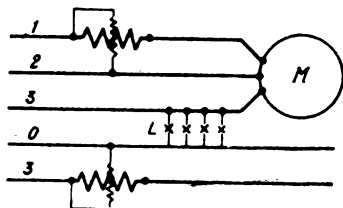


Fig. 3.

può farsi funzionare fraudolentemente con il trucco esposto nella figura 4 facendo in modo che esternamente esso appaia come trifase mentre normalmente funziona come monofase.

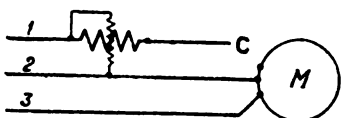


Fig. 4.

In caso di verifica da parte degli agenti della società, il motore si fa effettivamente funzionare come trifase ristabilendo il contatto in C e ciò senza alcun inconveniente poichè è noto che il numero dei giri resta sensibilmente costante.

Qualunque motore opportunamente dimensionato può prestarsi a questo trucco, ma esistono in commercio motori costruiti con speciale cura per poter servire da trifasi e da monofasi.

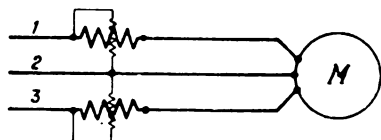


Fig. 5.

Non esiste praticamente, a mio credere, la possibilità di cogliere in flagrante tali abusi e quindi questo tipo di contatore è da proscrivere. Del resto in questa conclusione mi inducono altri due motivi e cioè l'inesattezza delle indicazioni (dato che il carico praticamente è

sempre squilibrato) e la nota difficoltà di avere la inserzione giusta mentre l'inserzione errata produce quasi sempre fortissimi errori in meno.

Il tipo più comune per carichi squilibrati con due bobine amperometriche è rappresentato dalla fig. 5. La possibilità di frodi analoghe a quelle precedentemente considerate è data dalla presenza della fase inerte 2 (figure 6, 7, 8).

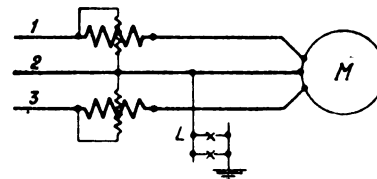


Fig. 6.

Nella figura 8 il motore funziona come monofase alla tensione stellata. In caso di sorpresa da parte degli agenti esso viene fatto funzionare come trifase alla tensione concatenata ridotta con le re-

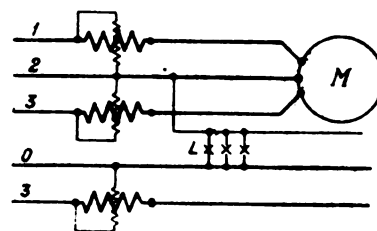


Fig. 7.

sistenze R opportunamente mascherate. Un altro gruppo di frodi si basa sulla nota proprietà di questo contatore per cui a $\cos \varphi < 0,5$

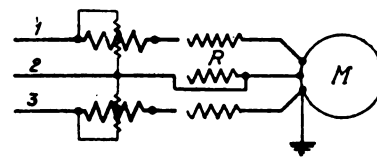


Fig. 8.

una delle due coppie motrici diviene negativa e tende a fare girare il disco in senso inverso al normale.

È chiaro che in queste condizioni, se si annulla od attenua convenientemente la coppia motrice positiva, il numeratore registra negativamente rimangiandosi in tutto od in parte i consumi in precedenza registrati. Nella figura 9 l'azione della bobina amperometrica positiva è attenuata per mezzo di un ponte formato con delle terre.

In queste condizioni il motore si fa funzionare a vuoto (e quindi con $\cos \varphi < 0,5$) nelle ore notturne oppure quando l'utente è sicuro di potere evitare una sorpresa.

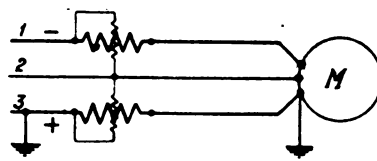


Fig. 9.

Nella figura 10 la coppia positiva è completamente annullata e la frode, per mezzo di una resistenza fortemente induttiva, si attua con miglior successo a motore fermo e quindi silenziosamente. È superfluo osservare che su questi temi gli utenti disonesti fanno molte variazioni.

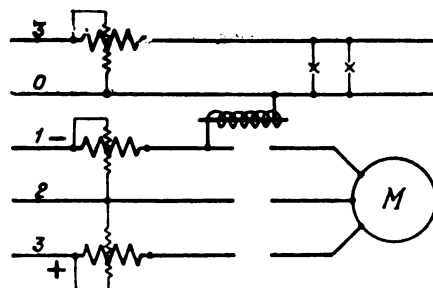


Fig. 10.

Anche qui, come per l'altro tipo di contatore, non mi sembra praticamente possibile sorprendere in flagrante i colpevoli ed è ne-

cessario prevenire la frode. Ciò si può ottenere per il secondo gruppo di frodi munendo il contatore di un dispositivo meccanico contro la marcia indietro.

Per il primo gruppo invece è necessario adoperare il tipo di contatore comunemente detto a quattro fili che essendo fornito di tre bobine amperometriche non dà luogo agli inconvenienti descritti.

Però se questo rimedio è semplice per i nuovi impianti risulta eccessivamente dispendioso dove si tratti di sostituire qualche migliaio di contatori già installati.

Ho quindi studiato una via di mezzo che consente di lasciare in opera i contatori suddetti basandosi sul fatto che tutte queste frodi hanno in comune la proprietà di alterare fortemente l'equilibrio del carico. Ove si riesca quindi a constatare in modo facile e sicuro il suddetto fenomeno, si può aggirare la posizione ammettendo la perfetta buona fede dell'utente ma reclamando provvedimenti e compensi contro il turbamento apportato all'esercizio dallo squilibrio del carico. Qualche cosa di simile si è già fatto per il fattore di potenza che pure rappresenta un concetto di gran lunga meno accessibile alla mentalità dell'utente che non lo sia il concetto di carico squilibrato. Degna di considerazione mi sembra la seguente dicitura la quale fa riscontro a quella usata presso la società catanese di elettricità per il fattore di potenza. « Il carico deve essere equilibrato. Nel caso in cui

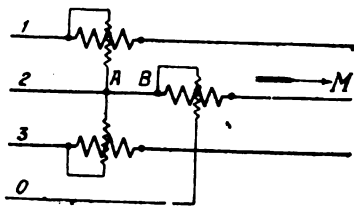


Fig. 11.

« si riscontrasse una differenza di più dell'8 % tra l'energia fornita da una qualunque delle tre fasi e la terza parte della energia fornita complessivamente, l'impianto dovrà essere modificato a spese dell'utente finché l'equilibrio non sia ristabilito. In caso contrario l'energia da fatturare sarà calcolata in base a quella fornita dalla fase di portata maggiore considerando il carico come equilibrato ».

Questo provvedimento è evidentemente innocuo per gli utenti in buona fede poichè è impossibile il caso di un impianto di motori trifasi con carico fortemente squilibrato a meno che non ci siano guasti nell'impianto stesso o nei motori, nel qual caso l'utente ha tutto l'interesse di esserne informato per procedere alla riparazione. In quanto alla prova dello squilibrio essa si ottiene installando in corrispondenza della fase inerte un contatore di controllo monofase eccitato a tensione stellata secondo la figura 11. Naturalmente il tratto AB deve essere ben protetto con tubo Bergmann. La lettura viene mensilmente rilevata insieme con quella del contatore principale.

Ecco alcuni esempi dei risultati che si ottengono con questo sistema. Nel caso della fig. 6, supponiamo che il motore consumi 3000 e l'apparecchio installato abusivamente sulla fase inerte 500 kWh. Il contatore principale segnerà 3000 kWh quello ausiliario

$$\frac{3000}{3} + 500 = 1500$$

mentre dovrebbe segnarne soltanto $\frac{3000}{3} = 1000$. Il carico è evidentemente assai squilibrato e quindi l'utente pagherà

$$3 \times 1500 = 4500 \text{ kWh.}$$

In conclusione i 500 kWh che avrebbe dovuto pagare con la tariffa luce li paga con la tariffa forza motrice triplicata.

Nel caso della figura 8 supponiamo che il motore consumi 3000 kWh funzionando come monofase e 900 funzionando come trifase allo scopo di far segnare al contatore un certo consumo per non destare l'allarme. Il contatore principale registrerà 900 kWh, quello ausiliario $3000 + \frac{900}{3} = 3300$ kWh mentre dovrebbe segnarne soltanto $\frac{900}{3} = 300$.

L'utente dovrà quindi pagare $3300 \times 3 = 9900$ kWh. In sostanza egli viene ad essere punito con una multa pari al doppio di quanto egli intendeva frodare.

Il sistema è valido anche contro le frodi del secondo gruppo di guisa che l'applicazione del contatore di controllo rende superfluo il dispositivo di arresto contro la marcia indietro. Consideriamo infatti l'esempio della figura 9. Il motore consumi 3000 kWh funzionando a carico normale e 2100 a vuoto. Il contatore trifase segni, in virtù

del trucco adoperato, soltanto 1200 kWh. Il contatore di controllo dovrebbe segnarne $1200 \times 3 = 400$. Esso invece segnerà

$$\frac{3000 + 2100}{3} = 1700$$

Il carico risulta quindi squilibrato oltre ai limiti di tolleranza e l'utente pagherà $3 \times 1700 = 5100$ kWh, cioè l'intera energia consumata sia per il funzionamento normale del motore che per il suo funzionamento a vuoto.

Nel caso della figura 10 è facile vedere che l'energia dissipata per attuare la frode non viene accusata dal contatore di controllo ma questo permette ad ogni modo di fatturare l'intera energia consumata dal motore e quindi l'utente non ha più alcuno interesse di ripetere il trucco.

Concludendo: i due tipi di contatori esaminati (figure 1 e 5) debbono proscriversi dalle installazioni presso gli utenti ad essere sostituiti con il tipo a tre bobine amperometriche (fig. 12).

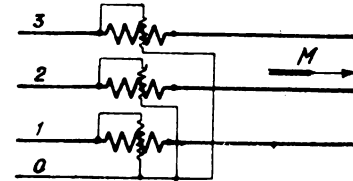


Fig. 12.

In linea transitoria possono tollerarsi i contatori del secondo tipo (fig. 5) purchè sia possibile di applicare ad essi un contatore monofase di controllo a tensione stellata (fig. 11) ovvero, nelle reti senza neutro, un dispositivo di arresto contro la marcia indietro.

È ovvio che i contatori incriminati continueranno a prestare ottimi servizi tutte le volte che non si abbiano a temere frodi come per esempio quando essi vengono installati dall'azienda elettrica nelle proprie centrali di produzione o dall'utente nel proprio impianto sia per controllare il contatore dell'esercente sia per conoscere il consumo fatto singolarmente da ciascuno dei suoi motori.

SULLE MISURE DEL GRADO DEL VUOTO DEI TRIODI □ □ □ □ □ □ □ □

GUGLIELMO DE COLLE



Osservazioni per la XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.

In uno studio interessantissimo sulle prove comparative su triodi per apparecchi ricevitori radiotelegrafici, recentemente pubblicato dall'*Elettrotecnica*, il comandante Vicedomini ha descritto, fra l'altro, anche i fenomeni di ionizzazione che si verificano nei triodi con vuoto imperfetto ed i dispositivi che servono a mettere in evidenza il vuoto deficiente. Non ha però accennato al metodo per la misura quantitativa del grado del vuoto, che è basato su una relazione — indicata dal Möller (1) — fra la pressione del gas residuo d'una parte e la corrente negativa di griglia e la corrente anodica dall'altra parte. Perciò la prova prescritta nelle norme provvisorie non può considerarsi come una vera misura del grado di vuoto.

Dal grado del vuoto dipende il funzionamento regolare e costante dei triodi nelle loro svariatissime applicazioni. Siccome è di massima importanza per l'industria il conoscere le norme ed i metodi per misurare tale grado, mi permetto d'indicare quelli più adatti allo scopo.

In un triodo con vuoto perfetto il passaggio degli elettroni dal filamento alla placca avviene praticamente senza urto con molecole gassose. Quando però nell'interno del bulbo esistono tracce di gas, gli elettroni emessi dal filamento urtano contro le molecole gassose mentre compiono il movimento verso la placca, e ne producono la dissociazione in ioni ed elettroni.

La quantità degli ioni prodotti al secondo mediante l'urto è proporzionale alla pressione del gas residuo, all'intensità della corrente elettronica che produce la ionizzazione (cioè all'intensità della corrente anodica) ed alla distanza percorsa dagli elettroni. Gli ioni positivi vanno in parte al filamento ed in grandissima parte alla griglia

(1) H. G. MÖLLER - *Archiv für Elektrotechnik* - Vol. VIII, fasc. 1, pag. 48.

se a questa è applicato un potenziale negativo rispetto al filamento, e sono proprio questi ioni che generano la corrente negativa di griglia circolante esternamente dalla griglia al filamento.

Per misurare il grado di vuoto dopo l'eventuale formazione di tracce di gas espulsi dal metallo della placca sotto il bombardamento colla corrente anodica normale di funzionamento, si applica alla griglia una tensione negativa di qualche volt ed alla placca una tensione positiva tale da stabilire la corrente anodica per la quale si desidera di fare la misura, vedi figura 1.

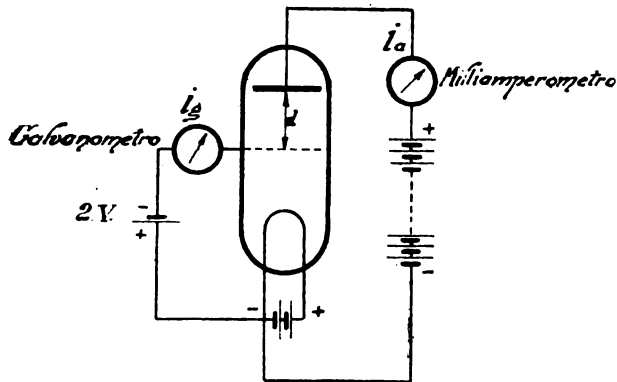


Fig. 1.

Gli elettroni vengono emessi dal filamento con velocità che corrispondono al noto teorema di Maxwell per la ripartizione delle velocità, ed è trascurabile il numero di quelli che riescono ad arrivare alla griglia muovendosi contro una tensione di due volt. È quindi necessario applicare alla griglia una tensione non maggiore di due volt rispetto al capo negativo del filamento, allo scopo di evitare una riduzione della corrente negativa di griglia determinata dal trasporto di elettroni esternamente dalla griglia al filamento. Gli elettroni che sorpassano la griglia vengono sollecitati e raggiungono la loro velocità soltanto nello spazio fra griglia e placca. Per eseguire una misura rigorosa conviene applicare alla placca una tensione positiva tale da ottenere il valor massimo della corrente anodica. La corrente negativa di griglia i_g sarà, secondo il Möller, proporzionale alla pressione p del gas residuo, alla corrente anodica i_a ed alla distanza d fra placca e griglia. Avremo quindi:

$$i_g = C \cdot p \cdot i_a \cdot d ; \text{ donde si ricava: } p = K \frac{i_g}{i_a \cdot d}.$$

La costante K dipende dalla natura chimica del gas residuo ed è inversamente proporzionale alla tensione anodica. Esprimendo p in mm di mercurio ed indicando con d la distanza in cm fra placca e griglia (ambidue di forma cilindrica), il valore di K secondo misure eseguite dal Jaeger ⁽²⁾ è dato, per una tensione anodica di 220 volt e per una pressione dell'ordine di grandezza di 10^{-6} mm di mercurio, da: $K = 1,8 \cdot 10^{-2}$; secondo misure eseguite dal Möller per pressione di 10^{-6} mm si ha: $K = 1,6 \cdot 10^{-2}$.

Per ogni tipo di triodo il rapporto $\frac{i_a}{i_g}$, misurato con una tensione di due volt sulla griglia e con una tensione di placca tale da ottenere il massimo valore della corrente anodica, rappresenta una misura esatta del grado di vuoto e viene perciò chiamato *coefficiente del vuoto*. Il limite massimo al disotto del quale deve rimanere il vuoto di ogni triodo è di 10^{-6} mm di mercurio. La relazione del Möller permette di stabilire per ogni tipo di triodo della forma suaccennata il limite massimo del coefficiente del vuoto, conoscendo la distanza fra placca e griglia ed il valore della tensione anodica applicata.

Secondo la relazione del Möller, la quale è stata verificata mediante esperimenti e misure esatte, la corrente anodica e la corrente negativa di griglia diventano nulle per il medesimo potenziale di griglia, come è dimostrato dalla fig. 2.

Se quindi il galvanometro nel circuito di griglia segna una corrente per un potenziale di griglia, per il quale la corrente anodica è nulla, la causa sarà da ricercarsi nel dispositivo di misura esternamente al bulbo. Difatti un isolamento alto fra placca e griglia è di massima importanza per queste misure. Un isolamento deficiente fra placca e griglia fa passare una corrente esternamente dalla placca alla griglia e dalla griglia attraverso il galvanometro al filamento; tale corrente si sovrappone alla corrente di griglia ed è indipendente dalla

corrente anodica. L'andamento anormale delle curve della corrente di griglia, nelle figure 5 e 6 della pubblicazione del Comandante Vicedomini, potrebbe trovare la sua semplice spiegazione in un difetto d'isolamento fra placca e griglia. La prova per verificare, che la corrente indicata dal galvanometro nel circuito di griglia sia soltanto la corrente negativa di griglia, si ha spegnendo l'accensione della valvola. In questo caso il galvanometro deve segnare zero. Il fatto che il galvanometro segna una corrente con la valvola spenta prova che l'isolamento fra placca e griglia non è sufficientemente alto. Si può tener conto di questa deficienza facendo la differenza fra le due letture: con la valvola accesa e con la valvola spenta.

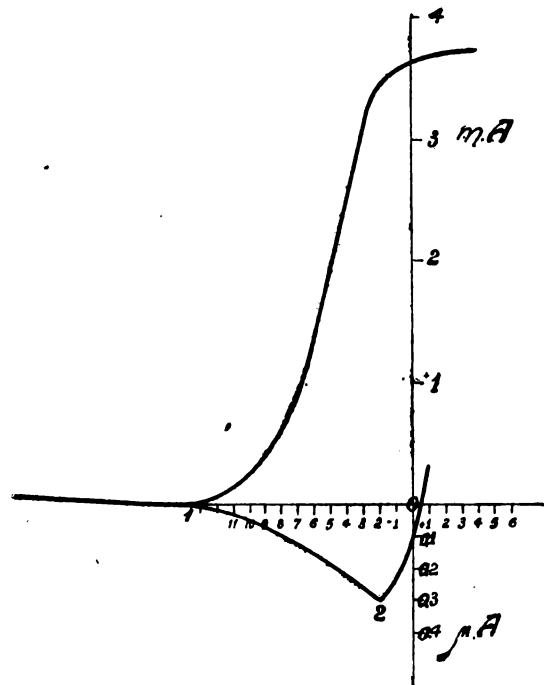


Fig. 2.

Per misurare il vuoto durante il bombardamento della griglia, si applica alla placca una tensione negativa di qualche volt ed alla griglia una tensione positiva tale da avere nel circuito di griglia la corrente massima positiva di griglia per il funzionamento normale, vedi fig. 3.

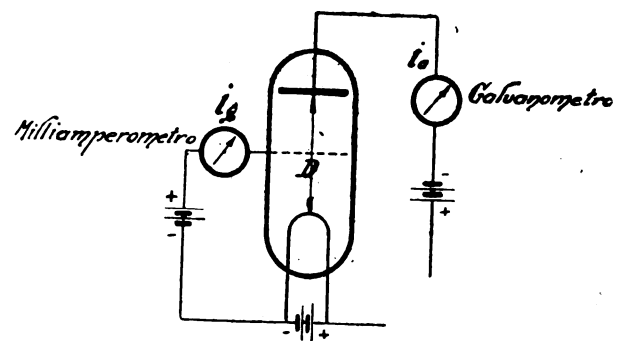


Fig. 3.

Se indichiamo con p la pressione del gas nel bulbo, con i_g la corrente positiva di griglia, con i_a la corrente negativa di placca, con d la distanza fra filamento e placca, avremo (analogamente come prima) la relazione:

$$p = K \frac{i_a}{i_g \cdot d}$$

Un triodo, che ha dato un vuoto sufficiente col primo metodo di misura, può mostrare un vuoto deficiente col secondo metodo, se, mentre la placca è stata depurata sufficientemente, la griglia contiene invece ancora dei residui di gas.

Gli effetti nocivi, che un vuoto insufficiente arreca al funzionamento dei triodi, sono i seguenti:

1) Tracce di gas, che escono durante il funzionamento dalle parti metalliche, riducono il flusso termoionico totale. Questo fenomeno può servire per misurare il grado del vuoto dei triodi con coefficiente di amplificazione elevato. La riduzione del flusso termoionico totale non dev'essere maggiore del 20 per cento.

2) La curva caratteristica statica della corrente anodica è irre-

⁽²⁾ R. JAEGER - *Jahrbuch für drahtlose Telegraphie und Telephonie* - Vol. XIV, fasc. 4, pag. 385.

golare: per valori crescenti della tensione di griglia si ha una curva diversa da quella per valori decrescenti della medesima tensione.

3) Una corrente negativa di griglia può far diventare negativa la resistenza interna del circuito di griglia, come appunto si verifica fra i punti 1 e 2 del diagramma rappresentato dalla fig. 2. In tal caso si produce una riduzione dello smorzamento e perfino un'autoeccitazione del circuito inserito fra griglia e filamento.

4) Se poi nel circuito esterno di griglia è inserita una grande resistenza ohmica, una corrente negativa di griglia produce un funzionamento instabile dell'apparecchio fra i punti 1 e 2 del suddetto diagramma, com'è messo bene in evidenza dal Barkhausen ⁽³⁾.

Milano, agosto 1923.

Laboratorio della Società
Industrie Telefoniche Italiane « Doglio ».

DISPOSIZIONI LEGISLATIVE A FAVORE DEGLI IMPIANTI ELETTRO-AGRICOLI □

E. GIARANNINI



Comunicazione per la XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.

Gli illustri relatori che mi hanno preceduto, vi hanno con la massima competenza intrattenuto in merito agli impianti di elettrocoltura, allo sviluppo da essi preso, ai vantaggi che da esso si possono attendere, in una parola hanno sviscerato il problema da tutti i lati.

Queste applicazioni debbono essere lasciate all'iniziativa privata e di enti appositi creati espressamente, come pure all'organizzazione lungimirante delle società produttrici e distributrici dell'energia elettrica le quali vedono nello sviluppo di tali impianti la possibilità di assicurare una larga base di smercio all'energia da essi creata. Nemico per principio all'ingerenza statale, sono di opinione che in tempi normali ogni ingerenza governativa sarebbe stata piuttosto dannosa che utile. Però in Italia tutto si attende dal Governo e d'altra parte, dati i tempi eccezionali da noi traversati, l'autorità governativa è stata costretta più dalle circostanze che dalla sua spontanea iniziativa ad intervenire nella materia.

Scopo appunto di questa mia relazione è di illustrarvi quanto il Governo ha creduto di fare a favore degli impianti elettro-agricoli, e di mostrarvi la portata e, nella maggior parte dei casi, l'inefficacia dei provvedimenti presi come pure le ragioni che l'hanno indotto a legiferare in tale materia, diffondendo fra voi la portata e le applicazioni pratiche di queste disposizioni legislative.

Debbo premettere che le classi dirigenti della nostra burocrazia non hanno avuta affatto la visione esatta della necessità impellente di intensificare le applicazioni elettro-agricole, e non hanno voluto comprendere l'importanza economica di esse. Mentre altre nazioni hanno creato una speciale legislazione in proposito (la Francia informi) l'Italia governativa è andata avanti a tentoni, promulgando per mezzo dei suoi vari organi disposizioni parziali, non collegate tra loro da un nesso organico e qualche volta discordanti. Quando poi si tratta della corresponsione dei sussidi previsti dalle varie leggi emanate, si noti che le dette leggi contengono sempre la dizione che i contributi possono, non debbono, essere corrisposti ed il Ministro del Tesoro, allegando le condizioni del bilancio, stenta ad aprire i cordoni della borsa, di modo che la maggior parte dei sussidi previsti stanno bensì sulla carta, ma all'atto pratico non vengono elargiti per mancanza di fondi nei relativi capitoli del bilancio, oppure vengono elargiti in misura irrisoria.

Tutta la legislazione riguardante gli impianti elettro-agricoli può ripartirsi in tre capi principali:

- 1) Disposizioni generali riguardanti la servitù di elettrodotto;
- 2) Disposizioni speciali riguardanti gli impianti elettro-agricoli ai sensi del R. D. 1995 del 2 ottobre 1919 e relativi regolamenti;
- 3) Disposizioni per le elettro-irrigazioni.

Siccome il problema elettro-agricolo è essenzialmente un problema di linee elettriche, si applicano ai detti impianti tutte le disposizioni generali ben note per la costruzione e l'esercizio delle linee per la trasmissione di energia e più precisamente la vecchia legge n. 232 del 7 giugno 1894 col relativo regolamento n. 642 del 25 ottobre 1895 che regolò la servitù di elettrodotto. In proseguo di tempo queste disposizioni vennero parzialmente modificate, e spe-

ciale menzione merita l'art. 25 del D. L. 2161 del 9 ottobre 1921 il quale dichiara le linee sottoposte al vincolo di pubblica utilità, mentre che col D. L. 386 prorogato col R. D. 1223 del 31 agosto 1921, si dispone l'accelerazione della costruzione delle linee elettriche con procedura di competenza del Ministero dei LL. PP. e del Genio Civile.

Infine il regolamento approvato col R. D. 1285 del 14 agosto 1920 relativo all'applicazione del R. D. 2161 sulle derivazioni di acque pubbliche, prescrive all'art. 39, il modo in cui debbono essere redatte le domande per ottenere la dichiarazione di pubblica utilità per le linee elettriche.

Esaminate così le disposizioni frammentarie e poco organiche che regolano la materia così importante della servitù di elettrodotto e della concessione per le linee elettriche, passiamo ad illustrare il decreto fondamentale che riguarda le applicazioni elettro-agricole ossia il D. R. 1995 del 19 ottobre 1919.

Questo decreto per quanto unico si compone, e non ne comprendiamo bene la ragione, di due parti ben distinte, di pertinenza la prima del Ministero dei LL. PP., la seconda del Ministero dell'Agricoltura. Questa promiscuità genera una confusione che ben si sarebbe potuta evitare emanando due decreti separati. Negli articoli dall'1 al 12 si contengono tutte le disposizioni d'indole generale a favore degli impianti idroelettrici. In questa parte si statuisce il famoso contributo di L. 40 per HP per anno per i nuovi impianti, come pure i contributi da corrispondersi per tutte le nuove linee ad una tensione superiore ai 2000 volt (comprese quindi anche le linee agricole) per la durata di quindici anni a partire dal giorno dell'apertura dell'esercizio e più precisamente in misura di 15 centesimi per anno per ogni kg di rame impiegato per le linee aventi un peso di rame superiore ai 1000 kg per km, di cent. 20 per le linee con un peso di rame per km da 500 a 1000, e di cent. 25 per le linee con un peso inferiore ai 500 kg. Capitalizzando queste quindici annualità, al momento dell'apertura dell'esercizio, si rileva che il valore attuale di esse corrisponde all'importo di circa dieci annualità e per conseguenza, il contributo effettivo corrisposto dallo Stato è di L. 1,50, e rispettivamente di L. 2,00 e L. 2,50 per kg di rame installato per i tre casi sopraconsiderati.

Facendo l'analisi dei costi attuali di linee elettriche per scopi agricoli e per tensioni da 2000 a 10000 volt, si può agevolmente constatare che il valore capitalizzato in questi contributi corrisponde al 6 fino all'8 per cento del costo effettivo delle linee. Questi contributi sono quindi assolutamente inadeguati ed insufficienti e tali quindi da non compensare le spese e le noie per l'espletamento delle relative pratiche burocratiche, astrazione fatta dalla difficoltà di poter finanziare presso un istituto bancario le dette annualità. Sta di fatto che fino ad ora sia causa delle considerazioni suesposte, che degli esigui stanziamenti in bilancio, assolutamente irrisori, quasi nessun contributo è stato effettivamente liquidato. Non neghiamo che dal 1919 ad oggi i prezzi di costo per la costruzione delle linee elettriche sono sensibilmente cresciuti. Per questa ragione converrebbe che lo Stato aumentasse in misura adeguata la corresponsione dei contributi stessi e stanziasse in bilancio una somma corrispondente ai bisogni effettivi. Altrimenti sarebbe molto più opportuno abolirli senz'altro.

Per l'applicazione degli articoli dall'1 al 12 di detto decreto, non venne emanato alcun regolamento, bensì con Decreto del Ministro dei LL. PP. del 16 agosto 1920, vennero approvate le disposizioni impartite con circolare per l'applicazione degli articoli stessi.

Invece con Decreto 23 marzo 1922, n. 409 (circa due anni e mezzo dopo la promulgazione della legge relativa) è stato emanato il regolamento per l'applicazione degli articoli dal 13 al 22 inclusivo che riguardano appunto le facilitazioni per gli impianti elettroagricoli.

Ciò premesso i contributi che lo Stato riserva gli impianti di elettroagricoltura sono i seguenti:

- 1) Un contributo annuo per quindici anni nella misura sopra descritta di 15, 20 e 25 centesimi per kg di rame impiegato, per la costruzione di linee elettriche con un potenziale superiore ai 2000 volt destinate ad alimentare in modo prevalente impianti d'indole agricola.
- 2) Un contributo una volta tanto del 40 per cento sulla spesa per la costruzione e l'arredamento di cabine di trasformazione tanto fisse che mobili.
- 3) Un contributo per dieci anni di 3 centesimi per ogni kWh impiegato esclusivamente per lavori del terreno e di raccolto.

In primo luogo esaminiamo chi ha diritto a ricevere questi contributi. L'art. 13 del decreto e l'art. 1 del regolamento sono espliciti e menzionano i consorzi idraulici, di bonifica e di irrigazione, soli ed associati ed i privati agricoltori isolatamente o riuniti in consorzio che derivino con condutture proprie energia elettrica di tensione superiore ai 2000 volt dalle reti di distribuzione alimentate da centrali elettriche per utilizzarla a scopo prevalentemente agricolo. Come risulta a prima vista il legislatore ha lasciato fuori quegli enti che

⁽³⁾ BARKHAUSEN - *Jahrbuch für drahtlose Telegraphie und Telephonie* - Vol. XVIII, fasc. 6, pag. 416.

assumono dalle società od imprese elettriche una certa quantità di energia per distribuirla colle proprie reti agli agricoltori. Evidentemente il legislatore ha voluto escludere l'intervento di organi intermediari, fra il produttore ed il consumatore agricolo. Questa è evidentemente una deficienza del decreto, che però, a quanto ci consta, verrà eliminata quando esso verrà portato in Parlamento per la conversione in legge.

Per quanto si riferisce al contributo per le linee, abbiamo diggià dimostrato come in pratica questo sussidio sia assolutamente insufficiente e per conseguenza reputiamo inutile diffonderci ulteriormente in attesa che la legge venga modificata ed integrata.

Per il contributo molto più importante del 40 per cento sulle spese d'impianto per le cabine di trasformazione, sia fisse che mobili, vogliamo notare come il regolamento stabilisca che questo contributo venga corrisposto in tre rate eguali, la prima alla messa in esercizio, la seconda dopo cinque anni e la terza dopo dieci anni dalla prima rata, e ciò evidentemente allo scopo d'impedire che i trasformatori dopo aver goduto lo speciale sussidio, vengano senz'altro asportati ed utilizzati in altri impianti a carattere industriale. Si stabilisce quindi che la ditta la quale domanda il contributo, inoltri analoga domanda al Ministero di Agricoltura, presentando il relativo progetto e preventivo di spesa coll'indicazione dello scopo a cui l'energia da trasformarsi è destinata. Il Genio Civile constatata l'avvenuta esecuzione dell'opera corrispondente al preventivo, constatato lo scopo prevalentemente agricolo dell'impianto, fissa la data dell'apertura all'esercizio e rilascia un certificato in base al quale viene liquidata la prima rata. Prima di eseguire il pagamento della seconda e terza rata, il Genio Civile dovrà constatare l'esistenza delle cabine stesse ed il permanere della loro utilizzazione a scopo prevalentemente agricolo. A questo riguardo il regolamento precisa quali sono le utilizzazioni da considerarsi a scopo agricolo, e prescrive inoltre che un impianto è prevalentemente agricolo e quindi sussidiabile quando i due terzi delle utenze calcolate in base all'energia installata, servono agli scopi precedentemente indicati. Sarà quindi permesso attaccare ad una linea agricola anche utenze di carattere industriale, purché esse non consumino più di un terzo delle utenze a scopo agricolo. Dipiù ad impedire che vengano da principio installati e quindi sussidiati trasformatori con una prestazione troppo superiore ai bisogni, si stabilisce che la potenzialità totale dei trasformatori non possa superare il 50 per cento dell'energia totale impegnata dagli impianti a scopo esclusivamente agricolo.

Come si vede al contrario del contributo previsto per le linee, quello per le cabine fisse e mobili è veramente importante e tale quindi da portare un vero incremento alla costruzione delle cabine stesse. Occorre però che gli stanziamenti in bilancio siano tali da poter soddisfare le richieste, perché è a nostra conoscenza che l'impostazione totale sul bilancio del Ministero dell'Economia Nazionale per l'anno fiscale in corso per la somministrazione di questi sussidi è appena di L. 100.000, una cifra veramente irrisoria.

Per quanto riguarda il contributo di 3 centesimi per kWh impiegato per scopi di lavorazione del terreno e per l'azionamento di macchine da raccolto, ossia quasi esclusivamente in pratica per i lavori di aratura elettrica e di trebbiatura, notiamo che il prezzo di costo di un kWh consumato per scopi agricoli, varia enormemente a seconda del diagramma di utilizzazione, delle tariffe, della quantità di energia prelevata, ecc. Però in media possiamo calcolare che un kWh per scopi di aratura e di trebbiatura costi in Italia all'utente da 30 a 50 centesimi e per conseguenza il contributo di 3 centesimi corrisponde ad un sussidio medio di circa il 7 per cento. Non si può negare che il metodo di accertamento sia abbastanza oneroso, in quanto che l'effettiva constatazione della superficie del terreno arato elettricamente, e della profondità media raggiunta, come pure la quantità del prodotto e del raccolto elaborato con motori elettrici, i quali dati sono necessari per fissare di anno in anno il contributo da corrispondersi, debbono essere accertati da un organo tecnico quale il locale cattedratico ambulante. Ora una tale constatazione costituisce una difficoltà non indifferente, nonchè una perdita di tempo ed una spesa per l'accesso sul posto, che in qualche caso verrà a superare l'importo del contributo stesso.

Esaminata quindi la portata e l'importanza di questi contributi, notiamo che essi per tanto hanno un valore in quanto essi abbiano una corrispondenza in bilancio. E siccome non c'illudiamo che i meccanismi stanziamenti vengano adeguatamente accresciuti ed a maggior ragione che sia possibile ottenere che la misura del corrispettivo per i sussidi delle linee e dell'energia consumata venga aumentata in misura corrispondente ai bisogni, consigliamo gli interessati a non fare alcun assegnamento su di essi. Altrimenti si corre il pericolo che chi ha intenzione di eseguire impianti elettroagricoli, facendo a fidanza su questi contributi, non potendo all'atto pratico ottenerli, rinunci all'esecuzione di questi lavori che pur possono essere ben redditizi, e di enorme importanza per l'economia dell'azienda.

Però indipendentemente da questi contributi, la cui efficacia è come vedemmo ben problematica; il decreto 1995 contiene una disposizione d'indole generale e della più grande importanza. Le Società ed Imprese elettriche hanno nella loro grande maggioranza dato prova di seguire una politica lungimirante e di ben comprendere come per il loro incremento e la loro prosperità in un avvenire prossimo, le applicazioni elettroagricole possono costituire un campo non indifferente della loro attività. Esse quindi in generale cercano di favorirle in ogni modo e di fare ad esse condizioni di favore. Non mancano però le eccezioni, per cui qualche volta si è dovuto constatare il caso che le richieste di energia da parte degli agricoltori siano state senz'altro respinte, o che per la somministrazione di detta energia siano state richieste tariffe e condizioni esorbitanti. Ben si comprende come le Imprese elettriche preferiscano cedere di preferenza la loro energia all'industria la quale richiede notevoli quantità di forza, ha diagrammi di consumo fisso e determinati, coefficienti di utilizzazione più favorevoli, elimina il frazionamento delle utenze in una parola sfrutta meglio gli impianti delle linee, delle cabine e delle centrali. Cionondimeno non è giusto che l'agricoltore il quale per legge è obbligato a concedere alle linee elettriche il passaggio attraverso le sue terre, non possa usufruire dei vantaggi enormi che l'energia che scorre attraverso dette linee può apportare alla sua azienda. Onde eliminare questi inconvenienti eventuali, il decreto stabilisce due massime importantissime della cui efficacia non vi può essere dubbio in quanto esse non importano alcun onere finanziario al bilancio dello Stato e cioè che nei decreti di concessione per i futuri impianti di centrali elettriche come pure nelle concessioni in corso, il 10 per cento dell'energia prodotta venga riservata esclusivamente agli scopi elettroagricoli ed inoltre che le tariffe da stabilirsi per questi prelievi di energia da parte degli agricoltori, non possano superare a parità di prestazione in relazione al coefficiente di utilizzazione dell'energia prelevata in confronto all'energia impegnata, le tariffe praticate in forza di contratti fatti nella stessa epoca per l'energia praticata a scopo industriale.

Per conseguenza le Società elettriche non potranno più addurre il pretesto della mancanza di energia da cedere agli agricoltori fino alla concorrenza del 10 per cento dell'energia totale prodotta e dovranno fare agli agricoltori stessi il trattamento dell'utente più favorito.

Siamo sicuri che le relative sanzioni stabilite dal decreto non verranno mai applicate, in quanto che troppo bene conosciamo lo spirito che anima i nostri colleghi dirigenti di Imprese elettriche ed il loro amore per il progresso e per lo sviluppo delle aziende da essi gestite, ad ogni modo la presenza di queste disposizioni legislative costituisce una remora efficace per le poche eventuali eccezioni.

Ciò premesso la vera effettiva difficoltà che si deve superare per l'esecuzione d'impianti elettroagricoli è quella della costruzione delle reti e delle cabine di distribuzione. Non ci par giusto che le Società vengano obbligate a costruire a loro spese questi impianti, con uno scarso coefficiente di utilizzazione e per conseguenza gli agricoltori ed i bonificatori soli ed uniti in consorzi, eventualmente anche obbligatori dovranno provvedere a loro spese alla costruzione delle linee e delle cabine usufruendo dei vantaggi fissati dal decreto. E qualora le spese relative siano tali da non rendere redditizio il loro impianto, nessuna legge può obbligare ad impiegare il danaro senza un'adeguata remunerazione, anzi con perdita, e per conseguenza in questo caso le reti agricole non si costruiranno, ad ogni modo le imprese elettriche non potranno più addurre la scusa di non avere energia disponibile per l'agricoltura, e non potranno pretendere condizioni e tariffe proibitive che in pratica le rendano impossibile la sua utilizzazione a scopi agricoli.

Appunto per questo il decreto stabilisce che queste facilitazioni vengano solamente applicate a quegli utenti che a loro spese abbiano costruite proprie linee di distribuzione e propri posti di trasformazione.

Per quanto riguarda l'energia elettrica prelevata a scopo di irrigazione, gli utenti potranno optare fra le facilitazioni acconsentite dal decreto 1995 ossia per il contributo alle linee ed alle cabine (escluso il sussidio di 3 centesimi per kW consumato) oppure per i sussidi appositamente sanciti dalle disposizioni speciali concernenti le irrigazioni. E siccome questi ultimi sono più liberali, non vi è dubbio che gli utenti di impianti di elettro-irrigazione preferiranno questi ultimi i quasi si possono riassumere brevemente come segue:

Il testo unico sulle irrigazioni a norma del R. D. 1154 del 22 luglio 1920 fissa il contributo dello Stato per le opere di irrigazione. Questo contributo si riferisce al capitale effettivamente impiegato per le opere di presa, eduazione e condotta delle acque, compresi i serbatoi, i canali e gli apparecchi elevatori, e viene fissato in misura di un sussidio annuo del 3 % per un primo decennio e del 2 per cento per i due successivi decenni per le opere di piccola irrigazione, ossia quelle che derivino portate comprese da un litro a cento litri al secondo, ed un sussidio annuo del 3 % per il primo

decennio, del 2 % per il secondo e dell'uno % per il terzo per le opere di grande irrigazione che derivino portate superiori al modulo. Nel caso che il sollevamento dell'acqua venga eseguito con impianti elettrici, il contributo può essere commisurato all'intero costo dell'impianto, purchè questo sia esclusivamente destinato a scopi irrigui.

Se invece l'impianto è destinato ad altri scopi oltre che per la irrigazione, il concorso dello Stato è limitato alla sola quantità di energia effettivamente impiegata per l'irrigazione ed è stabilito fra un minimo di 500 ed un massimo di 800 lire per ogni cavallo elettrico.

Agli enti o privati, anche non proprietari dei terreni i quali eseguano a scopo irriguo le opere sussidiabili sopra elencate, può essere concesso un mutuo ammortizzabile durante la durata del contributo, ossia per un trentennio, scontando ad oggi all'interesse del 4 per cento le quote annue del contributo.

Per coloro che intendano di eseguire opere di elettro-irrigazione in terreni non ancora irrigati, il R. D. 54 del 5 gennaio 1922 concede a scelta una delle seguenti facilitazioni:

1) il sussidio annuo sopracitato del 3 e del 2 % per le opere di piccola irrigazione e per un trentennio o del 3, del 2 e dell'1 per cento per le grandi irrigazioni superiori al modulo per tre decenni consecutivi, se l'impianto elettrico è esclusivamente destinato per l'irrigazione.

2) un contributo annuo per i soli enti ammessi al mutuo, nella misura del 4 % annuo per un decennio sul capitale mutuato.

3) per le grandi irrigazioni superiori al modulo anticipazione del capitale corrispondente al valore attuale del sussidio scontato al 4 per cento, ossia un'anticipazione pari al 44,4 % del costo dell'opera.

Nel caso che l'impianto di produzione dell'energia elettrica destinata ad azionare un impianto di sollevamento di acqua a scopo irriguo, non serva esclusivamente per l'azionamento delle pompe, le due opere della centrale e dell'irrigazione verranno sussidiate separatamente ed il concorso per l'impianto elettrico verrà commisurato al quantitativo di energia effettivamente destinata all'irrigazione nella misura fra le L. 500 ed 800 come sopra. Il sussidio sarà ridotto in proporzione quando l'energia elettrica sia utilizzata soltanto per una parte dell'anno.

Quando l'impianto consista solamente nel solo trasporto ed utilizzazione dell'energia prodotta da estranei, ciò che in pratica rappresenta il caso più comune, non è più applicabile il sussidio da 500 a 800 lire per cavallo elettrico, bensì il sussidio in misura del 3 e 2 %, o del 3, 2 e 1 %, verrà corrisposto su tutto il capitale effettivamente impiegato per tutte le opere destinate all'irrigazione comprese le linee di derivazione, le cabine, i motori, il macchinario per il sollevamento dell'acqua, i serbatoi, i canali di distribuzione, ecc.

Inoltre il Ministero per l'Economia Nazionale col decreto 54 sopra menzionato stabilisce premi e concorsi per lo studio di progetti, specialmente per l'Italia del sud, sussidi per le ricerche di acque freatiche, per trivellazioni, costruzioni di pozzi, impianti elettro-irrigui, per l'impianto di campi sperimentali per l'irrigazione. Vengono inoltre autorizzati gli istituti di credito dipendenti dallo Stato a concedere mutui dietro garanzia delle sovvenzioni e vengono infine concessi notevoli partecipazioni d'indole fiscale.

Infine il Ministero si riserva di far studiare speciali progetti di irrigazione che presentino particolari difficoltà a mezzo degli uffici da esso dipendenti come pure bandisce concorsi a premio per i migliori progetti presentati.

Per quanto riguarda le applicazioni elettriche alle bonifiche, non venne emessa alcuna disposizione speciale, salvo le facilitazioni generali accordate dall'art. 13 del decreto 1995, ossia il sussidio alle linee ed alle stazioni di trasformazione destinate a fornire l'energia per l'azionamento delle idrovore.

Terminata così quest'arida esposizione delle disposizioni legislative che regolano le varie applicazioni dell'elettricità all'agricoltura, e che abbiamo fatto allo scopo di dare agli interessati un riassunto delle svariate leggi che regolano questa materia, in modo di dare un filo di Arianna in questa selva complicatissima di leggi, decreti, regolamenti e circolari, ci sembra giunto il momento di giungere alle conclusioni seguenti:

1) Le applicazioni dell'elettricità all'agricoltura costituiscono il mezzo più efficace per intensificare la produzione agricola ed allo stesso tempo per assicurare alle Imprese elettriche un campo di smercio della loro energia che in un avvenire che ci auguriamo prossimo possa raggiungere l'importanza dell'energia venduta a scopi industriali.

2) Le svariate facilitazioni accordate dalle leggi e decreti vigenti, alle applicazioni elettroagricole, sono per la massima parte inadeguate ai bisogni e di più i relativi stanziamenti in bilancio sono assolutamente insufficienti perchè le dette facilitazioni possano effettivamente essere applicate.

3) Occorre unificare e coordinare fra loro le varie disposizioni legislative le quali ora per alcuni riguardi sono di competenza del Ministero dei L.L. P.P. e per altri del nuovo Ministero dell'Economia Nazionale. E siccome le stesse pratiche si debbano contemporaneamente svolgere con i due sopradetti Dicasteri con differenti direzioni generali e corpi consultivi, ne consegue che l'interessato deve seguire una vera Via Crucis, con enorme perdita di tempo e di energia, a parte il fatto che i diversi organi hanno spesso differenza di vedute e di metodo.

Siccome il problema dell'incremento della produzione agricola è in gran parte un problema di elettrotecnica pratica e siccome i punti di contatto fra elettricità ed agricoltura sono molto più intimi che non sembri a prima vista, tanto che molte questioni importantissime, come il rimboscimento, i bacini montani, la sistemazione dei torrenti, le bonifiche idrauliche ed agrarie, le irrigazioni, i sollevamenti d'acqua, l'aratura elettrica, l'azionamento delle industrie agricole, ecc. interessano egualmente l'elettrotecnico e l'agricoltore, traiamo ottimi auspici dal fatto che a reggere le sorti dell'agricoltura nazionale venne dalla fiducia del Governo chiamato un elettrotecnico del valore di S. E. Corbino, il quale ha a suo tempo con rara competenza fondato, organizzato e diretto il Consiglio Superiore delle Acque ed ora il nuovo Consiglio Superiore dei L.L. P.P. Niuno quindi meglio di lui è in grado di apprezzare la portata dei problemi di elettrotecnica da noi accennati ed a provvedere adeguatamente; affinché l'Italia agricola aiutata dall'Italia industriale possa raggiungere il supremo scopo di produrre tutto il nutrimento necessario all'alimentazione del Paese. Non per niente il felice intuito del Presidente del Consiglio ha riunito in un unico ente le sparse membra degli ex Ministeri dell'Agricoltura, dell'Industria e Commercio e del Lavoro, a significare che fra Industria ed Agricoltura non esiste antagonismo, ma unità d'intenti ed un unico fine, ed ha affidato il nuovo Ministero dell'Economia Nazionale ad uno dei primi elettrotecnici che onorano l'Italia quasi a dimostrare che l'elettricità deve essere il mezzo più efficace a rendere l'Italia fiorente nelle sue Industrie, nei suoi Commerci e nella sua Agricoltura, affinché essa prenda il posto che per il suo passato e per il suo presente le compete fra le grandi nazioni europee.

Roma, 4 Agosto 1923.

□ I MODERNI IMPIANTI DI RICEZIONE RADIOTELEGRAFICA □ □ □ □ □

UGO SORDINA



Comunicazione per la XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.

1. Generalità. - 2. Disturbi atmosferici. - 3. Ricevitori antiparassiti. - 4. Ricezione direttiva con aerei a telaio e con radiogoniometri. - 5. Ricezione direttiva con lunghe antenne orizzontali. - 6. Ricezione a battimenti e modulazione. - 7. Registrazione. - 8. Principali impianti riceventi.

1. Generalità. — Per la ricezione di un segnale r. t. occorre anzitutto disporre di un circuito capace di raccogliere energia dalle onde elettromagnetiche, un circuito cioè che sotto l'influenza del campo elettromagnetico irradiato dalla stazione trasmittente diventi sede di f. e. m. e di correnti atte a rivelare il segnale stesso. Tali correnti, che raggiungono intensità estremamente deboli (ad es. dell'ordine di decimi o centesimi di microampere), variano naturalmente con legge strettamente vincolata al modo di manipolazione della stazione trasmittente. Prescindendo dai piccoli impianti e volendo solo accennare alle moderne sistemazioni dei grandi centri riceventi possiamo dire che la corrente di antenna è generalmente dapprima convogliata in una serie più o meno numerosa di successivi circuiti variamente accoppiati tra loro e costituiti da capacità e induttanze opportunamente combinate e regolate. Questi circuiti, di cui si cerca di rendere minima la resistenza ohmica e quindi minime le perdite, hanno lo scopo di filtrare le correnti oscillatorie ossia di costituire un facile passaggio alla corrente da ricevere e di ostacolare al massimo quelle dovute ai disturbi atmosferici e agli intrusi. La corrente filtrata viene quindi amplificata con successivi stadi di amplificazione, in cui si sfruttano le preziose proprietà dei tubi a vuoto. Dopo tale amplificazione essa non è ancora adatta, a cagione della sua frequenza troppo elevata, ad azionare direttamente un strumento rivelatore. Si provvede pertanto, con speciali dispositivi a un cambiamento di frequenza ottenendo così una corrente a frequenza più bassa (acustica o musicale), che è tuttavia la riproduzione fe-

dele del segnale telegrafico trasmesso. La nuova corrente, a sua volta filtrata e amplificata, è utilizzata nel circuito di un ricevitore telefonico, oppure è inviata ad azionare, dopo altri eventuali cambiamenti di frequenza e altre amplificazioni, un apparato registratore.

2. *Disturbi atmosferici.* — Il maggiore ostacolo alle comunicazioni r. t. è rappresentato dai cosiddetti «disturbi atmosferici» o «parassiti», sotto il quale nome si comprende tutta una serie di fenomeni che hanno sede nell'atmosfera e forse anche al di fuori di essa e che danno origine a onde elettromagnetiche. Queste onde, investendo l'aereo, si infiltrano nei circuiti ricevitori a malgrado dei dispositivi e degli accorgimenti usati e interferiscono col segnale, ostacolando o addirittura rendendo impossibile la ricezione. Se questa è fatta al telefono essi danno luogo a rumori e a suoni che variano di tipo e di intensità a seconda delle circostanze di luogo e di tempo. La varia natura dei rumori è servita a una classificazione che, pur non avendo carattere del tutto definito né sicura relazione con la natura del fenomeno originante il disturbo, è entrata ormai in varie forme nella pratica r. t. Essa ci sembra possa esser fatta nel modo seguente:

1) Il *fruscio* (*friture* dei francesi, *hissing* degli inglesi): rumore caratteristico pressoché continuo, che ricorda quello dell'acqua che scorre nei tubi e si verifica generalmente con atmosfera chiara o con tempo da neve.

2) Gli *schiocchi* (*claquements* dei francesi, *clicks* degli inglesi) rumori secchi e brevi, separati da pause di calma più o meno lunghe, che sono spesso precursori di forti scariche.

3) Il *crepitio* (*grinders* degli inglesi): rumore costituito da una serie più o meno numerosa di schiocchi succedentisi a brevissimi intervalli, pur non sovrapponendosi l'uno all'altro. È frequentissimo e specialmente molesto d'estate e nelle ore più calde.

4) I *boati* o *rombi*; fragore improvviso, seguito da un rumore sordo, che si affievolisce più o meno rapidamente e che dura alle volte anche alcuni secondi. Essi accompagnano sempre i temporali e sono spesso di tale intensità da prevalere su qualunque altro tipo di parassita.

Numerose ricerche furono fatte da vari sperimentatori allo scopo di stabilire l'origine, la natura, la periodicità, la direzione di provenienza dei disturbi atmosferici: le conclusioni alle quali essi arrivano sono spesso contraddittorie e si può dire che ancora scarse sono le nostre conoscenze a riguardo, in confronto con la grave varietà e complessità dei fenomeni in giuoco.

Possiamo in genere distinguere i diversi parassiti in due grandi categorie: 1° quelli che hanno sede nei bassi strati dell'atmosfera e fanno risentire la loro influenza a distanze relativamente piccole, dell'ordine di alcuni chilometri o decine di chilometri, e sono da attribuirsi a cause locali, com'è il caso delle scariche temporalesche o degli improvvisi spostamenti di masse elettriche per effetto di variazioni di potenziale nei vari punti del suolo o dell'aria; 2° quelli che hanno sede negli alti strati dell'atmosfera e fanno sentire il loro effetto anche a distanze grandissime. Le perturbazioni di questo secondo tipo sarebbero dovute al bombardamento cosmico, cioè agli urti fra la materia cosmica che la terra incontra nella sua traiettoria e lo strato esterno dell'atmosfera. Si è ricondotti così allo strato ionizzato o strato di Heaviside. Molte teorie sono state formulate in proposito, quasi sempre basate su ipotesi più o meno arbitrarie e capricciose; nessuna di esse soddisfa pienamente e trova completa conferma sperimentale.

Circa la periodicità delle perturbazioni atmosferiche e la loro direzione di provenienza, nulla si può dire di ben definito; è però ormai provato dall'esperienza che esse sono più numerose e intense d'estate anziché d'inverno e subiscono notevolissime variazioni diurne; provengono più frequentemente dalla terra che dal mare e prevalentemente da punti situati nel piano orizzontale, variano inoltre con la latitudine del luogo aumentando al diminuire di questa. Nei paesi tropicali esse avvengono quasi ininterrottamente per tutte le 24 ore salvo una pausa più o meno tranquilla e più o meno lunga a seconda delle stagioni alla quale si è di solito costretti di limitare il traffico radiotelegrafico.

Per molto tempo si è generalmente ritenuto che le scariche atmosferiche avessero carattere aperiodico e producessero quindi sulle antenne r. t. una f. e. m. unidirezionale di brevissima durata. Tale ipotesi è stata recentemente messa in dubbio e sembra più probabile trattarsi quasi sempre di scariche oscillatorie, che avvengono in numero grandissimo e su tutta la gamma di frequenze, per modo che, qualunque sia l'onda su cui è sintonizzato un apparato ricevente, esiste quasi sempre nel disturbo atmosferico una certa quantità di energia sulla frequenza che gli corrisponde. Mentre nella maggior parte dei casi si ritiene che la molestia dovuta ai disturbi atmosferici aumenti coll'aumentare della lunghezza d'onda, su cui è sintonizzato l'apparecchio ricevente, in altri è risultato che stazioni

riceventi su onde corte hanno registrato perturbazioni numerose e violente nello stesso momento in cui stazioni vicine, che ricevevano su onde lunghe, erano molto meno disturbate. Un nuovo metodo di misura destinato forse a portare molta luce nello studio dei disturbi atmosferici è stato ideato in questi ultimi tempi da W. Watt⁽¹⁾. In tale metodo la ricezione degli atmosferici è fatta con un'antenna resa aperiodica mediante l'inserzione di una grande resistenza. L'antenna è a forma di L rovesciato, alta m. 15,5 con uno sviluppo orizzontale di m. 500. Una capacità C_1 (fig. 1) uguale a quella dell'antenna

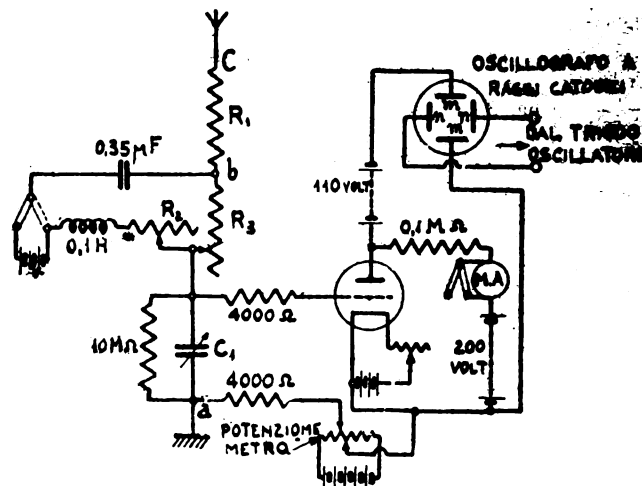


Fig. 1.

(2,5 μF) è inserita fra questa e la terra. La resistenza R_1 ha un valore di 2000 ohm e conseguentemente il fattore di smorzamento è di 4×10^3 . La resistenza R_2 e il circuito in derivazione su questa servono a produrre artificialmente degli impulsi per verificare il funzionamento dell'apparecchio durante la misura. La differenza di potenziale che si genera ai capi di C_1 è applicata tra filamento e griglia di un triodo amplificatore avente una piccolissima costante di tempo (10^{-8} secondi) e dopo amplificata va ad agire sulle armature mm di un condensatore situato in un oscillografo a raggi catodici. In questo è pure sistemato, ad angolo retto col primo, un altro condensatore nn su cui viene ad agire la tensione alternativa prodotta da un triodo oscillatore che è fatto oscillare con frequenze comprese fra 500 e 4000 periodi al secondo ed ha lo scopo di far tracciare dalla macchia catodica su di uno schermo fluorescente l'asse dei tempi. Le curve che la stessa macchia descrive sotto l'influenza della perturbazione atmosferica vengono rilevate ad occhio e subito disegnate. Data l'aperiodicità dell'antenna, le deviazioni dell'oscillografo sono in ogni istante proporzionali alla f. e. m. indotta ed è quindi possibile rilevarne la forma e la grandezza. W. Watt in base alle osservazioni fatte dal 29 novembre 1922 al 12 febbraio 1923 arriva alla seguente conclusione: esistono due tipi principali di perturbazioni, il tipo aperiodico A e il tipo quasi periodico Q (fig. 2). Nel

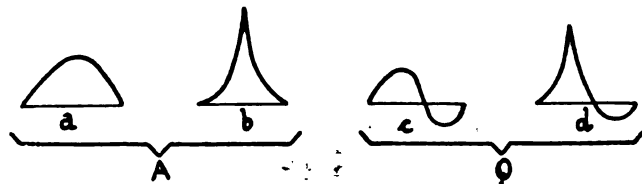


Fig. 2.

primo la curva della f. e. m. viene a trovarsi tutta da un lato rispetto all'asse dei tempi, nel secondo si osservano due o più mezz'oscillazioni. La durata media è di $3,1 \times 10^{-3}$ secondi per il tipo A e di $1,9 \cdot 10^{-3}$ per il tipo Q; le durate massime osservate sono rispettivamente di $55 \cdot 10^{-3}$ e $13,7 \cdot 10^{-3}$ secondi. Il fattore di smorzamento del tipo Q, calcolato in base al rapporto di due ordinate massime successive è risultato in media di $7,5 \cdot 10^3$. In taluni casi però lo stesso rapporto è risultato uguale ad 1. Si sono spesso inoltre constatate all'oscillografo delle striature che hanno rivelato delle frequenze di scarica variabili, di cui le più grandi sono state di circa 30 000 corrispondenti cioè a una lunghezza d'onda di circa 10 000 m. Come però giustamente osserva R. Mesny, questo limite relativamente basso non deve sorprendere dato il metodo usato il quale non permette di rilevare frequenze più elevate.

Si deve notare che le esperienze del Watt furono fatte in periodi

(¹) *L'onde Electrique*, luglio 1923, n. 19, pag. 398.

di quasi perfetta calma dal punto di vista delle perturbazioni atmosferiche e che ulteriori prove potranno quindi modificare i risultati finora ottenuti. Si può per ora concludere che, mentre è fuori dubbio ormai il carattere oscillatorio delle scariche di origine atmosferica, non abbiamo ancora dati per stabilire alcunchè di preciso sulla loro frequenza.

3. *Ricevitori antiparassiti.* — Per la eliminazione o attenuazione dei dannosi effetti dovuti ai disturbi atmosferici molti sistemi furono escogitati, fino dai primi tempi della radiotelegrafia, quando la ricezione era esclusivamente fatta con aerei aperti e quindi in condizioni particolarmente sfavorevoli. Un concetto largamente sfruttato, sebbene con poco successo, fu quello dei sistemi detti a compensazione o ad opposizione. Come esempio si può riferirsi a quello rappresentato in fig. 3 in cui si fa uso di due antenne poste a una certa

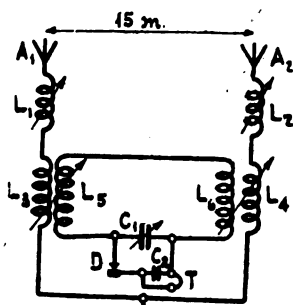


Fig. 3.

distanza l'una dall'altra in modo che non si influenzino reciprocamente, riunite alla base e messe a terra in un punto comune. Le bobine L_3 , L_4 inducono a mezzo di accoppiamento variabile sulle bobine L_1 , L_2 montate in opposizione in un unico circuito contenente il condensatore variabile C_1 , il detector D e la cuffia telefonica. Una delle antenne viene esattamente sintonizzata per l'onda da ricevere mentre l'altra è successivamente regolata in modo da aversi la perfetta opposizione ossia il silenzio al telefono. Mediante una successiva piccola sregolazione di una delle due antenne si ottiene che, mentre le correnti dovute al segnale non si annullano più nel circuito del telefono e il segnale stesso quindi diventa percettibile, il sistema rimane ancora sensibilmente compensato nei riguardi dei disturbi atmosferici, che risultano quindi più o meno attenuati. Un altro sistema consiste nel far uso di un'unica antenna, mettendo in derivazione fra essa e la terra un'induttanza di conveniente valore o meglio un'induttanza e una capacità messe in serie come è rappresentato in fig. 4. Si regolano l'autoinduzione d'antenna L_1 , il condensa-

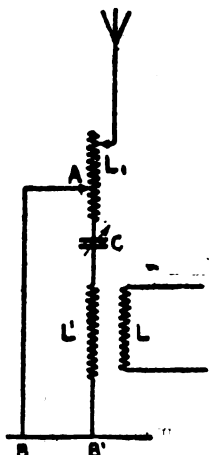


Fig. 4.

tore C e la posizione della presa A , in modo da ottenere, per la lunghezza d'onda da ricevere, un nodo di potenziale in A . Per tale onda la connessione anti-induttiva AB non ha effetto sensibile, mentre per lunghezze d'onda diverse e quindi anche per i disturbi atmosferici essa viene a mettere quasi in corto circuito il tratto $ACL'B'$.

Altri sistemi hanno di mira più che la eliminazione del disturbo atmosferico, la limitazione della sua intensità dentro limiti moderati, così da proteggere l'orecchio dell'operatore da quei rumori assordanti che si hanno per effetto di violenti scariche vicine. Sono questi i sistemi differenziali e i sistemi a saturazione. Nei primi si fa uso di due detector montati in opposizione, com'è rappresentato nello schema semplificato della fig. 5. La sensibilità di uno di questi è mantenuta normale come per la ricezione ordinaria, mentre si rende

l'altro molto meno sensibile (per es. mediante una opportuna regolazione della tensione ad esso applicata e non rappresentata nello schema). Si ha così, per segnali non troppo intensi, che il secondo detector rimane inattivo, per segnali invece molto intensi entra anche esso in funzione in opposizione al primo e quindi in modo tale da attenuare fortemente l'effetto della scarica.

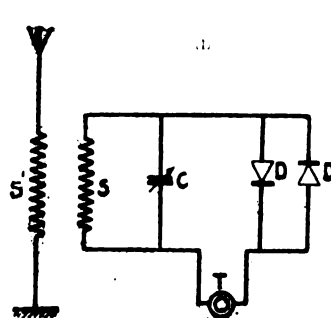


Fig. 5.

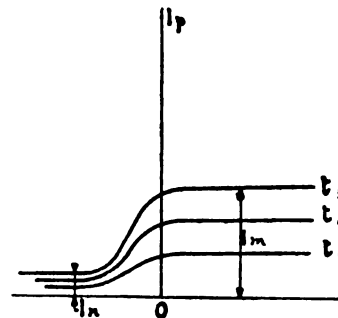


Fig. 6.

Nei sistemi a saturazione si utilizzano invece i fenomeni di saturazione dei tubi a vuoto. Consideriamo infatti le curve della fig. 6 che rappresentano il modo di variare della corrente anodica o di placca al variare della tensione di griglia per diversi valori di accensione del filamento. È evidente che, regolando opportunamente l'accensione e il valore medio della tensione di griglia, si potrà: 1° mantenere la variazione di corrente di placca dentro un limite determinato per quanto forte sia il disturbo atmosferico; 2° fare in modo che tale massimo di variazione sia esattamente uguale a quello corrispondente all'intensità del segnale da ricevere. Esiste naturalmente un limite oltre il quale l'accensione del filamento non si può ridurre, giacché tale diminuzione porta necessariamente di conseguenza una diminuzione di amplificazione.

4. *Ricezione direttiva con aerei a telaio e con radiogoniometri.*

— I sistemi antiparassiti finora accennati hanno avuto relativamente scarsa efficacia e sono ben lungi dal rappresentare una completa soluzione per la eliminazione dei disturbi atmosferici. Un più forte miglioramento si è avuto con l'uso della ricezione direttiva, sostituendo cioè, per la captazione del segnale, all'antenna r. t. ordinaria, speciali circuiti aventi la proprietà di ricevere prevalentemente in determinate direzioni. Se ancora oggi può essere da taluno ritenuta discutibile l'utilità pratica del radiogoniometro come strumento di navigazione, specie se usato per grandi distanze (e ciò in considerazione dei molteplici errori cui può essere soggetto e della sua regolazione talvolta laboriosa), è certamente vero l'enorme vantaggio che la ricezione direttiva ha portato nelle comunicazioni r. t. e senza tema di esagerare si può dire che essa ha costituito il progresso più notevole raggiunto in quest'ultimi anni nella attenuazione o eliminazione delle interferenze e dei disturbi atmosferici.

È noto che il mezzo più semplice e forse anche più largamente diffuso per ottenere la ricezione direttiva è quello di usare come aereo un semplice quadro o telaio costituito da un numero più o meno grande di spire facenti capo o direttamente o indirettamente a un condensatore di sintonia. Un tale telaio, sistemato in un piano verticale, ha la proprietà di essere influenzato al massimo dalle onde elettromagnetiche provenienti da stazioni situate nel suo piano e di rimanere insensibile a onde elettromagnetiche provenienti da direzioni perpendicolari al piano del telaio stesso. Per rendersi conto del modo di funzionare di un tale circuito ricevente basta tener presente il fatto che le onde elettromagnetiche si propagano con velocità finita. Supposto per esempio che la stazione trasmittente sia nel piano del telaio, le linee di campo magnetico tagliano i due lati verticali di esso in due istanti successivi; l'intervallo fra questi istanti è uguale al tempo che l'onda impiega a percorrere la lunghezza del telaio.

Nel caso generale i due lati verticali diventano sede di f. e. m. che sono fra loro sfasate di un angolo che è funzione della lunghezza d'onda del segnale e dell'orientamento del telaio rispetto alla stazione trasmittente. Più semplicemente basta considerare la variazione di flusso concatenato: essa è massima quando le linee di forza magnetica sono perpendicolari al piano del telaio, nulla quando giacciono nel piano del telaio. Per direzioni intermedie la f. e. m. indotta varia col coseno dell'angolo che la direzione di provenienza del segnale fa col piano del telaio. Dal punto di vista quindi delle f. e. m. che, a pari campo inducente e a pari lunghezza di filo impiegato, si possono avere in un aereo aperto e in un telaio, l'adozione di quest'ultimo rappresenta uno svantaggio; veniamo infatti in esso a comporre f. e. m. che sono quasi in opposizione di fase. Dal punto di vista delle correnti, che nei due casi possiamo ricavare, tale svantaggio viene in parte eliminato per il fatto che la resistenza ohmica

del telaio può essere sempre ridotta a valori assai piccoli per la mancanza della presa di terra. Comunque, tali considerazioni cessano di avere importanza decisiva, data la potenza dei moderni impianti trasmettenti e l'enorme amplificazione raggiunta coi tubi a vuoto.

Fino a poco tempo fa le caratteristiche di ricezione degli aerei in genere e dei telai in specie non erano state studiate che nel piano orizzontale e non si era tenuto conto della terza dimensione. È noto invece come un circuito ricevente possa essere influenzato da onde provenienti dall'alto e da tutte le direzioni com'è nel caso dei disturbi atmosferici e dei segnali emessi da velivoli; è quindi della massima importanza conoscere il diagramma di ricezione rispetto a tutte e tre le dimensioni nello spazio. Per un telaio verticale il diagramma di ricezione nel piano orizzontale è la nota curva ad otto rappresentata in fig. 7. Tale curva non è che una curva ideale; nella

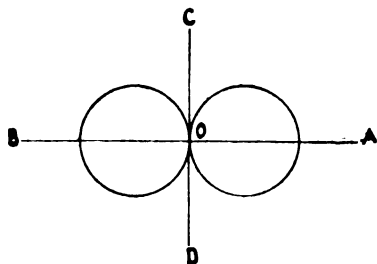


Fig. 7.

pratica essa risulta più o meno deformata e asimmetrica. Nel piano verticale contenente il telaio l'intensità di ricezione è evidentemente la stessa qualunque sia la direzione di provenienza dell'onda; la curva di ricezione in tale piano è quindi un cerchio. La superficie caratteristica di ricezione relativa alle tre dimensioni si ricaverà quindi tenendo presenti le due curve suddette; essa avrà la forma di un toro generato da un cerchio che ruota intorno ad un asse orizzontale ad esso tangente e normale al piano del telaio com'è rappresentato in fig. 8 in cui la linea NZ è la verticale nadir-zenit e la linea AB la traccia orizzontale del telaio stesso. La fig. 8 rappresenta quindi il solido generato dalla fig. 7 quando sia fatta ruotare intorno all'asse CD.

Se consideriamo invece un aereo aperto, costituito cioè da un unico filo verticale le cui dimensioni siano piccole rispetto alla lunghezza d'onda, la caratteristica di ricezione nel piano orizzontale sarà un cerchio mentre quella nel piano verticale avrà la forma ad 8, sarà cioè analoga a quella già riportata in fig. 7. La superficie caratteristica per le tre dimensioni avrà anche in questo caso la forma di

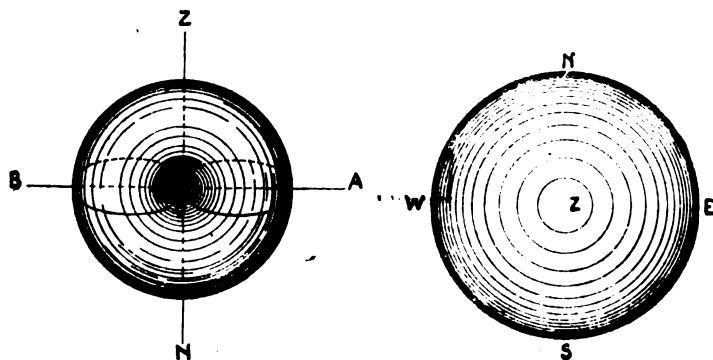


Fig. 8.

Fig. 9.

un toro ruotato però di 90° rispetto al primo; con un aereo aperto non sarà possibile ricevere onde elettromagnetiche provenienti dallo zenit mentre saranno ricevute col massimo di intensità quelle provenienti da tutti i punti situati nel piano orizzontale. Anche qui naturalmente si avranno nella pratica delle deformazioni e asimmetrie dovute in parte al fatto che le antenne r. t. hanno generalmente anche uno sviluppo orizzontale non trascurabile. La fig. 9 rappresenta la proiezione dell'emisfero al disopra dell'aereo aperto; le ombreggiature rappresentano la intensità di ricezione dei segnali emessi dai diversi punti di questo emisfero; la ricezione è massima per segnali provenienti dall'orizzonte, nulla per quelli provenienti dallo zenit.

Se i disturbi atmosferici ci venissero esclusivamente dall'alto, l'antenna verticale sarebbe la più adatta per la loro eliminazione, se d'altronde essi provenissero con uguale intensità da tutte le direzioni e da tutte le altezze non si spiegherebbe l'attitudine del telaio ad attenuarli; ed è questo fatto, ormai ampiamente provato, che dimostra come essi provengano principalmente da punti situati nel piano orizzontale.

Un ulteriore miglioramento nella ricezione si ottiene riunendo in un unico circuito ricevente le caratteristiche direttive del telaio e dell'aereo aperto. Occorre allora accoppiare un'antenna e un telaio con un unico circuito secondario regolando le cose in modo che le correnti nel quadro e nell'antenna, pur essendo dovute a f. e. m. sfasate di 90°, risultino invece spostate di fase di 180° e possano quindi agire sull'unico secondario in fase ovvero in opposizione fra loro. Il diagramma di ricezione in un piano orizzontale risultante dai due effetti combinati quando anche la intensità delle due azioni sia stata opportunamente regolata, è rappresentata in fig. 10. La ricezione è massima nella direzione O-A, nulla nella direzione O-B e prende valori intermedi per le altre direzioni; la curva completa è così una cardioide. Nel piano verticale comprendente il quadro la curva di

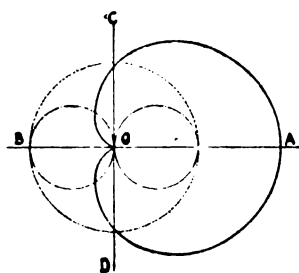


Fig. 10.

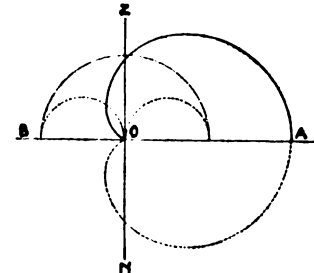


Fig. 11.

ricezione è identicamente una cardioide com'è rappresentato in fig. 11 con un massimo all'orizzonte in A e un minimo all'orizzonte in B. La ricezione nella direzione dello zenit cioè lungo O-Z, essendo esclusivamente quella dovuta al telaio è naturalmente uguale alla

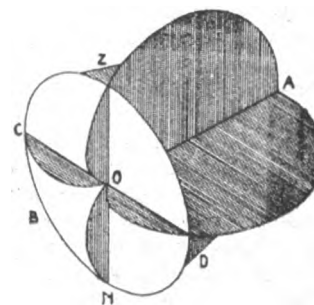


Fig. 12.

metà di quella che si ha nella direzione O-A. La fig. 12 rappresenta l'intersezione della superficie completa di ricezione a tre dimensioni fatta con tre piani perpendicolari; dall'esame di essa si vede che i disturbi provenienti da punti non situati sull'orizzonte oppure anche

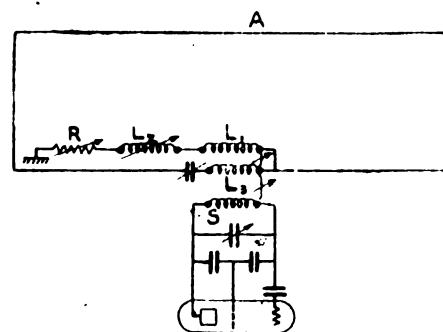


Fig. 13.

situati sull'orizzonte ma in una direzione diversa da O-A sono o ricevuti debolmente o addirittura eliminati. Una delle più semplici e delle prime sistemazioni di circuito adottate per riunire insieme le proprietà direttive dell'antenna e del telaio è quella rappresentata in fig. 13. Risultati ancora migliori si sono avuti in seguito usando un'antenna aperta separata e lasciando il telaio completamente isolato da terra.

Un altro sistema di ricezione eminentemente direttiva è il ben noto radiogoniometro, rappresentato in fig. 14. Esso è costituito da due telai a una sola spira situati in due piani verticali e perpendicolari, facenti capo a due bobine fisse anch'esse giacenti in piani verticali o perpendicolari, in presenza delle quali, e più o meno strettamente accoppiata con esse, trovasi una terza bobina ad asse orizzontale girevole intorno a un suo diametro verticale e facente capo o direttamente o indirettamente a un condensatore di sintonia. Le correnti indotte nelle due bobine fisse, quando siano esattamente in

fase fra loro, creano un campo risultante alternativo che ha la stessa direzione di quello prodotto dalla stazione trasmittente, se le bobine sono convenientemente orientate. Ne segue che il principio di funzionamento del radiogoniometro si riporta integralmente a quello del telaio, quando si consideri in luogo del campo magnetico spaziale, irradiato dalla stazione trasmittente, quello generato nell'interno dell'apparecchio dalle bobine fisse, che ne è una fedele riproduzione in

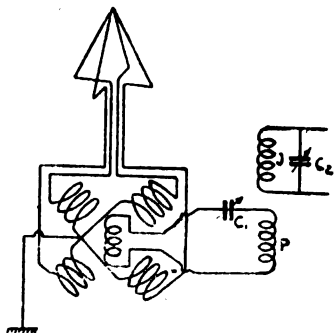


Fig. 14.

miniatura sensibilmente intensificata, e in luogo del telaio la bobina mobile o bobina esploratrice. Una sistemazione di circuito che permette, anche col radiogoniometro, di comporre e sommare in un unico circuito, facente capo all'amplificatore, le caratteristiche del telaio e dell'antenna e quindi ottenere il diagramma a cuore nel piano orizzontale e nello spazio e che permette altresì di sistemare il radiogoniometro e il ricevitore a una certa distanza dai due aerei, è rappresentata in fig. 15.

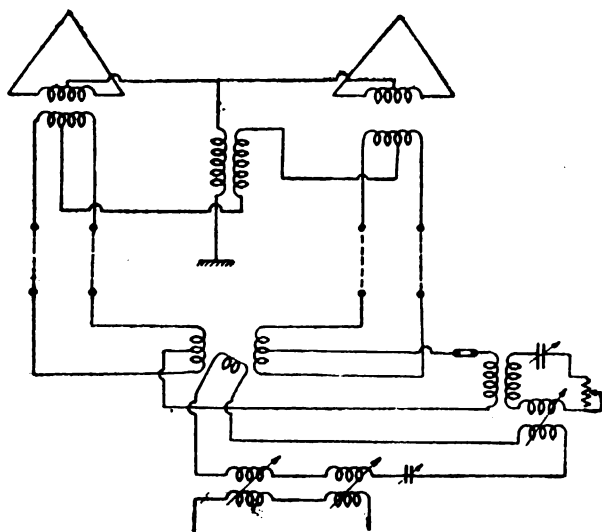


Fig. 15.

Se si vuol fare un rapido confronto fra i due sistemi, radiogoniometro e telaio, non si può dire che uno qualunque dei due sia nettamente superiore all'altro. Nel radiogoniometro si viene necessariamente ad inserire in circuito una causa di perdita in più dovuta alla resistenza delle due bobine fisse e ciò può costituire una condizione di svantaggio quando si tratti di ricevere segnali estremamente deboli. Esso inoltre presenta una minore semplicità costruttiva, ma offre d'altra parte una maggiore elasticità di funzionamento permettendo di orientare prontamente e comunque il diagramma di ricezione, ciò che non si può ottenere col semplice telaio quando questo debba essere molto grande e fisso. Ma data l'enorme amplificazione che si può oggi ottenere con l'uso dei tubi a vuoto, le dimensioni di un telaio adatto per la ricezione anche a grande distanza sono relativamente modeste, per modo che è quasi sempre possibile fare uso, anche in questo caso, di telai girevoli che permettono di orientare comunque il diagramma di ricezione senza ricorrere a complicate e costose installazioni costruttive. Quando invece si ritenga opportuno usare aerei molto grandi il radiogoniometro permette di non imporre ad essi alcuna limitazione e di avere come unico e maneggevolissimo organo mobile, per orientare comunque il diagramma di ricezione, una piccola e semplice bobina.

5. *Ricezione direttiva con lunghe antenne orizzontali.* — In America è stato in questi ultimi anni sviluppato e adottato un tipo speciale di aereo ricevente direttivo che vien chiamato « Antenna a onde »⁽²⁾.

Tale antenna è sostanzialmente costituita nella sua forma più semplice da un filo orizzontale dello sviluppo di circa una lunghezza d'onda disteso in direzione della stazione trasmittente (fig. 16). Quando il segnale raggiunge l'estremità A, provenendo nella direzione indicata in figura, si ha una f. e. m. indotta nel filo dovuta al fatto che il fronte dell'onda elettromagnetica non è perpendicolare alla superficie della terra, ma risulta inclinato in avanti di un angolo che può variare da 1° a 10° a seconda della lunghezza d'onda e della na-

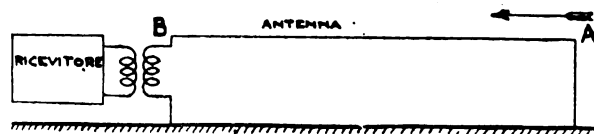


Fig. 16.

tura del terreno. Una piccola onda di corrente parte perciò dall'estremità A e si muove verso la stazione ricevente: se la sua velocità di propagazione sul filo è uguale alla velocità di propagazione dell'onda nello spazio, si ha che questa, avanzando contemporaneamente a quella, le somministra in continuazione dell'energia e ne aumenta a mano a mano l'ampiezza. Il fenomeno è illustrato in fig. 17, in cui è rappresentata un'unica onda di corrente sul filo nei successivi istanti. Se l'uguaglianza delle due velocità non si verifica, hanno luogo fenomeni di interferenza e l'onda sul filo aumenta di ampiezza fino a un certo punto per poi diminuire.

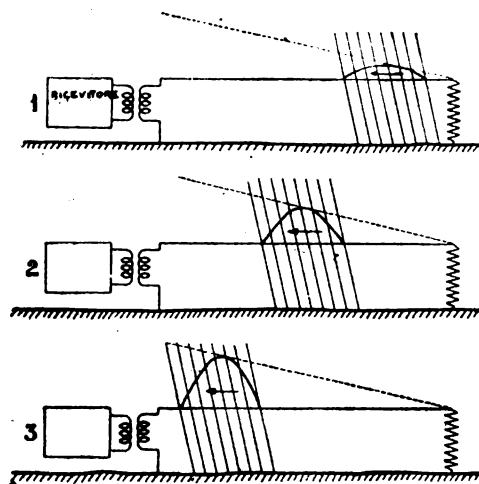


Fig. 17.

Un segnale proveniente da direzione opposta genera similmente un'altra onda di corrente che avrà un'ampiezza crescente da B verso A. Se ora la linea è isolata oppure messa direttamente a terra in A, quest'onda viene riflessa e va ad influenzare il ricevitore in B. Ma se l'antenna presenta in A un'impedenza smorzatrice tale da impedire le riflessioni, si viene a realizzare un sistema ricevente pressoché unidirezionale. La teoria e l'esperienza dimostrano che una resistenza non induttiva messa all'estremità della linea fra questa e la

terra di valore $R = \sqrt{\frac{L}{C}}$ ohm, in cui L e C sono l'induttanza e la capacità dell'antenna per unità di lunghezza, costituisce uno smorzatore praticamente perfetto.

Gli elementi che principalmente influiscono sul diagramma di ricezione di un'« antenna a onde » sono: la lunghezza d'onda del segnale, la lunghezza dell'antenna, il suo fattore di attenuazione per unità di lunghezza e la velocità di propagazione della corrente su di essa. In fig. 18 è riportato il diagramma teorico di ricezione di un'antenna per il caso in cui si ha: $\lambda = 15$ km, $l = 12$ km. $\alpha = 0$ $w = 0,8$ v essendo l la lunghezza dell'antenna, α il fattore di attenuazione per km, w la velocità di propagazione della corrente lungo il filo, v la velocità della luce. Le intensità di ricezione per le diverse direzioni di provenienza del segnale rispetto al piano verticale contenente l'antenna sono riportate prendendo come unità di misura l'intensità massima che si ha quando la stazione trasmittente è nel piano dell'antenna e dalla stessa parte, rispetto al ricevitore, della resistenza smorzatrice.

Quando interessi la eliminazione di uno speciale disturbo, com'è il caso di una stazione trasmittente vicina, occorre procedere a una speciale compensazione, la quale viene fatta sistemando al posto della resistenza smorzatrice un circuito contenente resistenza, capacità e induttanza messe in serie. Se trattasi per esempio di eliminare il disturbo dovuto a una stazione situata nel piano dell'antenna e dalla parte opposta a quella della stazione da cui si vuol ricevere (fig. 19)

⁽²⁾ Journal of the American Institute of Electrical Engineers, n. 3, vol. XLII, marzo 1923, pag. 258.

si fa in modo, regolando opportunamente i valori di L , R , C , che la corrente che arriva in A per effetto del disturbo sia riflessa lungo la linea in tensità e fase tali da annullare la corrente che, lo stesso disturbo genera in B .

In fig. 20 è riportata una curva di ricezione ricavata sperimentalmente per un'antenna non compensata. Per la misura fu usata una

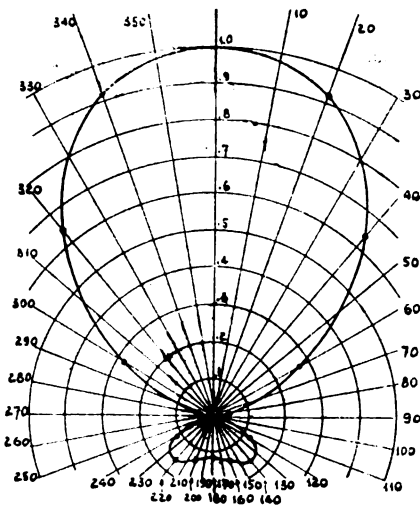


Fig. 18.

piccola antenna trasmettente che era mantenuta in oscillazione sull'onda di 120 m. da un apparato da 5 kW. A circa 600 m. da tale antenna venne costruito un sistema di « antenne a onde » costituito da 24 linee, lunghe ciascuna 55 m. e a un mezzo metro circa da terra, messe a raggiera intorno a un punto centrale. Unendo al centro due linee opposte si aveva un'« antenna a onde » lunga 110 m. Si

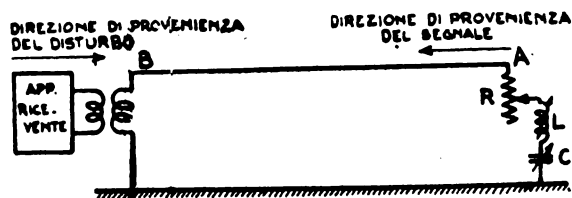


Fig. 19.

potè così disporre di 12 di tali antenne, una cioè ad ogni 15° d'orizzonte. Per ogni estremità di ciascuna antenna fu sistemata una presa di terra di circa 20 ohm di resistenza. La corrente ad un'estremità era misurata mediante una coppia termoelettrica e relativo galvanometro, mentre l'altra estremità era messa a terra attraverso una resistenza smorzatrice. Le misure furono fatte successivamente sulle

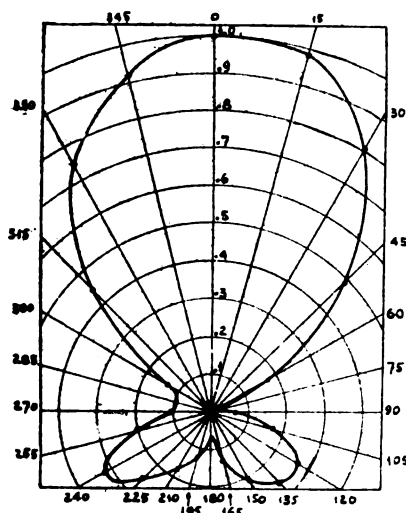


Fig. 20.

diverse antenne mentre si manteneva il più possibile costante la potenza messa in gioco dall'apparato trasmettente.

Le disuniformità relativamente piccole, che si riscontrano nella curva ricavata dagli sperimentatori americani, sono dovute alle seguenti cause principali: 1) la resistenza di smorzamento usata non era esattamente eguale all'impedenza critica della linea, com'è risultato da ulteriori misure fatte; 2) i tratti verticali della linea non

avevano altezza trascurabile in confronto al suo sviluppo orizzontale; 3) il terreno non era perfettamente piano; 4) la divergenza dell'onda in arrivo non era trascurabile, tenuto conto della vicinanza della stazione trasmettente.

I risultati ottenuti fin dalle prime prove fatte con l'« antenna a onde », almeno per quanto viene riferito dagli sperimentatori americani, sono stati veramente ottimi e tale tipo di antenna si è dimostrato particolarmente vantaggioso per la eliminazione dei disturbi atmosferici. Certo, l'uso di un tale sistema per il quale è necessaria la sistemazione di una speciale linea lunga parecchi chilometri e sostenuta da pali, rappresenta una soluzione molto meno semplice e meno economica di quella di un telaio o di un radiogoniometro e richiede inoltre la disponibilità di lunghe zone di terreno pianeggianti e convenientemente orientate.

Nei riguardi dei disturbi atmosferici, conviene dire che un sistema ideale di ricezione sarebbe quello in cui si potesse disporre di un circuito capace di raccogliere energia solo da onde provenienti da un piccolissimo settore d'orizzonte e di un apparato ricevente atto ad amplificare soltanto un'unica frequenza o almeno una ristrettissima gamma di frequenze. A parte speciali dispositivi, che non sempre è dato conoscere con esattezza, i mezzi principali con cui oggi si tende alla completa eliminazione dei disturbi sono essenzialmente:

a) ricezione direttiva con effetti combinati di circuiti aperti e di circuiti chiusi; b) filtrazione delle correnti (sull'alta e sulla bassa frequenza) combinata con l'uso di amplificatori fortemente sintonici.

Guglielmo Marconi sviluppando una sua antica idea, che ha sempre tenacemente sostenuta fin dai primordi della radiotelegrafia, ha eseguito negli ultimi mesi importanti esperienze che sono forse destinate a modificare sensibilmente l'ulteriore sviluppo della tecnica delle comunicazioni senza fili. Tali esperienze, di cui non si hanno per ora che scarse notizie, si ritiene consistano essenzialmente nella adozione di speciali sistemi direttivi ottenuti sia alla trasmissione, sia alla ricezione mediante specchi e l'uso di onde estremamente corte.

6. *Ricezione a battimenti.* — È noto come le correnti amplificate ad alta frequenza non possano essere senz'altro raddrizzate; non sarebbe possibile difatti percepire alcun suono al telefono. È necessario pertanto provvedere a un cambiamento di frequenza, ottenere cioè, dal segnale in arrivo, una corrente che vari di ampiezza con un valore di frequenza compreso nella gamma di udibilità.

Il metodo generalmente usato è il cosiddetto metodo dei « battimenti »; in esso si fa uso di una eterodina, cioè di un generatore locale di oscillazioni mantenuto in azione su una lunghezza d'onda poco diversa da quella del segnale in arrivo. Le due frequenze, quella del segnale e quella generata sul posto, sovrapponendosi in un circuito unico, danno origine a una corrente risultante che si può considerare come un'oscillazione di frequenza radiotelegrafica, di cui la ampiezza varia periodicamente con frequenza pari alla differenza delle due frequenze originarie. Raddrizzando quindi tale oscillazione e regolando opportunamente l'eterodina si può a piacere variare la nota ricevuta al telefono. Questo metodo si è dimostrato particolarmente vantaggioso per il fatto che, regolando opportunamente l'ampiezza di oscillazione dell'eterodina, si può portare il triodo raddrizzatore a funzionare nelle condizioni più favorevoli. Un altro metodo derivato da questo è il cosiddetto metodo dei « doppi battimenti » in cui si fa uso di due eterodinizzazioni e due raddrizzamenti successivi, e si passa così per una frequenza intermedia che, pur essendo più bassa di quella corrispondente al segnale, è ancora ultra-udibile. Tale secondo metodo è particolarmente adatto per la ricezione di onde corte.

Il sistema dei battimenti in genere, mentre ha rappresentato un enorme progresso rispetto ai vecchi sistemi di ricezione con ticker, presenta pur sempre un punto debole per il fatto del rendimento relativamente basso che si ha inevitabilmente nel raddrizzamento dei segnali. I raddrizzatori usati infatti non sono mai dei raddrizzatori perfetti, essi cioè non sopprimono mai completamente tutte le semi-onde di un determinato segno, lasciando integralmente sussistere quelle di segno opposto. Il valor medio perciò della corrente raddrizzata è sempre più piccolo del valore medio della semi-onda di corrente da raddrizzare. In base a tali concetti è stato ideato da M. Jouaust un nuovo sistema di ricezione detto « a modulazione »^(*). Esso consiste (fig. 21) nel fare agire la tensione alternativa dovuta al segnale nel circuito di griglia di un triodo, nel cui circuito anodico agisce, anziché una f. e. m. continua dovuta a una batteria di pile o accumulatori, la tensione alternativa ad alta frequenza, che si ha ai capi di un condensatore facente parte del circuito oscillante di un'eterodina. Nello stesso circuito anodico è inserito il telefono. Siccome la corrente anodica si può avere soltanto per valori positivi di tensione anodica, il circuito di placca, in assenza del segnale, è percorso da una corrente pulsativa ad alta frequenza di valor medio costante, che non produce alcun

(*) *L'onde Electrique*, gennaio 1922, n. 1, pag. 26.

suono al telefono. All'arrivo del segnale i successivi impulsi di corrente risultano aumentati o diminuiti, in funzione del modo di variare della tensione di griglia. Se la frequenza dell'eterodina è poco diversa da quella del segnale, gli intervalli di tempo in cui la tensione di griglia favorisce oppure ostacola la corrente anodica, si succedono con frequenza pari alla differenza delle due frequenze. Si ha quindi una corrente anodica di ampiezza variabile a bassa frequenza. Il sistema di modulazione Jouaust si è dimostrato più efficace del sistema ordinario a eterodina ed è ora vantaggiosamente usato sia nel centro ricevente di Monterotondo (Roma), sia in quello di Livorno (Coltano) (*).

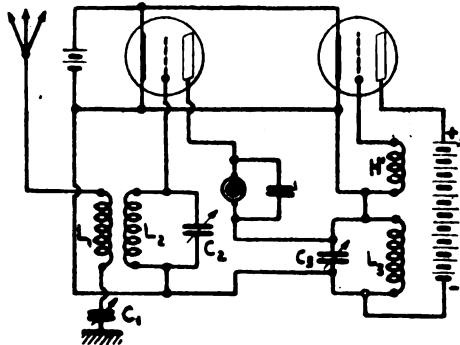


Fig. 21.

7. *Registrazione.* — La registrazione dei segnali r. t. risale ai primissimi tempi della radiotelegrafia; è noto infatti come nelle prime esperienze fatte con l'uso delle onde elettro-magnetiche per le comunicazioni a distanza senza filo, la ricezione non si concepiva se non coll'impiego di un relais elettromagnetico che, sotto l'influenza delle variazioni di corrente in un coherer, azionasse un apparato Morse od altro analogo. In seguito, coll'adozione degli apparati trasmissenti a scintilla musicale, la registrazione meccanica fu completamente abbandonata e sostituita da quella fatta al telefono e ciò portò un grande vantaggio per l'enorme sensibilità dell'orecchio e la sua attitudine a percepire e distinguere la nota corrispondente al segnale anche in mezzo al fruscio e ai rumori causati dai disturbi atmosferici e all'interferenza prodotta da segnali di nota diversa.

I progressi raggiunti in questi ultimi anni e dovuti in massima parte all'uso dei tubi a vuoto, degli aerei direttivi e dei sistemi di amplificazione altamente selettivi, hanno permesso alla radiotelegrafia di entrare nel campo commerciale e competere con la telegrafia su filo e su cavo. Si sono pertanto resi necessari dei mezzi di trasmissione e ricezione sempre più rapidi; l'orecchio umano è risultato insufficiente allo scopo e ha dovuto essere sostituito da mezzi meccanici. Si è così ritornati alla registrazione automatica dei segnali r. t. ed essa è stata ormai adottata, se non in servizio continuo, almeno per una parte di traffico, da tutti i grandi centri riceventi.

I principali sistemi di registrazione finora adottati o sperimentati, possono dividersi in tre categorie: 1) sistemi acustici; 2) sistemi fotografici; 3) sistemi meccanici.

Nei primi è ancora l'orecchio che si viene a utilizzare come organo principale di ricezione con l'intermediario di un fonografo o di un telegrafono. Trattandosi per esempio di ricevere dei segnali molto rapidi per i quali l'orecchio è insufficiente, si fa agire il telefono davanti a un grammofo che viene fatto girare ad alta velocità. Avuta l'impronta fonografica lo stesso grammofo si fa di nuovo girare a velocità ridotta e la ricezione può esser fatta al telefono come d'ordinario. Nel caso del telegrafono si fa scorrere davanti a un elettrocalamita un sottile filo di ferro sul quale i segnali vengono a inscrivere per effetto della diversa magnetizzazione causata nei successivi tratti di filo dalle variazioni di corrente dovute al segnale stesso. La ricezione può essere fatta al telefono facendo di nuovo scorrere lo stesso filo a velocità ridotta.

Nei sistemi fotografici il ricevitore telefonico è sostituito da un galvanometro o elettrometro a specchio, di cui l'organo mobile, reso sufficientemente leggero, può seguire fedelmente i segnali anche rapidi. L'iscrizione è fatta mediante un fascio luminoso che, proiettato sull'organo mobile, viene da questo riflesso e impressiona una striscia di carta fotografica che si sposta ad angolo retto rispetto ai movimenti dell'immagine luminosa. Tali sistemi sono forse i più adatti per scopi scientifici, anche perchè, bastano per il loro funzionamento correnti estremamente deboli, dell'ordine dei microampere.

Nei sistemi meccanici, che sono quelli ormai più largamente

adottati presso i maggiori centri riceventi, la registrazione viene fatta o mediante una punta scrivente che si muove su una striscia di carta ad angolo retto con lo spostamento di questa, oppure addirittura mediante una macchina che stampa direttamente i segnali. Nel primo caso si utilizzano strumenti derivati dal siphon recorder i quali richiedono correnti dell'ordine di un milliampere e possono essere senz'altro azionati, dopo una conveniente amplificazione, inserendoli nel circuito di uscita di un ultimo apparecchio raddrizzatore e amplificatore a bassissima frequenza; nei secondi invece, per i quali si richiedono correnti dell'ordine di alcune decine di milliamper, si ricorre generalmente ad un relais il quale a sua volta fa funzionare un apparato Baudot o Creed. Gli amplificatori cosiddetti a bassissima frequenza e a corrente continua per i registratori a penna, sono in sostanza degli amplificatori a resistenza in cui l'accoppiamento fra la placca di ciascun triodo e la griglia del succes-

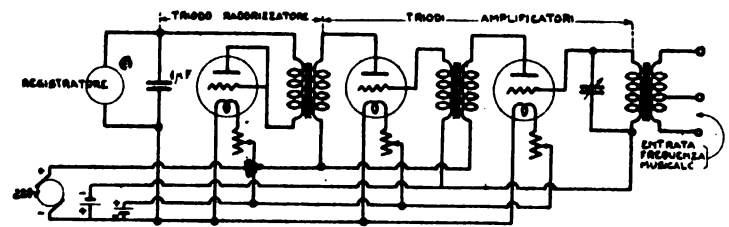


Fig. 22.

sivo è fatto o mediante condensatore di grande capacità atto a portare a un conveniente valore la costante di tempo, oppure mediante l'inserzione di pile. In altri dispositivi si amplificano invece direttamente le frequenze musicali, raddrizzandole poi in un ultimo triodo che è fatto funzionare come semplice diodo per mezzo del collegamento in comune di anodo e griglia, come è rappresentato in figura 22.

8. *Principali impianti riceventi.* — Come è noto, accanto ai grandi centri mondiali di trasmissione sono sorti altrettanti centri di ricezione e spesso i due servizi di trasmissione e di ricezione con un dato corrispondente, sono effettuati (mediante opportuni collegamenti elettrici) da operatori seduti a un medesimo tavolo, l'uno accanto all'altro, ciò che assicura la massima perfezione e rapidità al servizio in duplex. L'Ufficio centrale in cui sono collocati gli operatori, e che deve essere ottimamente collegato con le reti telegrafiche ordinarie, può trovarsi presso la stazione trasmissente o presso la ricevente o, meglio ancora, presso un grande nodo della rete telegrafica. Gli esempi di grandi centri riceventi sono ormai numerosi e pur senza trattare qui minutamente dell'organizzazione generale dei servizi, si può tuttavia accennare, a titolo d'esempio, a qualcuno dei centri di ricezione più importanti.

Tipico è l'impianto di Riverhead della «Radio Corporation». Esso funziona come centro ricevente per le varie stazioni della Compagnia (New York WQK e WQL Tukerton WCI, New Brunswick, Barnegat WGG) e utilizza il sistema dell'antenna a onde di cui si è fatto cenno e che fu già per l'addietro sperimentato e in parte adottato anche in Germania. L'antenna ricevente trovasi a Long Island, è lunga circa 16 km ed è costituita da due fili di rame sostenuti da pali ad una altezza di circa 9 metri da terra e distesi in direzione da Sud-Ovest a Nord Est. Per poter mettere l'apparato ricevente dalla stessa parte della resistenza smorzatrice è stata adottata la sistemazione di circuito rappresentata in fig. 23. Con questo dispositivo i

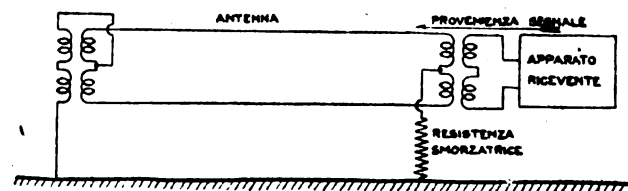


Fig. 23.

due fili funzionano in parallelo come antenna per captare il segnale; la corrente da essi raccolta, passando a terra all'estremo di sinistra, induce una nuova corrente nel sistema dei due fili che funziona ora come una linea ordinaria per portare il segnale all'apparato ricevente.

In fig. 24 è rappresentato il sistema di accoppiamento fra l'antenna a onde e i vari apparati riceventi per la ricezione contemporanea da più corrispondenti. Esso permette la regolazione simultanea e indipendente per ciascuna delle stazioni da ricevere. Ogni triodo di accoppiamento alimenta un'apparato ricevente; il trasformatore di antenna e la linea artificiale, provvista di contatti scorrevoli e di

(*) L'Elettrotecnica, 15 ottobre 1922, n. 29, pag. 696 e pubblicazione n. 19 dell'Istituto E. e R.T. della R. Marina.

potenziometri, servono a dare alle griglie di tali triodi il potenziale più conveniente. Essendo il carico trascurabile non si ha reazione sensibile fra i diversi apparati. L'attuale installazione di Riverhead, permette la ricezione contemporanea di 9 corrispondenti. Ogni apparato è chiuso in scatola metallica e lo schermo messo a terra. Le induttanze di sintonia sono costituite da sistemi astatici di bobine. Il circuito di placca e di accensione di ciascun amplificatore e raddrizzatore è alimentato attraverso filtri. Sono usati telefoni a bassa resistenza con lo scopo di rendere minimi gli accoppiamenti elettrostatici. A Riverhead si provvede soltanto all'amplificazione ad alta e bassa frequenza dei segnali; le correnti a frequenza musicale sono direttamente convogliate su linea telefonica all'ufficio centrale di New-York (Broadway street) dove la ricezione è fatta al telefono oppure, dopo un'altra amplificazione (fig. 22) mediante registrazione. In tal caso l'operatore legge il segnale sulla striscia di carta e lo trascrive subito a macchina. Nello stesso ufficio centrale di New York si manipolano anche le stazioni trasmettenti il cui funzionamento è continuamente controllato. A tal fine l'ufficio centrale di «Broadway street» è dotato di un'antenna ricevente, per mezzo della quale le emissioni degli impianti trasmettenti vengono raccolte e registrate, così da permettere un controllo immediato e continuo della manipolazione.

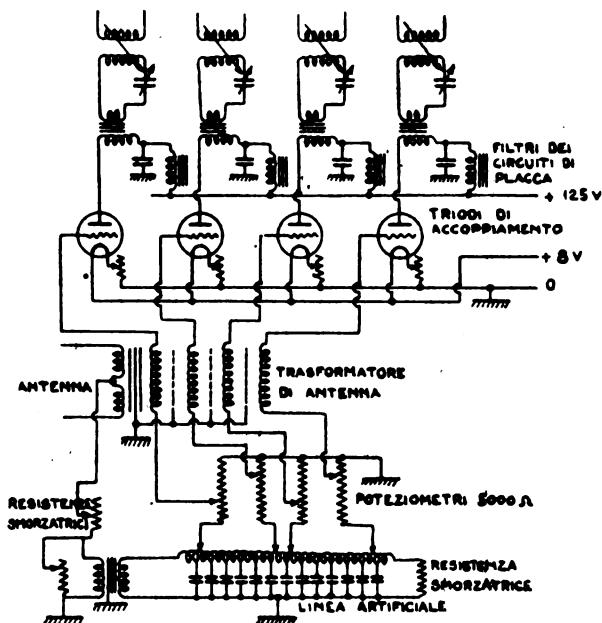


Fig. 24.

In Inghilterra, pur non essendo finora in servizio stazioni di grandissima potenza (anche per la minor distanza dal Nord-America), si hanno tuttavia alcuni importanti impianti riceventi sia del Post Office, sia della Compagnia Marconi. Fra i primi si può ricordare quello destinato al servizio in duplex ad alta velocità fra Londra e la Germania; fra i secondi sono da citare quello di Towyn, che funziona come stazione ricevente della stazione transoceanica di Carnarvon (Galles) e quello di Brentwood per la stazione continentale di Ongar (Londra). In questi impianti della Marconi gli aerei riceventi sono del tipo a radiogoniometro con un'antenna supplementare per ottenere il diagramma a cuore. In qualche caso si usa anche un sistema di due o tre radiogoniometri situati a distanza di qualche chilometro nella direzione di propagazione del segnale da ricevere, allo scopo di utilizzare la differenza di fase fra le onde raccolte da ciascun radiogoniometro ed ottenere così un ulteriore sensibile aumento di direttività e quindi anche di selettività. La trasmissione dei segnali al centro ricevente viene fatta a Towyn su fili aerei per mezzo di telegrafia ordinaria ovvero a frequenza musicale.

In Francia e in Germania e principalmente per la prima nel centro ricevente di Villecresnes (Parigi) e per la seconda in quello di Geltow (Berlino) la ricezione è fatta prevalentemente con aerei a telaio. Anche qui i segnali vengono trasmessi all'ufficio centrale situato rispettivamente nelle due capitali da dove si controllano rispettivamente le stazioni trasmettenti del centro di St. Assise e quelle dei due centri di Nauen e di Eilvese. A Parigi, diversamente da quello che si ha a New York, non esistono apparati di amplificazione o raddrizzamento e arrivano senz'altro da Villecresnes le correnti a bassissima frequenza (correnti telegrafiche), che azionano o un registratore a penna oppure un relais e quindi una macchina Creed. La regolazione degli apparati all'inizio di ogni ricezione è fatta a Villecresnes mediante un galvanometro a specchio messo in derivazione sulla linea telegrafica in partenza.

In Italia gli impianti riceventi per i servizi di grande portata sono principalmente quello di Monterotondo, per il gruppo di stazioni di Roma, e quello provvisorio di Livorno, per il centro di Coltano. Lo studio definitivo e la costruzione di uno speciale centro ricevente per Coltano furono sospesi in relazione con i progetti di passaggio di quella stazione a concessionari privati. A Monterotondo e a Livorno si adopera largamente la ricezione su telai. Inoltre nella stazione di Livorno si fa uso con successo, per la ricezione dall'America, di un radiogoniometro in cui ciascuno dei due aerei è costituito da sei grandi spire triangolari sostenute da un albero unico di 60 metri di altezza. Si aggiunge così, a tutti gli altri mezzi di regolazione, anche la possibilità di realizzare la condizione di ottimo (per la ricezione di un segnale di determinate caratteristiche) mediante la variazione del numero delle spire nei due aerei del grande radiogoniometro.

TRASMETTITORE DI REGISTRAZIONI O DI COMANDI A DISTANZA □ □ □

GINO CAMPOS e BRUNO USIGLI



Comunicazione per la XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.

Un trasmettitore di registrazioni o di comandi a distanza è stato da noi recentemente realizzato, su principio analogo a quello già da tempo adottato nei frequenzimetri elettrodinamici registratori a relais della C. G. S.

Data appunto tale analogia sarà utile, per esporre il funzionamento del nuovo apparecchio, richiamare brevemente quello dei frequenzimetri suddetti, i quali da parecchi anni funzionano in modo perfettamente soddisfacente in numerosi impianti, così da consigliare di estendere, opportunamente adattandola a nuovi scopi, la utilizzazione del principio su cui sono basati. Questo consiste nel mantenere automaticamente, in un apparecchio del tipo a relais, o

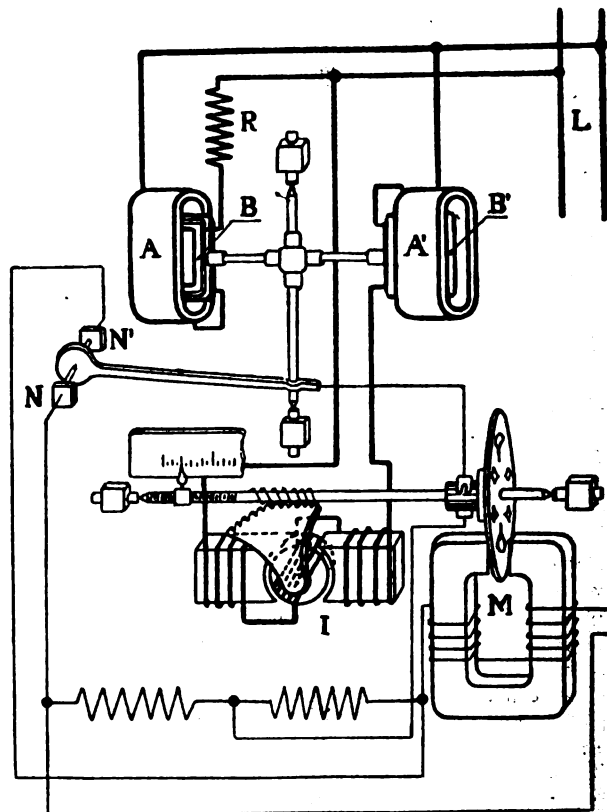


Fig. 1.

servomotore, l'equilibrio di due coppie elettrodinamiche aventi una alimentazione comune e agenti in opposizione su un asse privo di qualsiasi coppia direttrice; le variazioni automatiche che ne seguono sono utilizzate per la registrazione della frequenza nel caso dei frequenzimetri, per la riproduzione a distanza di movimenti destinati a registrazioni o a comandi, nel caso del nuovo apparecchio.

La fig. 1 si riferisce al frequenzimetro registratore a relais C. G. S. di cui rappresenta lo schema. Le due coppie elettrodinamiche già

menzionate contrastantisi sull'asse dell'equipaggio sono date: l'una dalle due bobine $A B$ (l'una fissa, l'altra mobile) derivate dalla linea di alimentazione L , aventi in serie una resistenza ohmica R , quindi percorse da una corrente proporzionale alla tensione e indipendente invece dalla frequenza; l'altra dalle 2 bobine $A' B'$ derivate dalla stessa linea e aventi in serie una induttanza I , il cui valore è automaticamente variato dallo strumento al variare della frequenza, in modo da mantenere costante l'impedenza di tale circuito, nel quale pure la corrente risulta quindi proporzionale alla tensione. Supponiamo l'istrumento in equilibrio per una determinata frequenza, e supponiamo che questa venga per esempio ad aumentare, ferma restando la tensione della linea; diminuisce la corrente nel solo lato induttivo, ne segue uno squilibrio fra le due coppie elettrodinamiche

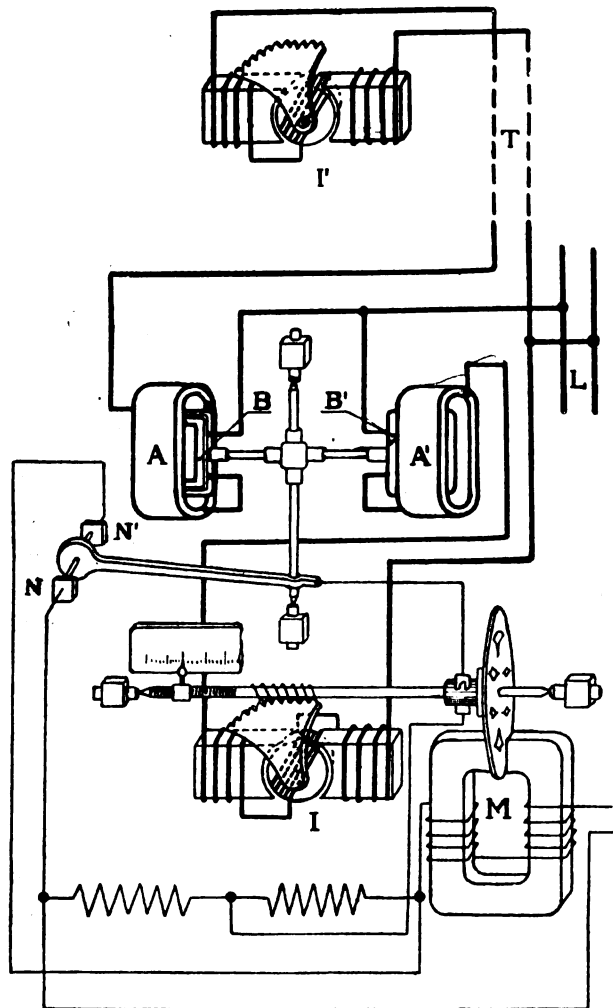


Fig. 2.

ed uno spostamento dell'equipaggio. Questo allora, come negli altri strumenti del tipo a relais, chiude l'uno e l'altro dei 2 contatti $N N'$ d'un circuito ausiliario azionante un motorino M ; in questo strumento il motorino sposta la parte mobile dell'induttanza variabile I ; ciò sino a che, ristabilito il valore dell'impedenza e quindi l'equilibrio tra le due coppie, si riapre il circuito ausiliario. Nel mentre, come è evidente, la variazione della tensione di linea non perturba l'equilibrio dello strumento e non influisce quindi sulle sue indicazioni, ad ogni valore della frequenza corrisponde una determinata posizione dell'induttanza variabile, alla quale sono meccanicamente collegati l'indice dello strumento e la penna registratrice, che danno quindi l'indicazione e il diagramma della frequenza.

La fig. 2 si riferisce invece al trasmettitore di registrazioni a distanza. Come apparecchio registratore esso è fondamentalmente identico al frequenzimetro; anche qui da una linea comune di alimentazione a corrente alternata sono derivati due circuiti comprendenti rispettivamente le bobine $A B$, $A' B'$. Però qui, mentre le bobine $A' B'$ sono in serie con una induttanza I automaticamente variabile dallo strumento come nel caso del frequenzimetro, le bobine $A B$ anziché in serie con una resistenza ohmica fissa, sono anch'esse in serie con una induttanza variabile I' identica alla I e la cui parte mobile viene spostata dall'organo meccanico del quale si tratta di registrare i movimenti. L'insieme comprendente tale organo mobile di comando e la induttanza I' da esso azionata, costituisce quindi un gruppo trasmettitore, collegato al registratore da una linea T la quale può anche essere notevolmente lunga.

Ad ogni posizione dell'organo mobile di comando e quindi della induttanza I' del trasmettitore, corrisponde univocamente una posizione dell'induttanza I del registratore, cioè quella in cui sono uguali le impedenze dei due circuiti derivati e quindi in equilibrio le due coppie elettrodinamiche. Gli spostamenti dell'organo trasmettitore sono così registrati dall'apparecchio ricevente in un diagramma continuo. Anche in questo registratore come nel frequenzimetro, le indicazioni sono evidentemente indipendenti dalla tensione di alimentazione; qui inoltre vi è un'altra indipendenza anche dalla frequenza, la quale affetta ugualmente le due parti in derivazione. L'alimentazione può quindi essere fatta con una qualsiasi linea industriale a corrente alternata. Quando non si avesse a disposizione che della corrente continua, l'apparecchio può essere modificato opportunamente, sostituendo alle induttanze variabili (preferibili quando si dispone di corrente alternata) delle resistenze ohmiche variabili in modo continuo.

L'apparecchio registratore a distanza sopra descritto, si presta a svariate applicazioni. Citiamo tra queste la registrazione a distanza dei livelli d'acqua, azionando l'organo mobile trasmettitore per mezzo di un galleggiante; e la registrazione delle pressioni di acqua nelle condutture, trasmettendo i movimenti di un apparecchio manometrico; entrambe queste applicazioni presentano speciale interesse per gli impianti idroelettrici e permettono di avere in Centrale i diagrammi dei livelli e delle pressioni d'acqua. Si presta inoltre al trasporto a distanza di misure elettriche, ciò che può essere particolarmente utile per centralizzare in determinate stazioni le registrazioni relative a località diverse e può contribuire a facilitare la risoluzione di alcuni problemi di misura, quale la totalizzazione dell'energia fornita in punti lontani tra loro. Insieme al trasporto delle misure può facilmente aversi anche una ripetizione di registrazioni, giacché eventualmente l'apparecchio trasmettente può a sua volta essere registratore; e nel registratore ricevente può riprodursi il diagramma di quello trasmettente.

La disposizione descritta può inoltre destinarsi ad una semplice trasmissione di comandi, senza registrazioni né alla partenza né all'arrivo, cioè colla semplice riproduzione a distanza degli spostamenti dell'organo trasmettitore, la quale può così essere attuata con particolare esattezza.

È ovvio che per tali applicazioni si può facilmente dare all'apparecchio ricevente (mediante lo stesso suo motorino ausiliario, o con interposizione di relais) la potenza necessaria in ogni singolo caso.

MATERIALE PER LINEE ELETTRICHE RURALI: CAVI FLESSIBILI E RELATIVI ACCESSORI

ELVIO SOLERI

(Contributo agli studi della Commissione per le applicazioni elettroagricole) :: ::



Comunicazione per la XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.

I cavi flessibili che compiono l'ufficio di collegare elettricamente i punti fissi di alimentazione della energia elettrica ai complessi motori di posizione variabile, hanno una grande importanza ed un largo uso nelle applicazioni della elettricità alla agricoltura.

I cavi flessibili facilitano grandemente la rapida installazione di questi impianti perchè consentono di distendere rapidamente linee a bassa e ad alta tensione con poco ingombro e con sicurezza; si può ritenere che sotto questo punto di vista ove non ostacolassero motivi economici questo sarebbe il sistema più pratico per la pronta esecuzione delle linee provvisorie.

I cavi flessibili sono indispensabili e vengono generalmente impiegati quando il macchinario elettrico deve spostarsi frequentemente e particolarmente quando questo macchinario è in movimento e deve essere alimentato da un cavo svolgentesi da un tamburo.

Così vediamo i cavi flessibili applicati nelle installazioni di trazione elettrica per collegare i poderi alle linee fisse ovvero alle cabine di trasformazione, negli impianti di elettrocoltura per seguire gli argani nei loro spostamenti periodici, ed infine in alcuni casi particolari questi cavi debbono servire ad alimentare apparecchi automotori che si muovono. Sono applicazioni diverse che richiedono in ogni caso particolare l'uso di tipi appropriati.

Il limite di distanza alla quale si suole trasmettere la energia elettrica con cavi mobili è di circa 500 metri, e la tensione massima alla quale praticamente conviene di limitare questo sistema si può ritenere di 5000 volt, sono però da distinguere due categorie di cavi a bassa ed alta tensione, a seconda che sono impiegati per tensione superiore o inferiore a 500 volt alternati. Questa parte dell'impianto ha una notevole importanza tecnica ed economica, in quanto che mentre da un lato occorre di avere cavi sicuri, solidi, flessibili in modo conveniente, leggeri, e della massima portata di corrente, importa che il loro costo non sia notevole e soprattutto che le spese di ricambio e di manutenzione, costituenti in una campagna agricola la maggiore spesa, non siano troppo rilevanti, nè si abbiano imprevedute sospensioni di esercizio del macchinario per guasti di coteste linee con danni continuenti gravi.

Si costruiscono tipi diversi di cavi flessibili per applicazioni agricole non tutti egualmente appropriati, e ben spesso non convenientemente impiegati, e pertanto riteniamo di portare un contributo utile alla tecnica di simili impianti con questo modesto lavoro di ricerche e di considerazioni pratiche che presentiamo ai colleghi che si dedicano a questa utile applicazione della energia elettrica per fornire loro elementi onde scegliere e calcolare in modo meno empirico possibile, i tipi e le dimensioni dei cavi mobili per le applicazioni elettroagricole, colla persuasione che ove si facesse una applicazione più opportuna di questo sistema di impianto di linee esso avrebbe maggiore estensione e gli impianti riuscirebbero di più facile e sicura installazione.

Tipi di Cavi. — Noi riteniamo che i punti di vista sotto i quali si debbono considerare i cavi flessibili per riconoscere quali sono i più adatti possano così classificarsi:

- 1) Resistenza alla usura, allo sfregamento, schiacciamento, lesioni di corpi penetranti, cappi.
- 2) Flessibilità, maneggiabilità.
- 3) Portata di corrente, perdite, riscaldamento.
- 4) Sicurezza contro infortuni.
- 5) Costo e manutenzione.

I tipi di cavi flessibili più generalmente fabbricati sono ad isolamento in gomma per la maggiore flessibilità, resistenza meccanica, nonché resistenza agli effetti della umidità di questo materiale isolante.

Questi cavi si differenziano essenzialmente sotto il punto di vista della loro protezione meccanica esterna che ne determina le principali caratteristiche ed ha una larga influenza non solo sulle proprietà meccaniche del cavo, ma soprattutto sul suo comportamento elettrico.

Vengono considerati solo i cavi trifasi che hanno le applicazioni più frequenti e particolarmente sono stati studiati i seguenti tipi diversi che riteniamo comprendano i cavi flessibili che vengono ordinariamente usati.

A₁ - Cavo formato con tre conduttori di rame, formati ciascuno da una cordicella di sottili fili elementari, isolati mediante gom-

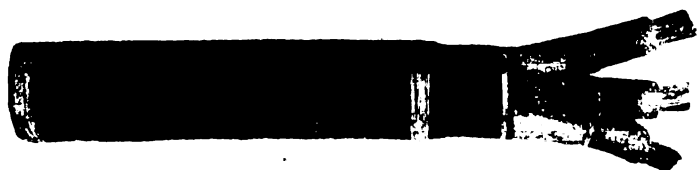


Fig. 1. — Cavo rivestito con treccia di canapa verniciata.

ma vulcanizzata, cordati insieme con riempitivo di tessili e protetti mediante una treccia di canapa, juta o cotone verniciato o cuoio (figura 1).



Fig. 2. — Cavo rivestito con treccia straforzinata.

A₂ - Cavo come sopra ma con una treccia esterna costituita di spaghi incatramati (treccia straforzinata) (fig. 2).



Fig. 3. — Cavo rivestito con treccia di canapa verniciata e spirale di filo di ferro.

A₃ - Cavo come in **A₁** con l'aggiunta di una spirale periferica di filo di ferro a breve passo, per aggiungere protezione contro la usura dovuta allo strisciamento (fig. 3).

B₁ - Cavo formato con tre conduttori formati come sopra, ma protetti ciascuno mediante una treccia di canapa verniciata con sovrapposta una spirale di filo di ferro. I tre conduttori cordati insieme (fig. 4). Questa formazione ha la peculiarità che i tre conduttori sono separabili l'uno dall'altro e ciascuno è ispezionabile e nel caso di guasto di uno di essi è possibile di sostituirlo sul luogo stesso del lavoro.

B₂ - Cavo come sopra, ma con la spirale nei singoli conduttori in filo di ottone in luogo che in filo di ferro.

B₃ - Cavo come **B₁** ma con uno strato di gomma vulcanizzata sopra il fascio dei tre conduttori circondati dalla spirale di ferro.



Fig. 4. — Cavo a tre conduttori cordati e con spirale di ferro su ciascuno di essi.

C₁ - Cavo formato con tre conduttori flessibili isolati con gomma vulcanizzata cordati insieme con riempitivo di tessili, protetti con una calza di fili metallici (fig. 5).



Fig. 5. — Cavo rivestito con calza di fili di ferro.

C₂ - Cavo formato con tre conduttori come sopra ma colla protezione di una armatura a nastri di ferro zincato agganciati costituenti un tubo metallico continuo (fig. 6).



Fig. 6. — Cavo rivestito con armatura di nastri di ferro.

C₃ - Cavo formato con tre conduttori come sopra, ma colla protezione di una armatura di fili di ferro avvolti a spirale, ricoprenti interamente la superficie esterna del cavo (fig. 7).

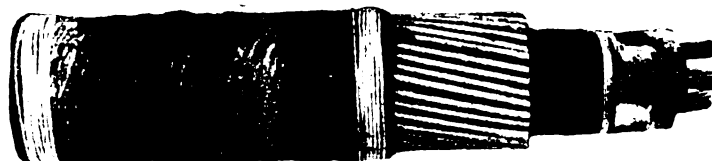


Fig. 7. — Cavo rivestito con armatura di fili di ferro.

Questi diversi tipi di cavo, così classificati, hanno caratteristiche meccaniche ed elettriche ben distinte che influiscono sul loro uso e vengono in appresso separatamente considerate.

1. - Requisiti meccanici.

Il requisito meccanico più importante in cavi di questa natura che debbono essere trascinati sul terreno durante il loro collocamento in opera come durante il loro funzionamento e riavvolgimento sui tamburi è quello della resistenza alla usura, cioè al logorio contro le asperità del suolo.

La determinazione del grado diverso di resistenza a questa sollecitazione dei diversi tipi di cavo non può farsi che in modo empirico e venne eseguita nel seguente metodo (fig. 8):

Sotto una lima quadra, gravata da un peso e dotata di moto di va e vieni, venne fissato il cavo, ortogonalmente alla lima. Tra il fascio dei tre conduttori collegati insieme ed il sostegno della lima viene inserito un circuito elettrico comprendente una pila ed una suoneria. Quando la lima ha consumato il cavo fino a toccare i conduttori, la suoneria avverte il contatto ed il tempo impiegato tra l'inizio del movimento della lima ed il contatto dà una misura della resistenza alla usura.

I risultati medi di diverse prove furono i seguenti:

Protezione	Cavo	Tempo
Treccia canapa straforzinata	A ₂	7'35''
Spir. filo ferro sui singoli conduttori	B ₁	2'6''
Calza fili metallici	C ₁	3'8''
Armatura nastri ferro	C ₂	5'23''

L'insieme di queste prove condurrebbe al risultato che il cavo più resistente alla usura è il cavo senza armatura con sola treccia verniciata di spaghi, in conseguenza della materia grassa della vernice che attenua l'azione mordente della lima.

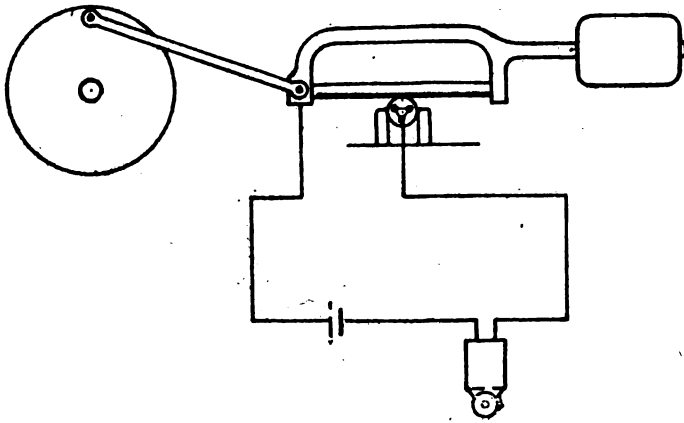


Fig. 8. — Apparecchio per la prova della resistenza allo sfregamento.

Il cavo meno resistente è quello a conduttori cordati a spirale di filo di ferro sui singoli fili.

Altri requisiti meccanici importanti sono quelli della resistenza allo schiacciamento ed alla penetrazione di corpi contundenti ed al riguardo la costruzione migliore è quella ad armatura metallica tubolare che è di grande efficacia protettiva.

Ove occorra una particolare resistenza alla trazione nel senso longitudinale, come quando il cavo si svolga ed avvolga rapidamente per accompagnare una macchina che si sposta, o come avviene in taluni casi debba servire a trainare un apparecchio, ovvero ancora debba essere disposto in senso verticale sospeso ad una estremità, il tipo che serve meglio è quello ad armatura costituita da fili di ferro avvolti perifericamente ad elica. Questo cavo ha però l'inconveniente di essere eccessivamente pesante.

Peso e flessibilità. — Il peso è un requisito di carattere generale importante perchè ordinariamente i cavi flessibili debbono essere trasportati facilmente da luogo a luogo e debbono essere distesi a mano per lunghe tratte.

La seguente tabella specifica a titolo di paragone i diametri ed i pesi dei cavi flessibili, per il caso particolare dei conduttori della sezione di 15 mm² e per tensione di 500 volt.

Diametri e pesi di cavi flessibili a 3 conduttori di 15 mm².

Protezione esterna	Diametro estern. mm	Peso p. m grammi
Treccia canapa verniciata	23	830
Treccia canapa verniciata e spirale filo ferro	26	1030
Treccia metallica e treccia canapa verniciata	25	1100
Tre conduttori a spirale visibile con spirale filo di ferro	26,5	1050
Armatura in nastro di ferro	25,5	1200
Armatura a filo di ferro	26,6	1650

I cavi di maggiore peso, sono quelli ad armature metalliche e particolarmente quelli con armatura a corona di fili di ferro; seguono

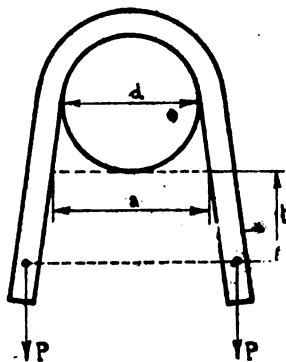


Fig. 9. — Apparecchio per la prova alla flessibilità.

quelli con armatura a nastro di ferro e sono naturalmente più leggeri quelli a protezione discontinua o non metallica.

La flessibilità dei cavi può essere un requisito di importanza in taluni casi speciali, quando la posa del cavo deve essere fatta molto celermente e quando il cavo deve necessariamente essere avvolto su tamburi di diametro molto piccolo. Non conviene però di cercare

una estrema flessibilità perchè un cavo molto flessibile è soggetto a cavi ed a nodi che rendono più difficile il raccoglimento del cavo e lo danneggiano.

La prova comparativa della flessibilità dei diversi tipi di cavo venne fatta col seguente apparecchio e sistema (fig. 9).

Un pezzo di ogni cavo venne disposto sopra un perno cilindrico orizzontale di diametro $d = 60$ mm normalmente ed esso, ed alle sue estremità a distanza eguale e costante l si sono appesi due pesi uguali di kg 7,5 ciascuno, venne misurata la distanza a tra la superficie interna dei due rami del cavo tangenzialmente al perno.

Si sono ottenuti i seguenti risultati:

Cavo	a	k
Treccia canapa	mm 145	0,414
Spirale filo ferro singoli conduttori	» 90	0,668
Calza fili metallici	» 165	0,364
Armatura nastri ferro	» 200	0,30

Il coefficiente k di flessibilità è il rapporto tra il diametro del perno (60 mm) ed il valore a relativo ad ogni cavo, si che per un cavo infinitamente flessibile si ha $k = 1$.

Il cavo più flessibile è quello a tre conduttori avvolti a spirale visibile, segue quello a sola treccia di canapa, poi quello con treccia di fili di ferro, ed ha la minore flessibilità quello con armatura a nastro di ferro pure essendo facilmente pieghevole a mano.

2. - Portata di corrente - Perdite - Riscaldamento.

La intensità di corrente che può ammettersi in cavi di questa natura è molto diversa a seconda della loro costruzione in ragione degli elementi che ne determinano la sopraelevazione di temperatura cioè della perdita di energia che si manifesta tanto nei conduttori quanto nelle armature, e della maggiore o minore dispersione del calore dovuto a queste perdite. Per lo stesso cavo hanno larga influenza sul riscaldamento del cavo e quindi sulla relativa portata di corrente, le sue condizioni di installazione ad es. a seconda che il cavo è più o meno avvolto sul rullo di raccoglimento, nonchè le sue condizioni di lavoro e particolarmente se il funzionamento è intermittente o meno e con quale regime.

Perdite di energia. — Le perdite di energia in ogni cavo armato dipendono dalle perdite per effetto Joule nei conduttori che possono considerarsi eguali nei vari cavi a parità di sezione dei conduttori stessi e dalle perdite induttive nelle armature che hanno valori e caratteri ben diversi a seconda del sistema di armatura adottato.

La determinazione di queste perdite è essenzialmente sperimentale e venne compiuta in modo comparativo sui tipi di cavo più caratteristici, collegandoli in serie l'uno coll'altro e determinando la perdita di energia loro competente con un wattmetro, avente la sua spirale amperometrica in serie col sistema dei cavi e quella voltometrica inserita a volta a volta ai capi di ciascuno dei conduttori dei diversi spezzoni di cavo trifase.

I vari spezzoni erano avvolti singolarmente su bobine di legno e nello stesso tempo delle misure di perdita di energia venivano compiute quelle di riscaldamento che verranno discusse in seguito. Detti cavi trifasi avevano conduttori della sezione di 15 mm² e vennero tenuti alla intensità di corrente costante di 20 amp. trifasi a 50 periodi con equilibrio assoluto nelle tre fasi.

I risultati ottenuti furono i seguenti:

Formazione del cavo	Perdita di energ. p. mt. di cavo watt	Perdite ohmiche p. mt. di cavo watt
Senza armatura - treccia canapa	1,41	1,39
Filo di ferro avvolto nei singoli fili	2,63	»
Armatura con calza di fili di ferro e treccia di canapa	1,45	»
Armatura a nastri di ferro	1,42	»

Da queste misure risulta che mentre i tipi senza armatura e quelli ad armatura avvolgente l'intero fascio dei conduttori hanno perdite equivalenti, il tipo ad armatura con fili di ferro avvolto sui singoli conduttori ha perdite notevolmente superiori, quasi doppie di quelle ohmiche quali si hanno negli altri cavi ($k = 1,8$).

Queste perdite si manifestano nel filo di ferro costituente la armatura soggetta al flusso magnetico prodotto da ogni conduttore, mentre nei tipi ad armatura unica racchiudente il sistema dei tre conduttori del sistema trifase vi è compensazione dei flussi magnetici.

Poichè questo tipo di cavo a conduttori singolarmente armati offre dei pregi di uso pratico che lo rendono preferito a molti installatori, mentre per la presenza di queste perdite suppletive, la densità di corrente ammissibile deve essere notevolmente ridotta, colla conseguenza di adottare conduttori di maggiore sezione con costo e peso

superiori, così abbiamo considerato la opportunità di sostituire al filo di ferro costituente questa spirale, un filo di ottone duro, praticamente equivalente agli effetti meccanici al filo di ferro — ed abbiamo eseguito la determinazione comparativa delle cadute di tensione e delle perdite di questo tipo di cavo, ponendone in serie una lunghezza, con una eguale della costruzione a fili di ferro, insieme con un tipo normale di cavo a perdite praticamente nulle nell'armatura — i tre cavi avvolti su bobine separate di eguale costruzione e dimensione.

La intensità di corrente venne tenuta costante per tutti i conduttori e per tutta la durata della esperienza a 45 amp.-trifasi a 50 periodi.

Formazione	Perdita p. m watt	Perdita ohmica watt	Caduta tens. p. % m a 25° volt	Caduta ohmica volt
Spirale scontinua ferro	4,18	2,10	9,1	4,5
Spirale scontinua ottone	2,60	2,10	5	4,5
Treccia canapa con filo ferro	2,81	2,10	6,5	4,5

Risulta confermato da codesto sperimento che il cavo con armatura a spirale di filo di ferro avvolta su ciascun conduttore ha perdite di energia molto più elevate di quello a spirale di filo di ottone che pertanto è preferibile. Le cadute di tensione sono pure rimarchevolmente superiori nel tipo a maggiori perdite.

Riscaldamento. — Il problema della predeterminazione della sopraelevazione di temperatura del cavo durante il suo funzionamento è grandemente complessa particolarmente in cavi flessibili per installazioni provvisorie destinati ad essere posati in condizioni molto variabili, e soggetti a gradi diversi di perdita come si è visto innanzi.

Una prima condizione da stabilire a base della tabella delle intensità massime è quella che il cavo deve essere considerato come aereo perchè anche quando sia disteso sul terreno il contatto non è tale da produrre dispersione sensibile di calore.

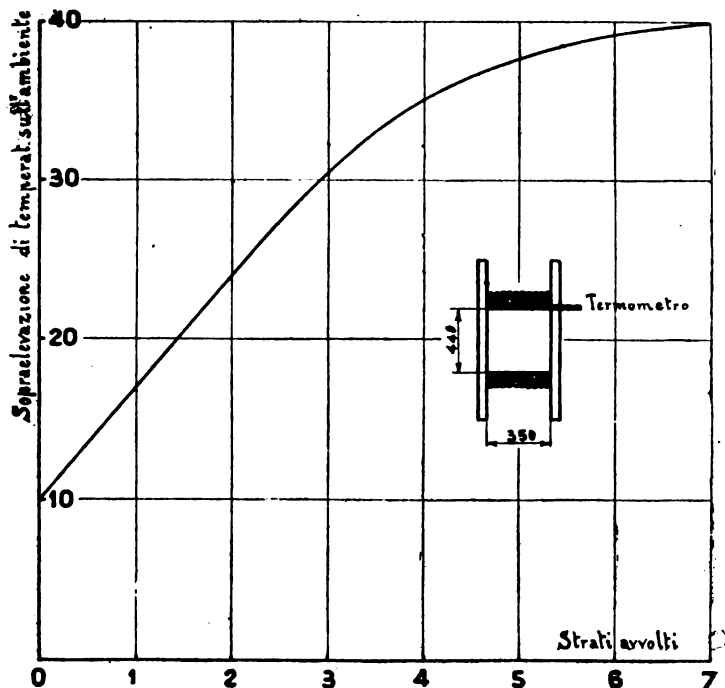


Fig. 10. — Sopraelevazione di temperatura di un cavo avvolto su bobina.

Questa condizione di funzionamento non è però da ritenersi come quella più sfavorevole, che si ha invece quando il cavo è avvolto a più strati sul suo tamburo di raccoglimento, questa condizione è la più frequente nell'uso di questi cavi perchè non sempre si ha bisogno ed opportunità di distendere completamente il cavo che rimane avvolto in quantità più o meno grande sul tamburo di raccoglimento. Poichè il riscaldamento del cavo è grandemente influenzato dalla sua maggiore o minore capacità di dispersione del calore si comprende come la circostanza dello avvolgimento del cavo a più strati sovrapposti su di un tamburo cioè in condizioni di scarsa dissipazione del calore abbia una grande importanza, e come la questione della determinazione di questo riscaldamento sia molto indeterminata dipendendo dalla quantità variabile di cavo accumulato sul tamburo, e dalle condizioni di dispersione del calore e di ventilazione di questo.

La questione della massima temperatura che si può avere in una bobina di conduttore elettrico isolato percorso da corrente, è comune alla tecnica delle macchine elettriche per avvolgimenti ed è una delle più complesse ad essere risolta analiticamente in quanto che il problema dipende da numerose variabili, inerenti oltre che alle dimen-

sioni della bobina alla natura della sua superficie esterna, alla qualità del dielettrico, alla intensità di corrente, ed infine al numero degli strati che si sovrappongono — tanto più complessa ed indeterminata è la questione nel caso di cavi flessibili, i quali si trovano a funzionare in condizioni di ambiente molto variabile, con carichi non costanti, e soprattutto avvolti più o meno sul tamburo di raccoglimento.

Per giudicare sperimentalmente dell'influenza termica della sovrapposizione di più strati che agisce sia per la minore dispersione del calore attraverso i vari strati di dielettrico, come per la maggiore generazione di calore competente alla perdita di energia è stata eseguita la esperienza di rilevare la variazione di temperatura dello strato interno di un cavo avvolto su di una bobina di legno in funzione del numero degli strati di cavo sovrapposti.

Ampère

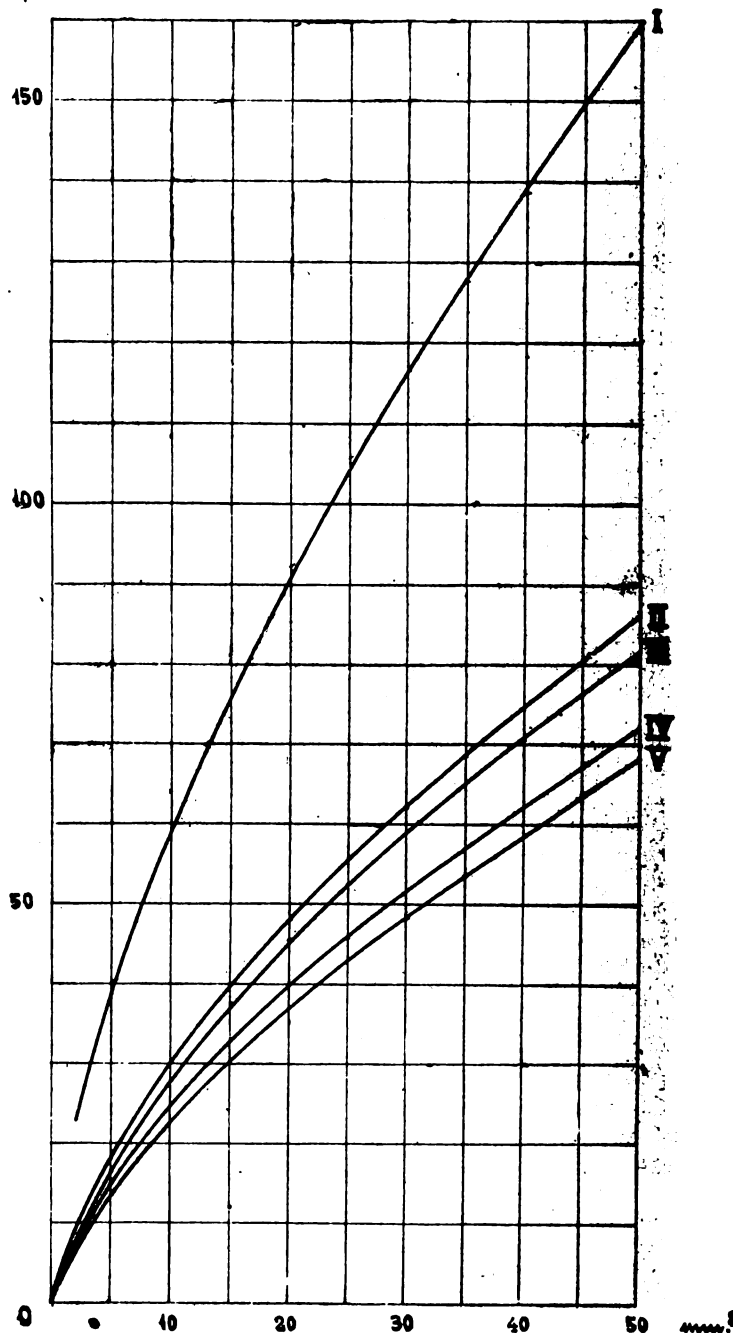


Fig. 11. — Intensità di corrente in cavi trifasi flessibili.

- I — Cavi distesi sul terreno
- II — Cavo con armatura nastro ferro avvolto su bobina
- III — Cavo con treccia fili ferro > > >
- IV — Cavo con treccia canapa > > >
- V — Cavo con spirale ferro sui singoli conduttori > > >

La figura 10 dà il diagramma della sopraelevazione di temperatura sull'ambiente in funzione del numero degli strati, da questa esperienza risulta che il decremento della temperatura della superficie interna della bobina col diminuire del numero degli strati sovrapposti è molto piccolo, si che dopo avere spogliato il tamburo di metà dei suoi strati la temperatura si abbassa appena di 7 gradi su 40 di sopraelevazione massima. La conseguenza di questa esperienza è che nella previsione del riscaldamento di codesti cavi si deve tenere

conto che le loro condizioni sono notevolmente aggravate quando debbono funzionare anche parzialmente avvolti su tamburo.

Sarà pertanto opportuno di usare tamburi metallici, con larghe finestre laterali.

Poichè la questione delle intensità di corrente ammissibili è problema di massimo, dovendosi mantenere la densità in quei limiti nei quali il materiale isolante non viene danneggiato per eccesso di temperatura, così è prudente di fare riferimento al caso di cavi avvolti completamente, su tamburi, cioè nelle condizioni più sfavorevoli per la dissipazione del calore.

I cavi sperimentati furono quegli stessi che servirono alle prove di perdite di energia e le determinazioni relative vennero eseguite simultaneamente prolungando in modo conveniente la durata dell'esperimento; la sopraelevazione di temperatura venne rilevata mediante termometri disposti nella parte più calda della bobina. La misura col metodo della resistenza non avrebbe dato risultati convenienti perchè avrebbe fornito il valore medio della temperatura del rame dall'interno all'esterno della bobina.

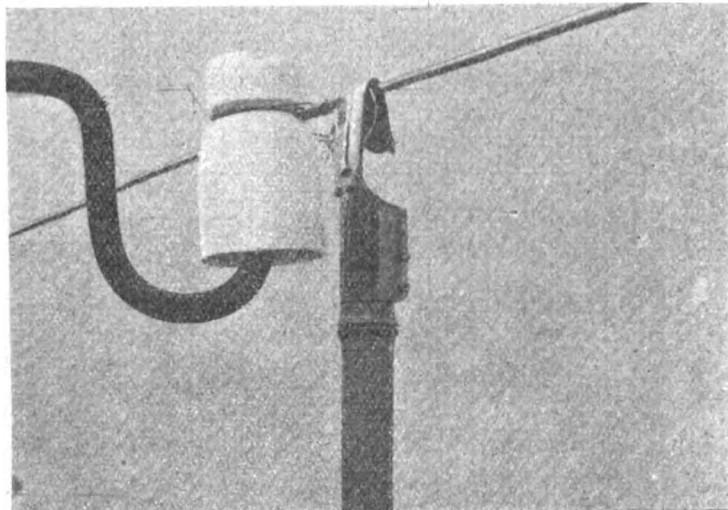


Fig. 12. — Pertica per presa di corrente a linea aerea.

I risultati corrispondenti alle misure di sopraelevazione di temperatura sui diversi tipi di cavi considerati connessi fra loro in serie e sottoposti alla intensità di corrente trifase a 50 periodi di 45 A. (3 amp. mm²) sono quelli della seguente tabella:

Finitura esterna		Sopraelevazione di temperatura in gradi C:		
		30'	60'	90'
Treccia canapa	A ₂	17,5	45	78
Filo ferro su ciascun filo	B ₁	25,5	57	88
Filo ottone su ciascun filo	B ₂	15	32	63
Treccia ferro e canapa	C ₁	11,5	30,5	58
Armatura metall. continua	C ₂	12,5	34	54,5

La esperienza venne interrotta perchè la temperatura assoluta del cavo B₁ aveva superato 100° C. e non era possibile di aumentarla ulteriormente senza danneggiare i materiali isolanti.

Le sopraelevazioni di temperatura suindicate raggiungono va-

lori molto diversi da un tipo all'altro di questi cavi che si differenziano notevolmente nei riguardi di questa importante caratteristica.

Sopra questi riscaldamenti hanno influenza diversi elementi costruttivi. Le perdite nella armatura di protezione, particolarmente sensibili nel tipo B₁ con filo di ferro avvolto su ciascun filo, aggiunte ad



Fig. 13. — Derivazione fissa lungo un muro.

una deficiente dispersione del calore che ha la superficie esterna di questo cavo, fanno sì che il suo riscaldamento è maggiore e corrispondente a circa 1,5 volte quello del cavo a minima sopraelevazione di temperatura. Questo cavo è quello ad armatura a nastri di ferro che deve la sua caratteristica del minimo riscaldamento alla circo-

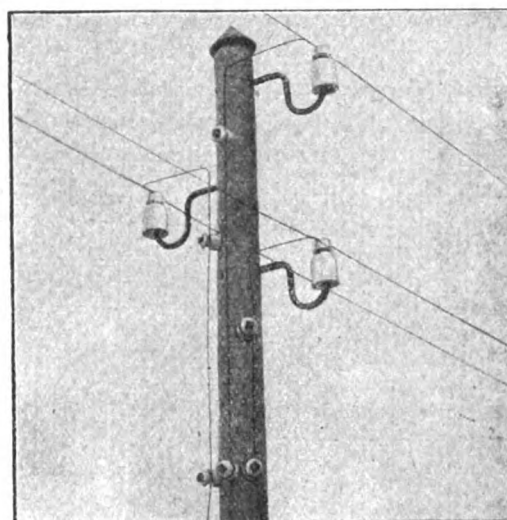


Fig. 14. — Derivazione fissa su palo.

stanza di avere perdite magnetiche trascurabili ed alla conducibilità termica di questo tipo di armatura metallica, mediante la quale il calore si propaga bene e si disperde attraverso gli strati sovrapposti del cavo. Per ragioni analoghe il cavo C₁ con rivestimento esterno di treccia di ferro conduce ad una sopraelevazione di temperatura pros-

sima a quella di questo cavo, e minore di quella degli altri, che si staccano spiccatamente a questo riguardo, manifestando una sopraelevazione di temperatura sensibilmente superiore, essenzialmente per le minori proprietà di conducibilità termica del rivestimento del cavo.

La conseguenza di questo diverso riscaldamento è che la intensità di corrente ammissibile nei vari cavi è diversa ovvero a parità di potenza trasmessa e di riscaldamento, la sezione del cavo non è la stessa.

Ad esempio per i cavi considerati, mentre per i cavi C_1 e C_2 la intensità di corrente di 45 amp. pari alla densità di 3 A. è normale, per gli altri cavi a parità di riscaldamento la intensità di corrente e la densità dovrebbe ridursi come segue:

A_1	37,5 Amp.	pari a 2,5 amp. mmq.
B_1	35,4 "	" " 2,36 " "
B_2	42 "	" " 2,8 " "

ovvero a parità di corrente le sezioni dovrebbero essere:

A_1	18 mmq.
B_1	20 "
B_2	16 "
C_1, C_2	15 "

Tabella delle intensità normali. — Lo studio delle perdite di energia in questi cavi e della conseguente sopraelevazione di temperatura, ha l'obiettivo di condurre alla determinazione delle tabelle delle intensità normali da ammettere nei cavi flessibili per applicazioni elettro agricole che costituiscono un caso molto speciale non considerato nelle norme ordinarie relative alle massime intensità di corrente ammissibili nei conduttori e nei cavi elettrici.

In base a numerose serie di esperimenti, ed ai calcoli relativi alla formazione di queste tabelle abbiamo costruito la seguente tabella, rappresentata nelle curve del diagramma, fig. 11, che per i diversi e più caratteristici tipi di cavi flessibili per applicazioni agricole, indica le massime intensità di corrente ammissibili in modo continuo sia per cavo disteso che per cavo avvolto su bobina, e per una massima sopraelevazione di temperatura di 30° C. rispetto all'ambiente.

Al riguardo del valore di cotesta sopraelevazione di temperatura è da tenere conto che i cavi in questione funzionano ordinariamente esposti al sole ad una temperatura ambiente elevata, la sopraelevazione di 30° C. può corrispondere a circa 70° C. di temperatura effettiva.

Cavi flessibili per agricoltura a tre conduttori isolati in gomma

Intensità di corrente massima in ampere

Sezione mm ²	Cavo non avvolto tutti i tipi	Cavo avvolto per circa cinque strati su bobine Armatura nastri ferro	Treccia fili ferro o rame	Treccia canapa verniciata	Tre cond. con spir. filo ferro cordati
5	39	17	16	13	12,5
10	60	28	27,5	24	22,5
15	76	40	35,5	33	31
20	92	49	46	40	37
25	104	55	53	47	43
30	115	61	57	51	48
35	127	68	65	56	53
40	139	74	70	62	58
45	150	80	76	66	62
50	160	86	81	70	69
55	169	94	86	77	73
60	179	97	92	81	77
65	189	104	96	86	81
70	200	110	101	90	86
75	209	115	106	95	90
80	218	120	110	99	94
85	228	125	115	104	98
90	236	130	120	106	101
95	245	135	124	111	105
100	253	140	128	115	108

Sicurezza contro infortuni. — Nei cavi flessibili per installazioni mobili la sicurezza contro gli infortuni elettrici acquista particolare importanza, in quanto che questi cavi sono soggetti ad essere toccati da persone e da animali durante il loro funzionamento, e sono particolarmente soggetti a guasti che facilitano il contatto colla corrente elettrica.

Il maggiore o minore pericolo di infortuni elettrici è in primo luogo dipendente dalla tensione di esercizio, che per quanto bassa può in talune circostanze, e particolarmente per gli animali avere conseguenze letali.

La costruzione del cavo ha influenza in linea generale perchè

deve essere particolarmente solida ed in linea speciale perchè la protezione contro gli infortuni è ottenuta nel modo più sicuro mediante uno schermo metallico circondante il cavo e messo a terra, e

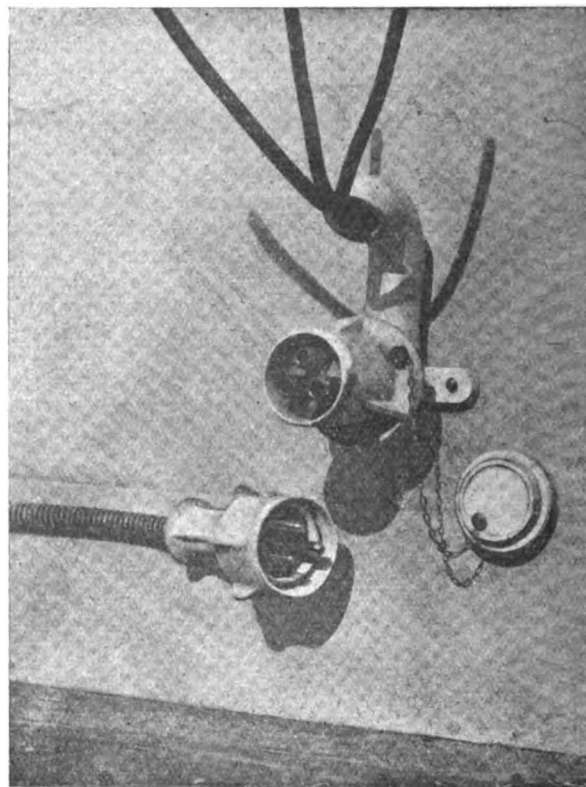


Fig. 15. — Bocchettone di presa da linea aerea.

quindi è realizzata nel modo migliore mediante le armature metalliche a nastro, ovvero a fili o treccia di filo metallico.

Tali armature debbono essere messe sicuramente a terra, perchè

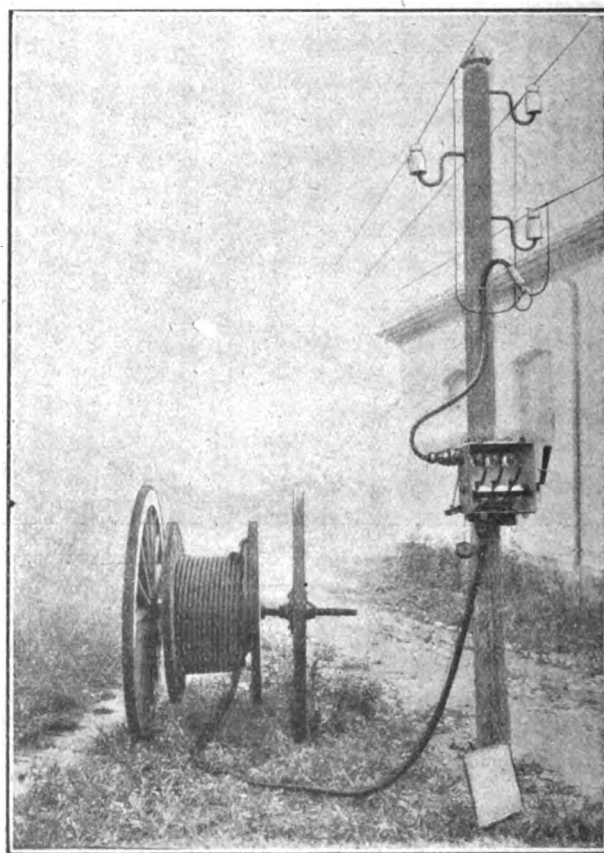


Fig. 16. — Derivazione da linea aerea con interruttore.

altrimenti possono assumere potenziali pericolosi per le tensioni indotte dai conduttori interni, particolarmente quando qualcuno di essi è a terra od è male isolato in un punto qualunque della distribuzione.

Per tensioni superiori a 1000 volt riteniamo che non possano

usarsi tipi di cavo all'infuori di quelli metallicamente schermati in modo continuo, coll'armatura collegata a terra nel modo migliore possibile.

Costo del cavo — sua durata. — Il costo dei cavi non deve essere riferito alla stessa sezione dei conduttori, ma invece alle sezioni corrispondenti alla stessa portata di corrente e si deve tenere conto del loro rendimento, e della loro durata.

Per quanto riflette la portata di corrente si è visto come si abbiano delle differenze sostanziali tra i vari tipi di cavi che mutano

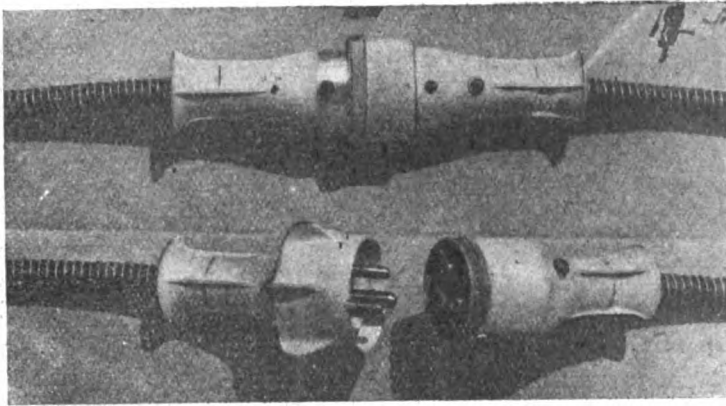


Fig. 17. — Bocchettone di giunzione.

i rapporti di prezzo, perchè i cavi ad armatura che sono i più costosi richiedono invece una minore sezione dei conduttori riducendo questo elemento del costo.

Un altro elemento, che ha influenza notevole sul costo reale del cavo è la sua durata, in quanto che queste applicazioni sono quelle nelle quali i cavi si logorano maggiormente, ed un loro consumo rapido può avere dannose conseguenze economiche non solo per la rinnovazione del cavo, ma anche per la interruzione di lavori urgenti iniziati, come ad esempio lavori agricoli e trebbiature.

I coefficienti di durata sono difficili a determinare ma si può ritenere che detta 1 la durata del cavo a semplice treccia incatramata, sia 2 quella a treccia strafilaminata, 1,5 quella con spirale di ferro ed ottone, 2,5 quella del cavo con spirale di ferro interna e cin-

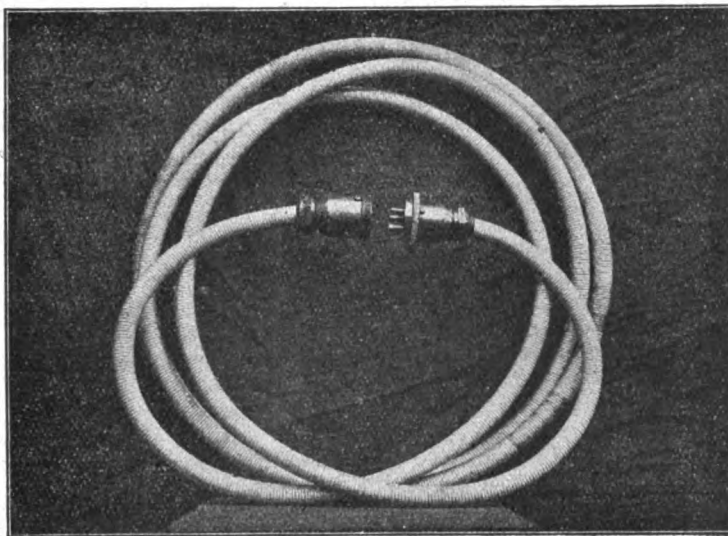


Fig. 18. — Cavo con armatura a nastri di ferro con bocchettone.

tura di gomma, 4 quella dei cavi ad armatura a nastri di ferro che appaiono sotto i vari punti di vista considerati meccanici ed elettrici come i più idonei alle applicazioni elettroagricole.

Accessori per Cavi flessibili

Il buon risultato dell'impiego dei cavi flessibili è grandemente subordinato alla adozione di accessori perfettamente idonei.

Questi accessori sono essenzialmente i seguenti:

- Organi di presa alle linee aeree;
- Bocchettoni di presa di tipo diverso;
- Accoppiamenti tra spezzoni di cavi.

Gli organi di presa alle linee aeree possono essere volanti, reattizzati ad es. mediante pertiche manovrate dal basso e munite di

contatti che stringono conduttori derivando la corrente. Nell'interno di queste pertiche passano i conduttori che si collegano ai cavi flessibili (fig. 12).

Quando la derivazione della energia elettrica deve eseguirsi frequentemente dallo stesso punto, ed è questo il caso più frequente in un impianto stabile di applicazioni elettro-agricole, conviene di stabilire delle prese fisse applicate sui muri ovvero sui pali e collegate in modo permanente ai fili di linea (fig. 13-14). Queste prese consistono in bocchettoni a sede di spina che si possono chiudere ermeticamente con tappi a vite (fig. 15) per protezione contro infortuni e contro la umidità e con disposizione a serratura ove questa sia necessaria per impedire manomissioni. Questi bocchettoni si possono costruire fino a 5000 volt, ma quando si tratta di alta tensione, sarà opportuno di installare presso la derivazione dalla linea aerea dei coltelli separatori manovrabili con fioretti dal basso.

Talora insieme al bocchettone si accoppia un interruttore colle relative valvole (fig. 16).

Ciascuna estremità dei cavi deve essere armata di un bocchettone a spina avente essenzialmente le caratteristiche di particolare solidità, di avere le spine protette contro colpi, e di dare luogo ad una chiusura con manicotto a vite, resistente alla trazione meccanica, sicuro contro la penetrazione di umidità e contro contatti. Si deve curare nella costruzione di questi accessori la solidità insieme colla leggerezza e perciò viene preferito come materiale del corpo esterno l'alluminio, come isolante la fibra e per le spine il rame e il bronzo (fig. 18-19).

Un dettaglio di non trascurabile importanza è quello della svatura del collare per il quale il cavo entra nel bocchettone per evitare che abbia ad essere danneggiato da piegature troppo sentite.

I cavi flessibili e gli accessori considerati in questa relazione sono costruiti dalla S. A. Ing. V. Tedeschi, e nel laboratorio sperimentale di questa ditta vennero eseguite le esperienze riportate.

Torino, settembre 1923.

L'ELETTROAGRICOLTURA □ □ □ □ □ □ □ NELLA CAMPANIA

Relazione della Commissione nominata dalla Sezione di Napoli.



Comunicazione per la XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.

1) **Portata del rapporto.** — Riferire sui bisogni dell'agricoltura nelle Provincie di Napoli, Caserta e Salerno non è compito nè facile nè agevole. La Commissione avrebbe voluto assumere maggiori dati circa la estensione dei terreni a cui le applicazioni dell'elettricità avrebbero apportato i loro vantaggi nell'aumento presumibile del reddito, tenuto conto delle spese di primo impianto nelle diverse zone ed a seconda della natura di questo, ed in particolare per quel che riguarda l'irrigazione avrebbe voluto dare delle notizie concrete sulla profondità della falda freatica. Si sarebbero così con facilità, determinati mediamente gli estremi dei limiti di convenienza economica degli impianti nelle varie zone, anche tenuto conto del concorso da chiedere allo Stato.

Ma gravi difficoltà pratiche hanno impedito di compiere uno studio definitivo.

Infatti, ad esempio, nessun rilievo sulle profondità della falda freatica è stato mai compiuto, e salvo i casi dove già è applicata la irrigazione, nessun dato è stato possibile di ricavare perchè su di essi si fosse basato un severo studio. Le informazioni preziose (1) che in altro campo sono state fornite dalla Cattedra di Agricoltura, in questo sono mancate, nè gli sforzi dei titolari di dette Cattedre hanno potuto sopperire a tale mancanza.

D'altra parte la Commissione, anche se ne avesse avuto il tempo, non aveva i mezzi per compiere studi ed esperimenti in proposito. La relazione quindi non intende altro che di portare ancora una parola di propaganda e di sprone, non mai superflua, specie quando può del resto, se pure genericamente, precisarsi sopra zone determinate.

(1) Il presente studio è stato largamente aiutato dalle notizie raccolte e fornite dai sigg. Proff. Bellini, Del Giudice e Majmone, direttori delle Cattedre ambulanti di agricoltura rispettivamente di Caserta, Napoli e Salerno, ai quali vanno i ringraziamenti della Commissione. Un vivo e speciale ringraziamento dobbiamo anche all'eg. presidente della nostra Sezione, sig. ing. Luigi Selmo, il quale ci ha aiutato col consueto suo fervore nello espletamento del nostro compito.

2) *Situazione attuale delle zone.* — Nelle nostre Provincie, salvo casi particolari non è il caso di rifarci a parlare di altre applicazioni elettroagricole all'infuori di quelle importantissime della irrigazione; e ciò almeno per un primo tempo.

Gli estesi latifondi del salernitano e dei Mazzoni di Terra di Lavoro si presentano già oggi però particolarmente adatti per l'impiego della natura elettrica da estendere col tempo fino a 100.000 ettari ed oltre e non si esclude che ciò possa avvenire anche in altre zone. Nelle provincie in esame, eccettuate beninteso quelle zone che per natura dei terreni prevalentemente collinosi od addirittura montuosi poco si prestano alle possibilità irrigue, nè presentano possibilità di applicazioni elettroagricole di altro genere, esistono invece notevoli ed importanti estensioni che moltissimo si gioverebbero della irrigazione e che insieme offrono più o meno le maggiori possibilità a che questa venga effettuata.

Mentre nel napoletano, ove sono in grande maggioranza le colture ortilive, si tratta soprattutto di migliorarle e renderle più intensive ancora accrescendone le irrigazioni o almeno rendendole più economiche, nelle altre due provincie troviamo alcune centinaia di migliaia di ettari suscettibili di aumento di reddito con le irrigazioni, e di cui decine e decine di migliaia di ettari di terreno in pianura sono addirittura tuttavia incolti e tenuti a pascolo, sebbene abbastanza freschi e profondi e sufficientemente fertili, non essendovi convenienza alcuna di intraprendere la trasformazione; giacchè per le ingenti spese che richiede la lavorazione dei terreni, prevalentemente argillosi, e per l'aleatorietà dei prodotti, soggetti alle vicissitudini della stagione calda, il pascolo naturale risulta ancora essere il prodotto più redditizio.

In parte delle zone pianeggianti, l'esistenza di una buona falda freatica, dello spessore da uno a tre metri ed alla profondità, variabile da sito a sito, tra i cinque ed i trenta metri, e quindi ancora economicamente accessibili, è quasi dimostrata là dove esistono degli impianti elevatori, qualche volta anche primitivi.

Solo però colle motopompe si può dire con esattezza quali siano i quantitativi che la falda freatica è generalmente in condizione di fornire affinché si ottengano i massimi rendimenti agrari che è possibile pretendere; giacchè con la noria a trazione animale non si arrivano ad estrarre oltre 40 m³ al giorno da 4-5 metri di profondità, e per di più con esercizio oneroso e, dati i mezzi impiegati, nocivi alle sorgenti del pozzo.

Si tratta, come è noto, di poter disporre da 5 a 8 metri cubi per ettaro nella stagione opportuna, ossia di qualche cosa meno dell'usuale litro continuo nella stagione estiva, per gli orti e per i prati artificiali, e di quantitativi anche minori per i cereali; e ne risultano chiare le possibilità di miglioramento e di trasformazione di coltura quando l'acqua risultasse abbondante.

In queste zone deve essere data la precedenza e la preferenza alle possibilità di irrigazione della falda freatica perchè, data la sua diffusa esistenza, la crediamo più economicamente conveniente di quella da corsi d'acqua o da canali che implicano in genere opere grandiose, le quali inevitabilmente devono essere affrontati in blocco e quindi importano un costo che ne rende difficili ad attuare.

Nella Provincia di Caserta esiste tutta la vasta zona dei Mazzoni, fiancheggiante il Volturno da Capua a mare, e si estende al Nord fino a Sparanise ed a Sud, colla Campagna Vicana fino giù, verso Napoli, a Licola ed a Varcaturò, di cui parecchie migliaia di ettari risultano attraversate dall'Agnana, dai R. Lagni e da tutta la rete di canali e fossi di bonifica, collegantisi al Volturno, i cui straripamenti, se distruggono i seminati, danno però un abbondante concime per l'annata seguente.

In questi territori si sono trovate fino ad oggi discutibili le irrigazioni che invece si presteranno magnificamente quando quella notevole parte di essi, costituita da terreni neri argillosi, fosse bonificata per colmata e sistemata per la eliminazione dell'acqua in eccesso. Sarà bene il caso di derivare pertanto per l'irrigazione l'acqua dal Volturno, ma facendo in modo che prima essa serva d'inverno quale diversivo per trasformare la natura del terreno, onde questo diversivo verrebbe sfruttato poi per bonifica, per irrigazione ed altresì quale canale navigabile; migliorando ed ampliando insieme la bonifica idraulica, ed in ciò il problema strettamente si collega a quello delle distribuzioni elettroagricole.

In un'altra importante serie di comprensori, nella parte a Nord del Casertano, si potrebbe, per la irrigazione, servirsi del lago di Carinola e del corso del Savone, mentre nella zona confinante con questa ad oriente, la ricchezza delle sorgenti potrebbe vedere stabilito un tipo misto di adacquatura, quando la energia elettrica vi fosse distribuita.

Nella provincia di Napoli — con l'interesse anche per le provincie di Caserta e Salerno per i loro territori confinanti — abbiamo il Sarno, che già provvede alla irrigazione di circa 600 ettari; derivando una nuova serie di canali da una delle più copiose sorgenti del fiume potrebbe servirsi una serie di comprensori circa dieci volte

più grande, con il solito noto miglioramento delle colture e possibilità di loro trasformazione.

Abbiamo ancora tra Napoli e Caserta, tra le disponibilità più adatte alla irrigazione, il Carmignano — antico acquedotto della città di Napoli — oggi mezzo abbandonato e che in parte serve per usi irrigui, ma in maniera assolutamente deficiente. Ciò impone lo studio del problema per decidere se devolverlo del tutto ad una vera, abbondante razionale irrigazione, oppure ritornare integra la portata dell'acquedotto per i bisogni industriali della città di Napoli, favorendo la estrazione della falda freatica nei meravigliosi terreni di quella zona.

Nella provincia di Salerno abbiamo la Piana di Eboli ricca di corsi d'acqua, tra cui primeggia il Sele, che solcano, incassati, la pianura, dotata altresì di canali di bonifica, per cui anche qui si presenta possibile la irrigazione, più d'ogni altra col sollevamento dell'acqua e insieme con questo sistema l'estrazione dai pozzi della ricchissima falda latente che, ove è praticata, ha fatto veri miracoli.

Nell'Agro di Mercato S. Severino abbiamo invece buone sorgenti, anche però bisognevoli dell'ausilio dell'acqua del sottosuolo; mentre l'Agro di Nocera si ricollega alla irrigazione del Sarno, cui già abbiamo accennato non senza anche esso delle congrue risorse freatiche.

*

In conclusione, le tre provincie si presentano con caratteristiche diverse da una all'altra ed anche con caratteristiche diverse tra zona e zona della stessa provincia. Però qualunque sia la caratteristica noi abbiamo veduto che il problema è uno solo ed è quello di non far mancare l'acqua per irrigazione, poco importa se questo problema è più opportuno risolverlo o elevando l'acqua dai pozzi o prendendola dai fiumi.

3) *Vantaggi dell'applicazione dell'elettricità.* — La possibilità di dare al momento opportuno l'acqua necessaria allo sviluppo delle coltivazioni darebbe già dei vantaggi pratici anche se non si cambiasse il genere di coltura attualmente in uso nelle varie zone delle provincie considerate.

Ed infatti esaminiamo quanto accade dove vi è la coltura a rotazione agraria biennale di grano e di pascone o di granone e di fagioli. Dove non vi è irrigazione i prodotti medi per ettaro sono i seguenti:

Grano	Q.li 16
Granone	» 13
Fagioli	» 6
Erbe da foraggio	» 40

mentre con acqua a sufficienza ed opportunamente erogata sono i seguenti:

Grano	Q.li 25
Granone	» 50
Fagioli	» 20
Erbe da foraggio	» 120

In diverse zone sarebbe possibile la coltivazione di piante erbacee industriali (barbabietola, pomodoro, tabacco, ecc.) ed anche di frutteti specializzati, per poco che la distribuzione razionale dell'acqua vi fosse possibile. E di ciò vi sono già esempi nel Salernitano con gli aumenti del reddito unitario da uno a tre, perchè in genere la nuova coltura è stata sostituita al pascolo naturale.

Parimenti può dirsi che la patata dai 100 quintali per ettaro non o malamente irrigata, giunge ai 300 quintali circa per ettaro razionalmente irrigato; e ciò dovrebbe quindi lasciar sorgere l'industria della sua essiccazione, industria così diffusa e redditizia in Germania. In conclusione nelle nostre provincie si sarebbe in condizioni di produrre quanto più conveniente per migliorare lo sbilancio commerciale nazionale e si potrebbero coltivare i terreni in modo da ottenere dei prodotti ancora più redditizi del grano stesso e che, esportati ci concederebbero il primato nei mercati esteri, che ci viene oggi conteso da altre nazioni Europee come la Spagna e da regioni dell'America come la California e la Florida. Anche la produzione dei fiori potrebbe di tanto avvantaggiarsi da metterci in grado di battere la concorrenza che ci viene fatta da altri popoli, presso i quali l'agricoltura ha raggiunto maggiore sviluppo industriale.

Nell'esaminare il problema agrario ci siamo soffermati quasi esclusivamente sulle irrigazioni, perchè si tratta dell'applicazione di primario interesse nel tempo per le regioni in esame. Le altre applicazioni elettriche successive migliorerebbero ancora le condizioni dell'agricoltura ai fini della sua industrializzazione e non faranno che aumentare quella convenienza che sarà certo stabilito dopo le prime distribuzioni elettro-irrigue.

La presenza di linee elettriche attraverso le campagne oggi costruite con soli determinati scopi, potrà, in prossimo avvenire, deter-

minare il sorgere di quelle aziende agricole a base prettamente industriale con tutte le inerenti esigenze di forza motrice, luce ed applicazioni di elettrocoltura. Ora tali linee sin dall'inizio vanno costruite tenendo conto delle esigenze economiche a cui si dovrà dare tutta l'importanza e quindi esse devono essere progettate ed eseguite con criteri tali da rispondere non tanto allo scopo immediato ma a quello futuro che sarà vagliato non solo da chi si occupa di produzione e di distribuzione di energia elettrica, ma soprattutto da chi si occupa della convenienza agricola industriale degli impianti.

Noi perciò auspichiamo che, dalla collaborazione di tutti gli interessati, utilizzando tutti i mezzi a disposizione e adattandoli, caso per caso ai fini da raggiungere, possano presto, nelle zone più adatte, sorgere iniziative del genere di quella che più innanzi indichiamo, le quali affrontino e risolvano il problema in modo da fornire istruttivi esempi che servano di incitamento a più vaste iniziative.

4) *Note sulla legislazione.* — Gli indiscussi vantaggi ed i benefici immediati, che abbiamo più innanzi enunciati, non bastano a portare all'attuazione pratica degli impianti, la quale, oltre alla preparazione tecnica e all'opera assidua e tenace di persuasione da farsi presso il singolo agricoltore ha bisogno di essere appoggiata e materializzata con agevolazioni iniziali. A questo scopo sono state emesse le leggi del 29 Maggio 1873 n. 1787, del 22 Luglio 1920 n. 1154, del 5 Gennaio 1922 n. 54 ed infine il testo unico del 2 Ottobre 1922 n. 1747 (pubblicato nella «Gazz. Ufficiale» del 29 Gennaio 1923) sui *Concorsi Agrari* e sui progetti ed opere per la irrigazione.

Tutte queste leggi vorrebbero favorire specialmente le provincie Meridionali; ma nella pratica attuazione l'assenza di meccanismi burocratici semplici e di organi di guida locale facilmente accessibili, le rende irte di tutte quelle incertezze e difficoltà che il singolo privato paventa.

Infatti le disposizioni vigenti stabiliscono, per le richieste di sussidio, la seguente procedura:

a) domanda al Ministero corredata dal progetto delle opere da eseguirsi e da una relazione dalla quale risulti la convenienza della esecuzione delle opere stesse dal punto di vista economico ed agrario;

b) la domanda ed i documenti passano dal Ministero alla Commissione Reale che trasmette tutto, per l'esame al suo Comitato Tecnico;

c) il Comitato Tecnico chiede, se crede, parere al Genio Civile ed alla Cattedra Ambulante di Agricoltura della Provincia per emettere poi un giudizio di sua propria iniziativa che viene comunicato all'interessato dal Ministero;

d) per le opere eseguite prima della domanda non si concedono sussidi.

Da quanto sopra appare quindi:

a) che, siccome per redigere i progetti occorre conoscere la quantità d'acqua disponibile, ossia, per esempio, scavare un pozzo ove questo manchi, secondo la interpretazione Ministeriale le spese occorrenti per il pozzo non vanno sussidiate;

b) la impossibilità, specie da parte di un privato, di affrontare la procedura indicata, che non determina un responsabile preciso a cui rivolgersi direttamente in caso di malintesi o divergenze ed a cui far capo per pareri o consigli; giacché il Genio Civile, che pure ha il compito della misura di portata delle acque e della misura delle opere, non ha nessuna autorità rispetto al richiedente per quanto riguarda la convenienza del progetto.

È quest'ultima secondo noi, la più grave manchevolezza, la quale nel Mezzogiorno, dove tanto vi è da fare, ha portato alla conseguenza che poco si è chiesto e quasi niente si è finora ottenuto dallo Stato. Per ovviare a questi inconvenienti qualcuno ha proposto perfino la creazione di un altro Genio: il Genio Rurale. Noi siamo invece di avviso che le leggi e le istituzioni attuali siano sufficienti e bastino allo scopo purchè si renda la procedura più spiccia e più rapida e si precisino, in chiaro modo quali debbano essere gli enti locali e responsabili. E precisamente riteniamo che gli scopi del legislatore saranno pienamente realizzati quando il Genio Civile e le Cattedre Ambulanti di Agricoltura saranno collegati con vincoli tali da formare un organismo competente e completo responsabile di fronte agli interessati che presentano i progetti e le richieste di agevolazioni previste dalla legge.

Precisato il nostro avviso nei riguardi delle leggi, dobbiamo soffermarci sull'altra necessità di agevolazioni per quanto riguarda la difficoltà di trovare i capitali occorrenti. Anche, in proposito, la legge con l'art. 29 contiene provvide disposizioni; ma ricordiamo e segnaliamo che il Credito Agrario nella Campania non ha ricevuto ancora una sistemazione.

È semplicemente incredibile che nelle nostre provincie non vi sia un Istituto al quale possano rivolgersi gli agricoltori per le operazioni di credito necessarie a realizzare miglioramenti agrari ed opere fondiarie, onde si spiega come sieno da noi rimaste inosservate

tante disposizioni di legge di favore, per assoluta mancanza di finanziamenti.

Se a somiglianza dell'Istituto federale per il risorgimento delle Venezie, anche nelle nostre provincie fosse possibile creare un solido istituto agrario, la cui azione, portasse un organico potente impulso all'agricoltura rendendo possibili quelle opere necessarie per i miglioramenti e le trasformazioni culturali, a cominciare dalle irrigazioni, noi riteniamo che il problema sarebbe risolto perchè con la esenzione di ogni gravame fiscale per un triennio si riuscirebbe, meglio che con ogni altro provvedimento, a spingere l'agricoltore ad attuare gli impianti anche senza i sussidi previsti dalle leggi attuali.

5) *Sostituzione di Enti.* — Da quanto precede si è visto che la iniziativa del singolo è attraversata da molteplici difficoltà di diversissima natura.

Ora noi siamo d'opinione che il superare queste difficoltà sia più facile attraverso degli enti, come ammessi dalla legge, i quali arriverebbero anche al cospicuo risultato di inquadrare le iniziative singole in un organico quadro generale.

Questi enti potrebbero assumersi il compito di studiare i progetti, di alleviare l'agricoltore di tutte le pratiche e modalità, sia per quanto riguarda i rapporti con lo Stato e con gli Istituti Finanziatori, sia per quanto riguarda l'entità e la modalità dei contratti con le Società fornitrici dell'energia, e potrebbero addirittura arrivare a garantire il servizio sino alla diretta fornitura dell'acqua.

Naturalmente questi Enti dovrebbero avere la competenza agraria e tecnica necessaria e potrebbero, affermandosi, assumersi anche il compito di complesse iniziative per risolvere il problema della irrigazione per intere regioni, che ne sono del tutto, o quasi del tutto prive, e per le quali una preliminare indagine sul modo più adatto di risolvere il problema coinvolge tutta una ricerca grandiosa sia per l'importanza tecnica che per l'entità finanziaria.

Per queste noi proponiamo non solo la costituzione di quest'Ente, ma ci auguriamo anche che, sin da principio, sorgano vitali con l'aiuto materiale e morale delle Società fornitrici dell'energia, dei grandi proprietari delle Regioni, delle Banche Agricole e di quanti hanno a cuore il miglioramento economico del nostro Paese in genere e della Campania in particolare, mantenendo al nostro paese sempre più a ragione, il suo nome di giardino d'Europa.

LA COMMISSIONE

Ing. Prof. MICHELE PIZZUTI, Presidente

Ing. MARIO BATTAGLIA — Ing. STEFANO BRUN — Ing. Prof. EUGENIO GALLI

Ing. Prof. GIANDOMENICO MAYER — Ing. ANDREA SAVINO

Ing. Prof. GUIDO GAMBARDELLA, Segretario

□ □ SUI PROBLEMI D'ILLUMINAZIONE SECONDO LA TECNICA MODERNA □ □

CARLO CLERICI



Comunicazione alla XXVIII Riunione dell'A. E. I. - Venezia

Quanto verremo esponendo non ha lo scopo commerciale di spingere la vendita di lampadine o di altro apparecchio d'illuminazione, ma intende a diffondere alcuni concetti d'interesse generale per i cultori dell'elettrotecnica e del pubblico.

Certamente dato che una più razionale illuminazione implica nella maggior parte dei casi una maggior quantità di luce e quindi maggior quantità di energia elettrica ed estensioni d'impianti, tutte le industrie elettriche vengono ad essere anche materialmente interessate a che l'illuminazione elettrica si sviluppi razionalmente.

L'America del Nord ha già da molti anni iniziato una campagna per una migliore illuminazione e noi esporremo i principali tratti caratteristici di tale campagna.

Caratteristiche dell'illuminazione. — Nello studio pratico della illuminazione, il primo fatto che viene osservato è il seguente: Dal giorno che la lampada elettrica è stata inventata sino ad oggi si è ottenuto come conseguenza al lavoro enorme di studio e di ricerche sperimentali un perfezionamento sensibilissimo, sia nella qualità della luce, dalla luce gialla, delle lampade carbone alla luce bianchissima delle lampade mezzo-watt, sia nel costo della luce stessa, dal consumo di 4 watt per candela al consumo di 3/4 di watt.

Al contrario ben poco si è fatto sino ad ora per perfezionare gli apparecchi di illuminazione e per una razionale installazione degli stessi. Fu solo in seguito all'inizio di un movimento relativamente recente per il miglioramento dell'illuminazione che si sono studiati tipi razionali di apparecchi di illuminazione.

È un fatto constatato che il rendimento del lavoro eseguito alla luce del giorno è molto superiore a quello effettuato alla luce artificiale. È naturale quindi che si debba fare ogni sforzo verso un miglioramento scientificamente e razionalmente ideato della illuminazione. I vantaggi che in tal modo si realizzano giustificano pienamente le spese che si incontrano nell'installazione di moderni equipaggiamenti d'illuminazione i quali diano un'illuminazione realmente buona.

Il primo problema che ora si presenta è che cosa si deve intendere per una buona illuminazione e quali sono le caratteristiche di un buon sistema d'illuminazione.

Alcune di queste caratteristiche sono ovviamente evidenti, ma non altrettanto la misura del rapporto tra di esse.

Le caratteristiche di un buon sistema d'illuminazione si potrebbero ridurre alle seguenti:

Rendimento, uniformità, diffusione, protezione dell'occhio, tonalità dei colori, aspetto favorevole.

Un buon sistema d'illuminazione deve combinare queste caratteristiche nelle dovute proporzioni. Tali caratteristiche non sono tutte della medesima importanza e di più l'importanza può variare a seconda dei vari casi d'illuminazione. Il rendimento ad esempio che alle volte costituisce un fattore capitale può in certi casi divenire di scarsissimo conto e lo stesso potrebbe dirsi degli altri fattori. Ad esempio in un buon impianto il rendimento deve essere sacrificato senza esitazione davanti al fattore *protezione dell'occhio*. E purtroppo in installazioni mal ideate il rendimento è spesso sacrificato senza vantaggio per altri fattori.

Senza entrare in una dettagliata analisi delle caratteristiche suddette possiamo affermare senza tema di smentita che l'illuminazione artificiale odierna è in genere irrazionale ed insufficiente.

La quantità di luce deve essere aumentata ma con criteri scientifici onde ottenere dei risultati soddisfacenti.

Un apparecchio semplice per rendersi conto dell'effetto della quantità di luce sulla visibilità è indicato nella fig. 1.



Fig. 1.

L'apparecchio consiste essenzialmente in un cilindro di cartone bianco, su cui sono stampate in nero una serie di lettere dell'alfabeto di diverse dimensioni. Il cilindro è portato sul piatto rotante di un dispositivo simile a quello di un fonografo. Il tutto viene collocato in una cassetta avente una finestra anteriormente e portante tre lampade da 20 watt disposte rispettivamente sulla parte superiore e ai lati.

L'apparecchio dimostra due fatti principali:

1) Coll'aumentare la quantità d'illuminazione, aumenta la capacità dell'occhio a percepire il dettaglio.

2) Coll'aumentare l'illuminazione aumenta la velocità della visibilità.

Per dimostrare il primo punto si tengono le lampade spente e l'osservatore legge il carattere più piccolo che l'occhio gli permette di distinguere, accendendo poi le lampade l'osservatore nota come

aumentando la quantità d'illuminazione, egli può leggere un carattere molto più piccolo.

Per dimostrare il secondo punto si pone il cilindro in movimento colle lampade spente, in tal caso l'osservatore rileva una certa velocità del cilindro, accendendo improvvisamente la luce si ha l'impressione che il cilindro abbia diminuito notevolmente di velocità, quindi la velocità apparente di un mobile è ridotta da un'adeguata illuminazione.

L'apparecchio suddetto dimostra inoltre che:

a) una forte illuminazione permette all'occhio di osservare a lungo un oggetto senza che la vista si oscuri (fenomeno della visione sostenuta);

b) una forte illuminazione permette all'occhio di distinguere più rapidamente una diversità fra due oggetti;

c) una forte illuminazione permette all'occhio di adattarsi più rapidamente per distinguere l'oggetto situato a diverse distanze (velocità di accomodamento).

Una volta dimostrata l'utilità d'illuminare con forte intensità possiamo a considerare brevemente altre caratteristiche di una buona illuminazione.

Protezione dell'occhio. — Coll'adozione delle lampade ad alta intensità luminosa la protezione dell'occhio diviene un fattore d'importanza capitale per evitare gli effetti dannosi dovuti al bagliore. Una sorgente luminosa il cui splendore superi le 0,3-0,5 candele per cm² quando è collocata nella linea di visibilità dà un'impressione di abbagliamento anche guardata solamente di sfuggita.

Le esperienze dimostrano che l'effetto dell'abbagliamento è tanto più dannoso all'occhio quanto più la sorgente luminosa è situata in vicinanza alla linea di visibilità. Allontanandosi dalla linea di visibilità l'effetto diminuisce ed assumendo che l'occhio guardi in linea orizzontale l'effetto è praticamente cessato qualora la sorgente luminosa sia munita di un riflettore che ricopre un filamento sino a 25° dall'orizzontale. Il problema della protezione dell'occhio è importantissimo e la sua risoluzione richiede uno studio accurato nei singoli casi specifici data la difficoltà di determinare il valore ammissibile dello splendore per il fatto che esso dipende dal contrasto tra la sorgente luminosa e il fondo sul quale risalta; risulta così che il rapporto più conveniente tra lo splendore della sorgente luminosa e lo splendore dell'ambiente circostante non è costante.

La protezione dell'occhio richiede inoltre un esame accurato delle condizioni di ogni singolo progetto d'illuminazione per quanto riguarda anche gli effetti dell'abbagliamento indiretto.



Fig. 2.

Ombre. — Le ombre costituiscono un altro dei fattori importanti da prendersi in considerazione nello studio dell'illuminazione. Gli effetti prodotti dalle ombre possono essere messi facilmente in evidenza e dimostrati per mezzo dell'apparecchio indicato nella fig. 2.

Esso è costituito essenzialmente da una cassetta come quella descritta più sopra nella quale è collocata una statuetta. Tre lampade per 30 watt ognuna sono disposte rispettivamente sulla parte supe-

riore ed ai lati della cassetta stessa. Accendendo successivamente le tre lampade l'osservatore può rilevare come muti radicalmente la espressione della statua a seconda della lampada che la illumina e ciò per effetto della diversità delle ombre che ne risultano.

Le ombre sono utili per l'osservazione degli oggetti a tre dimensioni, mentre possono essere dannose per l'osservazione delle superfici piane.

Colore. — In molti casi è da tenere conto del colore della luce artificiale in relazione con i colori predominanti dell'ambiente e l'effetto che si desidera ottenere (ciò può facilmente dimostrarsi illuminando a colori diversi oggetti colorati). In alcuni casi è assai opportuno l'uso di apparecchi a luce solare i quali non alterano la tonalità delle tinte (negozi di stoffe, laboratori chimici, fotografici, litografici, ospedali, ecc.).

Applicazioni. — Una volta studiate le caratteristiche di una buona illuminazione, possiamo vederne le applicazioni:

1. **Officine.** — L'illuminazione delle officine ha un'enorme importanza, perchè è dimostrato che una buona illuminazione determina un aumento sensibile della produzione, una diminuzione degli infortuni sul lavoro, un miglioramento delle condizioni igieniche. Le statistiche dimostrano che la produzione può essere aumentata del 20 % con appropriati e razionali sistemi d'illuminazione.

In seguito ad esperienza fatta in un'officina insufficientemente illuminata con riflettori costruiti con concetti empirici si è riscontrato un aumento del 13 % nella produzione allorchè si è adottato un sistema di illuminazione con riflettori appropriati e lampade da 100 watt in modo da ottenere un'illuminazione media di 75 lux. Portando l'illuminazione a 105 lux (lampade da 150 watt) la produzione è aumentata del 17,9 % e portando infine l'illuminazione a 150 lux con lampade da 200 watt la produzione è aumentata del 18,5 %.

Per quanto riguarda gli infortuni le statistiche dimostrano che il 29 % di essi avvengono quando il lavoro si eseguisce colla luce artificiale. Questa percentuale è rilevante quando si pensi che su 8 ore lavorative sono poche le ore in cui si lavora colla luce artificiale. Con una buona luce si è riusciti a ridurre a metà il numero degli infortuni ottenendo conseguentemente una riduzione dei premi da corrispondersi alle Società di Assicurazione.

L'opportunità di migliorare l'illuminazione nelle officine può essere dimostrato facilmente con un'apposita sala di dimostrazione a cui accenneremo nella seconda parte della presente relazione.

Il ramo dell'elettrotecnica che si occupa dell'illuminazione appartiene sfortunatamente ad uno dei pochi rami dell'industria che non possono mettere in vetrina i loro prodotti, ed è questa certamente una delle principali ragioni per cui l'illuminazione non ha ricevuto sino ad ora quell'attenzione che si merita.

Il pubblico acquista lampade, riflettori, materiale d'installazione, acquista cioè gli elementi dell'illuminazione senza sapere che cosa acquista in fatto del prodotto finito «l'illuminazione».

Solo quindi una campagna basata essenzialmente su dimostrazioni pratiche che colpiscono materialmente l'osservatore può dare i risultati che si desiderano.

In America questa campagna di dimostrazione si iniziò un paio d'anni or sono ed i risultati ottenuti furono così sorprendenti e sorpassarono ogni aspettativa che fu stabilito di organizzare anche in Europa qualcosa di simile.

Ricorderemo brevemente che una Missione internazionale fu inviata alla National Lamp Works di Cleveland per assistere ad un corso d'illuminazione organizzato dal signor Doane, ingegnere capo di detta Società. Il corso durò due mesi ed al ritorno nei rispettivi paesi i membri della Missione entusiasti dei risultati constatati in America gettarono subito le fondamenta per un'organizzazione analoga nei loro paesi.

È bene accennare come in questo programma di illuminazione tutti gli elementi dell'industria elettrica sieno interessati e sembrerà strano a tutta prima l'affermazione che i costruttori di macchinario elettrico e le Società di distribuzione sono maggiormente interessati dei costruttori di lampade ed apparecchi d'illuminazione.

Senza entrare in una dettagliata analisi dell'argomento ricordiamo che la durata delle lampade ed apparecchi d'illuminazione è molto breve in confronto alla durata di un alternatore o di un trasformatore, e di più sappiamo che la maggior parte del reddito delle Società di distribuzione deriva dall'energia venduta per luce, per modo che il migliore sistema per dare un incremento crescente all'industria elettrica tutta, è di aumentare la quantità di energia distribuita per illuminazione, e ciò può essere fatto quando si pensi che una razionale illuminazione basata su fondamenti tecnici importerebbe un aumento del doppio delle intensità luminose presentemente impiegate nella massima parte delle installazioni private, industriali e pubbliche.

Ritornando ora al movimento verso una migliore illuminazione, di cui la G. E. Co. si è messa alla testa, lo scrivente ebbe il piacere di poter assistere poche settimane or sono ad una dimostrazione

d'illuminazione tenuta a Londra dal signor Bush, direttore del Riparto Illuminazione della British Thomson Houston Co.

La British Thomson Houston ha organizzato un reparto con numerose sale di dimostrazione, giacchè come già detto, solo la dimostrazione pratica ha un effetto realmente convincente ed ingenera entusiasmo a chi vi assiste.

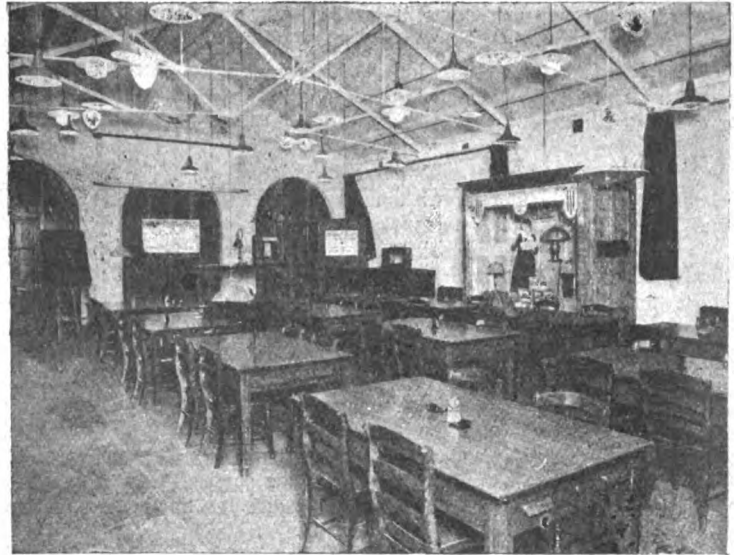


Fig. 3.

La fig. 3 mostra la sala per le dimostrazioni di illuminazione industriale. Il soffitto è equipaggiato con apparecchi d'illuminazione di vari tipi provvisti di lampade pure di diverso tipo e comandate da circuiti separati. Un numero adeguato di tavole è distribuito nella sala, e su ogni tavolo trovasi un fotometro portatile a lettura diretta, apparecchio semplice e pratico per ottenere immediatamente il numero di lux in ogni punto.

La British Thomson Houston ha avuto cura di lasciare il vecchio impianto esistente quando rilevò di recente i locali del nuovo reparto illuminazione. Si tratta di un'installazione usuale con riflettori di ferro smaltato a cono equipaggiati con lampade di 40 watt.

Il visitatore che entra in questa sala così illuminata, provenendo da un'altra razionalmente illuminata è colpito subito dal contrasto e rileva ancor maggiormente i fenomeni di ombre dense in alcuni punti della sala, e l'abbagliamento fastidioso in altri. Eppure per molti anni nel centro di Londra è stato mantenuto un tal impianto di luce per illuminare gli uffici di un'importante Società.

La sala viene poi illuminata con una lampada di 1000 watt chiara; questo è il primo passo verso l'utilizzazione delle lampade ad alta intensità, utilizzazione irrazionale che produce un'illuminazione del tutto disuniforme, dando luogo ad intensità forti negli spazi circostanti la lampada che vanno diminuendo rapidamente ai bordi della sala. Le ombre sono marcate, l'effetto d'abbagliamento fastidioso.

Queste installazioni irrazionali di lampade ad alta intensità sono una delle principali cause per cui la lampada 1/2 watt stentò ad introdursi nell'illuminazione privata.

L'effetto d'abbagliamento derivante da un'illogica installazione fa sì che il consumatore ritorna più volentieri alla vecchia lampada monowatt di poche candele.

Si passa in seguito all'illuminazione a mezzo di 6 lampade da 200 watt cadauna, in totale quindi un'intensità all'incirca pari alla precedente. Le lampade sono provviste di riflettori di ferro smaltato a coppa profonda e disposti in modo da poter alzare ed abbassare il riflettore mantenendo fissa la lampada.

Coi riflettori sollevati le ombre e l'abbagliamento sono sempre rilevanti, abbassando il riflettore la distribuzione della luce è migliorata, ma non è ancora buona, giacchè i tipi di riflettori non sono installati alla dovuta altezza e distanza dal suolo.

Illuminando poi la sala con 15 lampade da 200 watt montate col riflettore R. L. M. appositamente studiato per gli impianti d'illuminazione industriale si ottiene un'illuminazione realmente uniforme e piacevole che permette di lavorare, leggere in ogni punto della sala senza alcuna fatica per l'occhio. A mezzo di un reostato si può diminuire la tensione e notare la variazione nell'intensità luminosa che ne deriva. Ciò pone in evidenza la necessità di usare lampade tarate esattamente per la tensione del circuito su cui si devono utilizzare.

Quando le dimensioni del locale lo permettono si può ridurre il numero delle unità ed infatti la sala in questione può essere illuminata egualmente bene come nel caso precedente usando 6 lampade da 500 watt opportunamente disposte.

Per dimostrare l'importanza della forma del riflettore, la sala viene illuminata successivamente con due sistemi ognuno di 3 lampade di 300 watt. Nel primo sistema le lampade sono equipaggiate con un riflettore di vetro a forma piatta; nel secondo a forma lunga e stretta. La differenza dei risultati è rilevantissima.

Chi assiste alla Conferenza può in ogni istante misurare le intensità a mezzo del fotometro portatile, strumento di grandissimo valore pratico.

Gli effetti della colorazione delle pareti, del soffitto, vengono dimostrati con un apposito ed ingegnoso sistema di tende e gli effetti che si notano sono realmente interessanti, e lasciano un'impressione viva allo spettatore.

I fenomeni di abbagliamento, gli effetti dovuti al contrasto delle ombre, l'alterazione apparente dei colori, la velocità e l'acuità della visibilità ed altri interessanti fenomeni sono messi in evidenza da una serie di apparecchi ingegnosi.

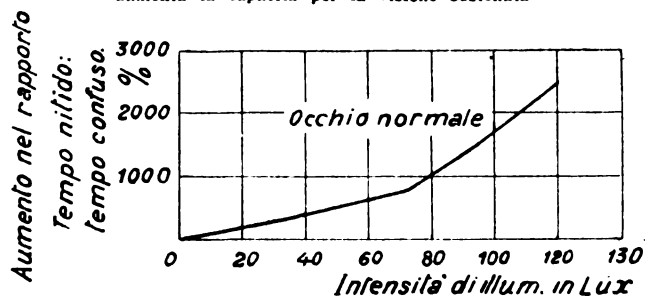
Fortunatamente si sta iniziando anche da noi un movimento per dare un indirizzo tecnico a questo problema così importante e impostarlo su basi scientifiche, e si spera di poter organizzare presto alcune sale di dimostrazione per l'illuminazione industriale, pubblica e privata. Si sta pure provvedendo per avere sul mercato dei fotometri tarati in lux. Ma per ottenere dei risultati efficaci occorre la cooperazione di tutta l'industria, occorre che tutti i costruttori di macchinario e materiale elettrico comprendano quali immensi vantaggi l'industria ed il pubblico possano trarre dall'abbandonare i sistemi empirici d'una volta e trattare l'illuminazione come tutti gli altri rami della tecnica, e cioè secondo principi scientifici e adottando misurazioni esatte.

* *

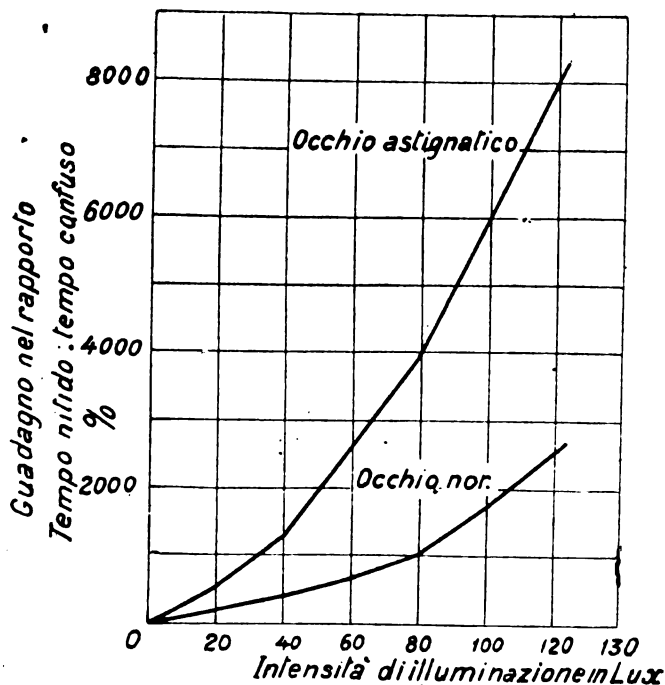
APPENDICE.

Visione sostenuta

Una maggiore intensità di illuminazione aumenta la capacità per la visione sostenuta



La visione sostenuta è la capacità a mantenere una visione chiara di tutti i dettagli di un oggetto quando venga osservato con continuità.

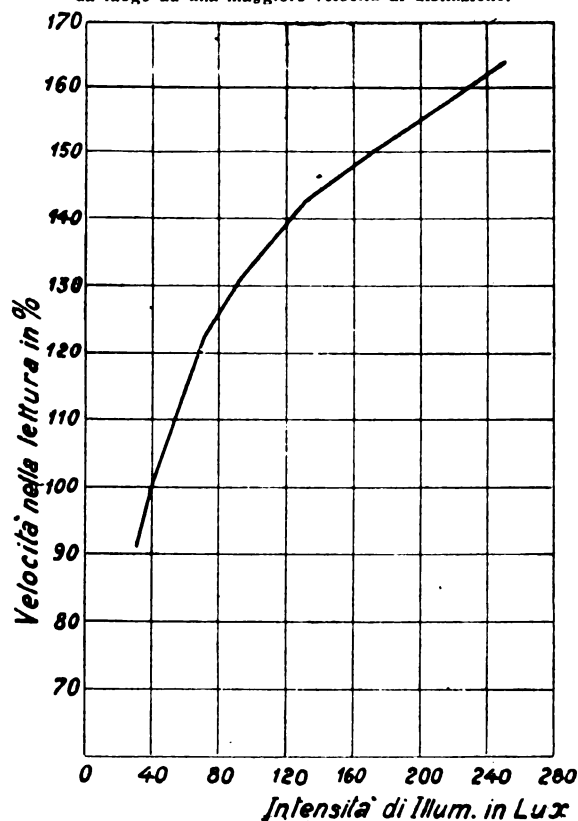


In questa prova l'osservatore guardò all'oggetto con continuità per la durata di 3 minuti per ogni intensità di illuminazione. Il rapporto fra il tempo durante il quale l'osservatore percepì l'oggetto nitidamente al tempo durante il quale l'oggetto apparì confuso fu assunto come misura della visione sostenuta.

Il guadagno nella visione sostenuta coll'aumentare dell'intensità di illuminazione è maggiore per l'occhio astigmatico che non per l'occhio normale. Durante questa prova fu usato un contrasto di brillantezza molto rilevante - ro su bianco.

Velocità di distinzione

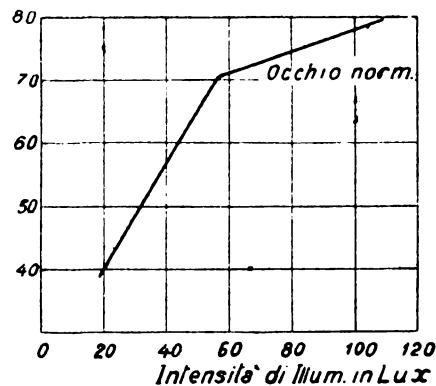
Una maggiore intensità di illuminazione dà luogo ad una maggiore velocità di distinzione.



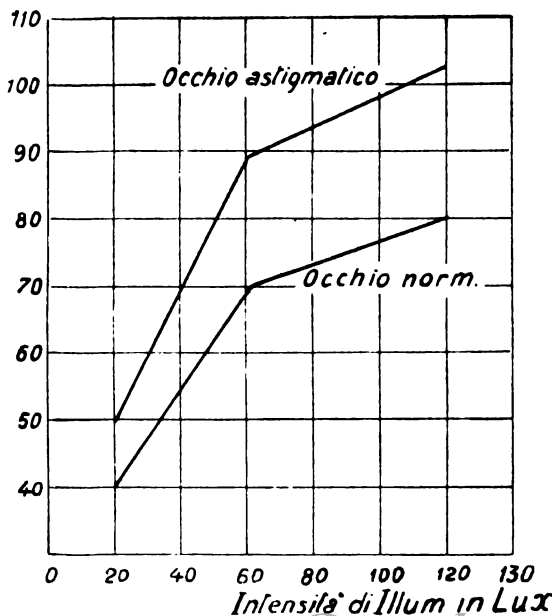
Per velocità di distinzione s'intende la rapidità con la quale l'occhio è capace di percepire le differenze tra diversi oggetti o differenze in uno stesso oggetto. Nella maggior parte delle lavorazioni industriali i contrasti di brillantezza non sono rilevanti. Per approssimarci a questa condizione è stata usata una carta opaca con lettere nere in modo da avere un fattore di riflessione del 22,5%.

Velocità di adattamento

Una maggiore intensità di illuminazione aumenta la velocità di adattamento.



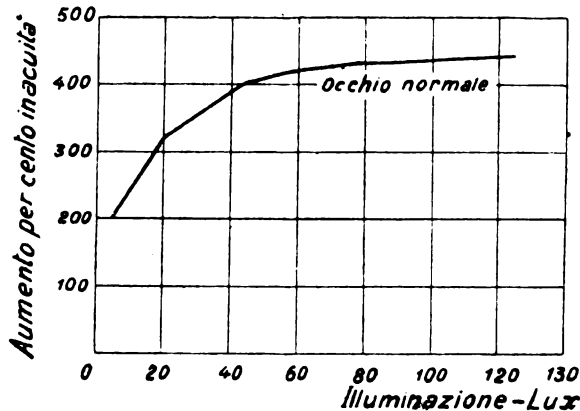
Per velocità di adattamento s'intende la capacità dell'occhio a focalizzarsi su oggetti situati a diverse distanze.



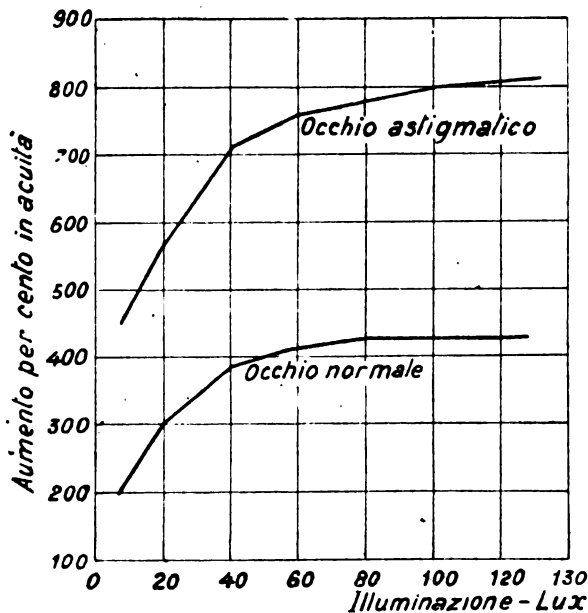
In questo caso ancora l'occhio astigmatico dimostra un miglioramento nell'aumentata efficienza che non l'occhio normale. Un contrasto di brillantezza molto forte fu impiegato in questa prova: oggetti neri su fondo bianco.

Acuità della visione

Una maggiore intensità di illuminazione dà luogo ad una maggiore acuità nella visione.



Per acuità della visione si intende la capacità dell'occhio a distinguere dettagli fini.



Il vantaggio dell'acuità — con aumentata illuminazione — è maggiore per gli occhi astigmatici che per quelli normali.

L'esame di oltre 10.000 impiegati tanto in fabbriche che in case commerciali ha dimostrato che il 53 per cento ha una visione anormale.

In queste prove venne usato un contrasto massimo di brillantezza: oggetti neri su carta bianca. È questa la condizione più favorevole per la maggiore acuità a bassa intensità di illuminazione.

CONSIDERAZIONI TECNICO-ECONOMICHE SUI SERVIZI RADIOTELEGRAFICI COM- MERCIALI

G. VALLAURI e G. PESSON



Comunicazione alla XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.

1-4. Premessa. — 5-7. Classificazione dei servizi radio. — 8-10. Organizzazione dei servizi radio. — 11. Personale e spese relative. — 12-16. Costo degli impianti e dei materiali per l'esercizio. — 17-19. Previsioni economiche riassuntive. — 20. Conclusioni.

Premessa.

1. — La tecnica dei grandi impianti r. t. è stata caratterizzata in questi ultimi anni dalla generale adozione di onde continue di rilevante lunghezza e dall'uso di intense correnti di trasmissione. Ciò ha portato di conseguenza la necessità di grandi strutture per le antenne, allo scopo di assicurare sia un opportuno valore della capacità elettrostatica, che limiti la tensione a valori non eccessivi, sia una conveniente altezza di radiazione. Si hanno ormai parecchi esempi, nei grandi impianti, di antenne sostenute da numerosi piloni o torri di acciaio di 250 metri di altezza. L'antenna costituisce così una delle parti più importanti e costose dell'intero impianto.

La opportunità tecnica ed economica di eseguire la trasmissione simultanea alla ricezione ha reso generale l'uso del così detto sistema duplex, con stazioni riceventi che utilizzano largamente la selettività direzionale e sono quindi situate in convenienti posizioni rispetto alla stazione corrispondente ed alla stazione trasmittente.

Sebbene si sia raggiunto ormai un elevato grado di perfezione nella tecnica della produzione e della ricezione delle onde contigue, non si arrestano, come è ben naturale, i lavori di ricerca e gli studi di ulteriori perfezionamenti. I problemi tecnici che, nel campo della radiotelegrafia a grande distanza, si sono dimostrati i più importanti e che hanno giustamente attirato la maggiore attenzione, ci sembra possano essere riassunti nei seguenti:

- Riduzione delle interferenze con possibilità di aumentare la sicurezza e la rapidità del servizio;
- Aumento del rendimento di irradiazione delle antenne trasmettenti;
- Scelta razionale degli elementi caratteristici di una stazione trasmittente, destinata ad assicurare un certo servizio ad una certa distanza.

2. — Il problema tecnico di più difficile soluzione è che presenta oggi il maggiore interesse è quello della riduzione delle interferenze. La eliminazione di quelle dovute ai parassiti naturali è assai difficile e si è ancora lontani da un risalto che possa dirsi decisivo ed appieno soddisfacente, sebbene molto cammino sia stato fatto. I mezzi più efficaci sono ancora la risonanza, la dirigibilità, i limitatori di ampiezza ed i sistemi differenziali. Citeremo i begli studi del Franklin, del Round, del Bellescize e dell'Austin, ben noti agli studiosi di radiotelegrafia.

In seguito al grande progresso raggiunto oggi dagli amplificatori, il requisito fondamentale a cui deve soddisfare un sistema di ricezione non consiste più nell'esser capace di assorbire la massima quantità di energia dal campo elettromagnetico dell'onda in arrivo, sibbene nell'ottenere che sia massimo il rapporto fra quella energia utile e l'energia che il sistema di ricezione assorbe dal campo delle perturbazioni parassite. L'amplificazione permette sempre — quando quel rapporto sia favorevole — di riportare alla voluta intensità i segnali ricevuti. Diviene elemento importante della soluzione di questo problema la lunghezza d'onda impiegata nella trasmissione. Sembra infatti ormai assodato, che i disturbi atmosferici sono di solito più forti sulle onde lunghe; e non è possibile che un perfezionamento della ricezione di onde medie e corte consigli in un prossimo avvenire l'uso di onde molto più corte di quelle ora adoperate e consenta l'uso di strutture di aereo più piccole e quindi meno costose di quelle attuali.

3. — L'aumento di rendimento delle antenne è stato felicemente ottenuto con una razionale distribuzione delle prese di terra e con la corretta costruzione dell'antenna stessa. Ricorderemo gli schermi di terra del Round, le terre multiple del Meissner e le discese plurime dell'Alexanderson. I rendimenti di radiazione, che per i grandi impianti erano nell'ordine di qualche unità per cento, possono oggi salire a qualche decina di unità per cento. Questo notevole progresso ha permesso di ridurre la potenza necessaria per una data trasmissione, ma non ha influito sulla grandezza delle strutture degli aerei che rimane, naturalmente, fissata dall'altezza di radiazione e dai tre elementi principali: capacità, intensità di corrente e tensione massima, legati fra loro dalla lunghezza d'onda che si vuole adoperare.

4. — La scelta degli elementi caratteristici di una stazione trasmittente, destinata ad assicurare un certo servizio ad una certa distanza, si basa ormai essenzialmente sulla definizione di due valori e cioè della lunghezza d'onda λ e del coefficiente di efficacia hI , chiamato da taluni costante di radiazione e misurato dal prodotto dell'altezza equivalente dell'antenna, espressa in metri, per l'intensità di corrente oscillatoria alla base dell'antenna, espressa in ampere. La scelta di questi elementi non si può fare in modo nettamente definito a cagione delle innumerevoli e mal note influenze che fanno variare la portata di una stazione radio. Tuttavia una norma abbastanza sicura si può ormai ricavare al riguardo sia dalle importanti decisioni del Comitato tecnico di Parigi del 1921 ⁽¹⁾, sia dal confronto fra i dati tecnici dei principali impianti oggi in esercizio e i risultati del traffico che essi riescono a mantenere.

Classificazione dei servizi radio.

5. — Volendo ora trattare dell'organizzazione e dell'efficienza dei servizi radio, ci sembra che occorra innanzi tutto rispondere alle seguenti questioni principali:

- quali sono i requisiti a cui un determinato servizio radio deve soddisfare e come possono eventualmente classificarsi i servizi

⁽¹⁾ L'Elettrotecnica 5 nov. 1921 vol. 8, n. 30, pag. 658 e Pubblicazione n. 17 dell'Istituto E. e R. T. della R. Marina.

radio dal punto di vista della continuità e della sicurezza delle comunicazioni;

b) per una data distanza come variano, in funzione del tipo di servizio che si vuole effettuare, gli elementi caratteristici dell'impianto e quindi anche le spese e le entrate ed in genere la convenienza economica del collegamento radio.

6. — È superfluo ricordare come, anche nel presente caso, una classificazione non possa essere se non artificiale e convenzionale, in quanto che, fra le forme tipiche di servizio radio da noi prescelte, si possono facilmente immaginare inserite tante altre forme intermedie, che permettano di passare dall'una all'altra per gradi insensibili. Ci sembra tuttavia che i collegamenti radio si lascino abbastanza bene raggruppare, dal punto di vista della continuità, in questi tre tipi principali:

A) Servizio quanto più è possibile continuo e celere in tutte le stagioni dell'anno e in tutte le ore del giorno.

B) Servizio continuo e celere per una notevole frazione della giornata, poco intenso nelle rimanenti ore.

C) Servizio a traffico scarso, espletabile in un numero limitato di ore.

Il primo caso si ha sempre quando il servizio radio debba svolgersi in concorrenza con linee preesistenti, che già funzionino in modo soddisfacente. La caratteristica di questo tipo di servizio è la rapidità e la precisione, non sempre la mole. È il caso nel quale ogni risorsa della tecnica deve essere messa in azione e sfruttata al più alto grado.

Il secondo caso si ha quando le linee preesistenti non sono sufficienti a smaltire l'intero traffico e il servizio r. t. si svolge, non in concorrenza con esse, ma in loro sussidio. I due mezzi — radio e filo — si integrano a vicenda: nelle ore di difficoltà per il servizio radio, il traffico viene avviato per filo, nelle ore di buon servizio radio i due mezzi lavorano contemporaneamente. Il traffico urgente viene avviato con la linea più celere.

Il terzo caso si ha quando sono collegati per radiotelegrafia paesi (per lo più coloniali) che hanno scarso bisogno di comunicazioni e per i quali gli altri mezzi di traffico sono molto lenti, cosicchè un servizio diretto, anche intermittente, è largamente bastevole ai bisogni.

Non solo il valore di hI e le conseguenti spese di impianto e di esercizio sono diverse per i tre casi, ma notevolmente diversa è tutta l'organizzazione del servizio e del traffico, e ciò influisce in larghissima misura sugli aspetti economici del problema. Nel primo caso diviene elemento di prima importanza il contatto fra pubblico ed organizzazione. Questa deve disporre di uffici propri di accettazione e di recapito e di mezzi celerissimi di collegamento fra questi uffici e le centrali radiotelegrafiche di trasmissione e di ricezione. Nel secondo caso la linea radio diviene una linea di un ufficio misto, filo e radio: il servizio radio non ha alcun diretto contatto col pubblico, mentre una grande facilità di ripartizione del traffico tra i due mezzi diviene la più saliente caratteristica del sistema. Nel terzo caso v'è anche minor bisogno di una organizzazione indipendente e il servizio radio si innesta direttamente e agevolmente sulla rete dei servizi ordinari.

7. — Per poter calcolare razionalmente, sia pure in via di massima, le spese di impianto, occorre innanzi tutto stabilire la lunghezza d'onda e il prodotto hI più adatti per un determinato servizio. A ciò possono riuscire di valido aiuto i dati ricavati dall'attenta e prolungata osservazione del modo col quale si svolge attualmente il servizio tra i grandi impianti, di cui si conoscono le caratteristiche.

TABELLA 1.

STAZIONE	h	I	h I	Portata convenzionale in km	
				ordinaria	sicura
Roma	10500	120	120	14400	5060 2730
Coltano	16000	180	250	45000	7130 4220
Massaua	9000	45	100	4500	3390 1630
Bordeaux	23400	170	480	81600	9000 5180
Lione	15000	150	250	37500	6720 4000
Nantes	9000	135	180	24300	5650 3460
Annapolis	17200	130	250	32500	6565 3640
Long Island	16800	80	702	56160	7630 4570
New Brunswick	13500	66	590	38940	6660 3960
Marion	11600	66	600	39600	6650 4150
Nauen	12500	150	380	57000	7360 4940

Riportiamo nella tabella 1 i dati più importanti di alcune delle maggiori stazioni addette al traffico a grande distanza. Dato l'incessante progresso degli impianti e le trasformazioni a cui essi vanno per conseguenza continuamente soggetti, alcuni di questi dati potranno forse al momento della pubblicazione non rappresentare esattamente la realtà e richiedere qualche ritocco. Ma riteniamo che nel loro insieme essi forniscano una utile scorta per la risoluzione del problema in questione. A tal fine gioverà anche tener presenti i valori della portata ordinaria e della portata sicura, che si leggono nelle ultime due colonne della tabella e sono stati dedotti dagli elementi delle colonne precedenti coll'aiuto delle formule adottate dal Comitato di Parigi. E gioverà in pari tempo confrontare tali portate convenzionali con quelle dei servizi effettivamente svolti dalle varie stazioni, tenendo presenti, a guisa di esempio, le seguenti distanze approssimative:

New-York - Parigi	km.	5800
" - Carnarvon	"	5300
" - Nauen	"	6300
" - Coltano	"	6600
Roma - Halifax	"	5900
" - Massaua	"	3900
" - Mogadiscio	"	5700
Coltano - Pekino	"	8000
" - Buenos Ayres	"	11100

Tenendo presenti le considerazioni esposte, i dati della tabella ed il modo come si svolge il servizio da parte delle grandi stazioni elencate, abbiamo compilato la tabella 2, in cui indichiamo approssimata-

TABELLA 2.

Distanza km	λ m	Metri-Ampere			Metri-Ampere convenzionali	
		Servizio praticamente continuo	Servizio buono per molte ore al giorno (18 su 24)	Servizio limitato a 8 ore su 24	Servizio sicuro	Servizio ordinario
4000	8000	20000	10000	5000	35400	7080
6000	10000	80000	40000	20000	137000	27400
8000	15000	?	100000	50000	354500	70900
10000	20000	?	180000	90000	758000	151600

mente i valori di λ e del prodotto hI , che riteniamo possano mediamente attribuirsi alle tre tipiche condizioni di servizio che abbiamo preso a considerare. Come termine di raffronto abbiamo riportato anche i valori convenzionali del prodotto hI , che si calcolerebbero in base alle formule del Comitato di Parigi, quando sulle distanze date e con le λ prescelte si volesse avere un servizio sicuro ovvero un servizio ordinario.

In questo studio ci proponiamo di illustrare schematicamente l'organizzazione delle tre specie di servizio radio prese in esame e di analizzare gli elementi tecnici ed economici di tre impianti tipo, per i quali riteniamo si possano convenientemente assumere come valori dei coefficienti di efficacia rispettivamente quelli di 20.000, 50.000 e 150.000 metri-ampere.

Organizzazione dei servizi radio.

8. — Distingueremo i tre tipi di servizio specificati nel § 6 rispettivamente con le lettere A, B, e C considereremo anzitutto il servizio telegrafico e della corrispondenza.

Il tipo C è il più semplice ed un suo possibile svolgimento è rappresentato schematicamente a mo' d'esempio dal diagramma della figura 1. Il duplex (ossia, come è ben noto, il funzionamento indipendente e simultaneo della trasmissione e della ricezione), è sempre necessario, anche con servizio scarso, perchè evita le ripetizioni e i forti ritardi e permette di informare tempestivamente il corrispondente del modo come i suoi segnali sono ricevuti, così da ottenere che egli regoli la velocità della sua trasmissione o l'arresti addirittura, se i segni non sono abbastanza chiari.

Una linea telegrafica $I-I'$, servita da macchine Morse, collega la stazione ricevente R e la trasmittente T al vicinioro ufficio telegrafico S. I telegrammi che affluiscono in S, direttamente accettati o che gli pervengono da altre località a mezzo di linee elettriche ordinarie, sono trasmessi a T che li inoltra per radio. I telegrammi ricevuti da R sono trasmessi a S, che li fa proseguire e recapitare. Il servizio delle «frasi» tra R e T è disimpegnato a mezzo della linea I' , che collega R a T. Esso ha, naturalmente, la precedenza sugli altri servizi, che debbono sospendersi quando R chiama T per «frasi» od altri avvisi relativi al servizio, che si chiamano comunemente

«note». Se il traffico è piuttosto abbondante, R può essere collegata direttamente con un ufficio S' (che può essere o no lo stesso S) mediante una linea l'' . In questo caso la linea l' rimane completamente disponibile per il servizio delle «frasi».

In generale T è sistemata vicino ad una città importante; la distanza tra T e R è compresa, in genere, tra i 15 o 20 km per cui

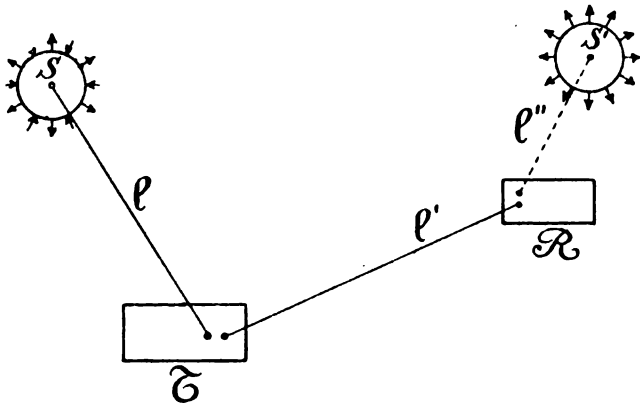


Fig. 1.

l'intero sviluppo di linea occorrente per questo tipo di servizio si aggira tra i 30 e 50 km. Uno stesso impiegato può attendere in T ai due apparati, che vi sono sistemati. Se si vuole fare la trasmissione automatica, occorre in T un turno di impiegati apposito.

9. — Il tipo di servizio B è suscettibile di varie organizzazioni. Una può essere schematizzata come in figura 2. Il servizio è analogo

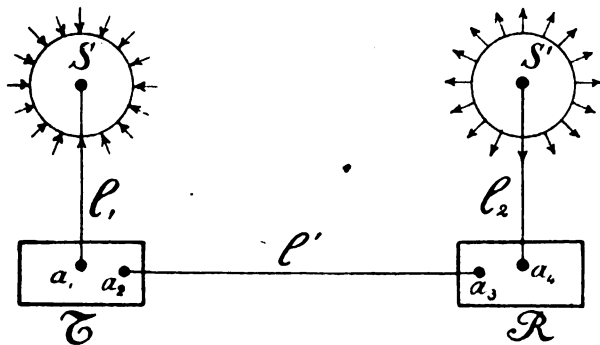


Fig. 2.

al precedente, salvo che le linee l_1 e l_2 sono servite da apparati celeri e la linea l' è riservata unicamente alle «frasi» con apparato Morse. Lo sviluppo delle linee (che è bene siano duplicate per sicurezza) è dello stesso ordine di quello del caso precedente.

La linea l_1 può essere servita da apparati Creed od analoghi, in modo che in T la ricezione del traffico da inoltrare per via radio si faccia direttamente su striscia perforata, che può essere senz'altro

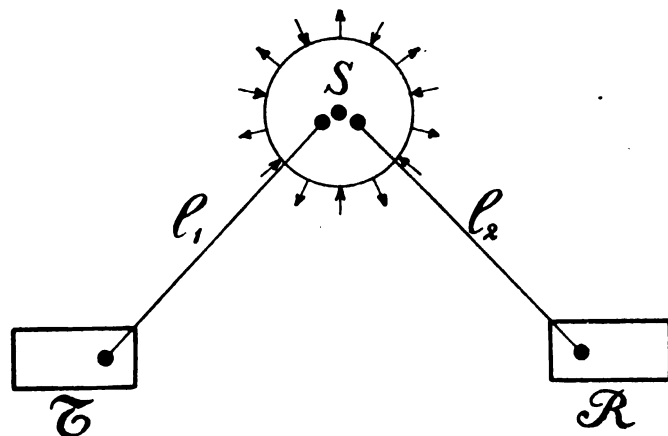


Fig. 3.

passata all'apparecchio automatico di trasmissione. In questo caso è conveniente che S ed S' coincidano (fig. 3) ed allora la linea l' può anche essere risparmiata. Le «frasi» sono intercalate nel traffico che da R è dato ad S , per modo che non solo il servizio delle «note» ma anche la direzione in genere del traffico telegrafico e della corrispondenza sono accentrati in S . È un vero sistema di manipolazione a di-

stanza con l'intermediario di una macchina Creed. Presenta il vantaggio sul metodo precedente di evitare in T ed in R ogni funzione contabile ed amministrativa, ma rende un po' laborioso il continuo controllo della trasmissione, perchè esso deve svolgersi in S da parte di un operatore, che ha bensì sott'occhio il testo del dispaccio, ma non può immediatamente fermare la trasmissione e correggere subito gli eventuali errori o difetti della striscia perforata.

Un terzo sistema, che elimina quest'ultimo inconveniente, è quello di manipolare direttamente T da S e di accentrare in S la ricezione, convogliando i segnali ricevuti in R sulla linea l_2 (mediante telegrafia ordinaria, o a frequenza acustica o ad alta frequenza) in modo che tutta la parte telegrafica del servizio viene svolta in S , mentre in T ed in R si deve provvedere soltanto ai compiti tecnici inerenti al funzionamento degli apparati radiotelegrafici di trasmissione e di ricezione e alla loro necessaria sorveglianza e regolazione. Questo sistema, che risulta a prima vista come il più economico, perchè risparmia ritrasmissioni e personale, richiede che T sia relativamente prossimo ad S e che il collegamento TS sia effettuato in modo da avere assoluta garanzia di perfetto funzionamento delle linee elettriche che lo costituiscono (cavi sotterranei od aerei). La stazione radio diviene così, in fondo, una linea dell'ufficio S . Gli apparati e gli operatori destinati alla ricezione possono collocarsi accanto a quelli che servono alla trasmissione per il medesimo corrispondente, in modo da rendere praticamente nulli i ritardi nel servizio delle frasi.

10. — Il tipo di servizio A è il più complicato e costoso e si differenzia dal precedente sopra tutto perchè, supponendosi esclusa la collaborazione con i servizi telegrafici ordinari, richiede un servizio proprio ed indipendente di accettazione, di inoltramento e di recapito dei telegrammi. Uno schema possibile è ad esempio quello della fig. 4.

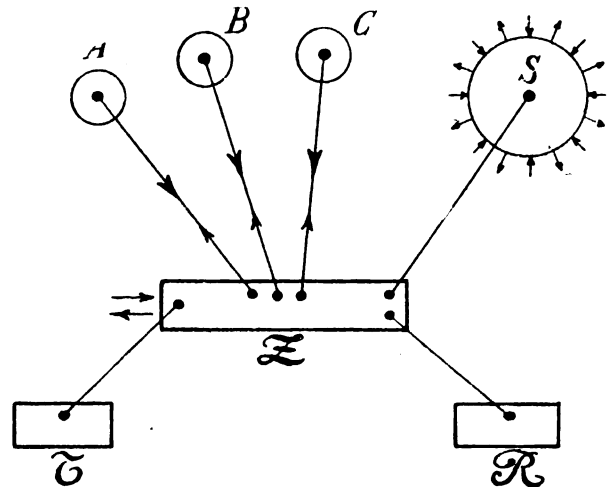


Fig. 4.

L'organizzazione radio deve possedere un ufficio proprio Z che assuma, rispetto a T ed R , le funzioni a cui, nel caso della fig. 3, adempiva l'ufficio S . Quest'ufficio Z , situato in un grande centro, fa per conto proprio servizio di accettazione e recapito e accentra il traffico da e per alcune altre importanti località A, B, C , ecc., dove esiste ufficio proprio della organizzazione radio. Per di più esso è collegato ad un centro S della rete ordinaria per effettuare le comunicazioni con le altre località meno importanti di A, B, C .

Una tale organizzazione assurge subito ad una mole assai più ampia di quella del caso precedente. In Italia, ad esempio, occorrerebbero almeno tre uffici distaccati oltre Z , in modo che lo sviluppo di linea non potrebbe essere inferiore a 1500 e 2000 km; e per ciascuno di questi centri occorrerebbe un servizio proprio di accettazione e di recapito. Dal punto di vista tecnico lo svolgimento del servizio radio si compie come nell'ultimo schema del caso precedente e cioè con la manipolazione e la ricezione accentrate in Z .

Personale e spese relative.

11. — Consideriamo anzitutto il personale addetto alle stazioni radio, salvo a computare poi le spese per il personale direttivo ed amministrativo delle società cui fanno capo i singoli impianti. Riteniamo che, salvo casi particolari, non convenga in genere disporre nei grandi impianti radio di complessi elettrogeneratori propri e che sia invece preferibile appoggiarsi, mediante linee sicure e, se occorre, duplicate, a grandi centrali elettriche esistenti.

Il personale operatore che dovremo considerare è quindi delle seguenti categorie: a) radiotelegrafisti; b) telegrafisti; c) elettricisti; d) operai meccanici; e) marinai e attrezzatori; f) manovali. Il personale direttivo deve essere di due specialità e cioè tecnico ed amministrativo-contabile.

Nella organizzazione tipo C (fig. 1) riteniamo possano occorrere complessivamente per il servizio della trasmittente e della ricevente: 1 direttore, 1 contabile, 1 capo-radio, 6 radiotelegrafisti, 4 telegrafisti, 1 capo elettricista, 4 elettricisti, 6 marinai e manovali, 2 meccanici. Si può ritenere che la spesa annua per questo personale si aggiri sulle L. 300.000.

Nel tipo di servizio B il personale può così essere computato: 1 direttore, 1 contabile, 1 aiuto contabile, 1 capo radio, 10 radiotelegrafisti, 8 telegrafisti, 1 capo elettricista, 8 elettricisti, 10 marinai e manovali, 3 meccanici. La relativa spesa annua potrà essere intorno a Lire 500.000.

Il computo della spesa del personale nel caso A è molto complesso e dipende da un gran numero di fattori. La spesa per il personale in T e R è di poco diversa da quella del caso precedente e la fissiamo senz'altro in L. 600.000 annue. Ma a questa devonsi aggiungere:

a) La spesa dei tre uffici A, B, C, e dell'ufficio Z. Ciascuno dei primi tre richiede all'incirca: 1 capo ufficio, 6 impiegati per l'accettazione, la registrazione, la contabilità, ecc., 4 telegrafisti, 4 telefonisti, 4 commessi e un numero di fattorini proporzionato al traffico. La spesa potrà aggirarsi per ciascun ufficio sulle L. 200.000 annue, oltre una spesa di circa L. 0.40 per ogni telegramma recapitato. I tre uffici A, B, C, costerebbero quindi 600.000 lire annue come personale. L'ufficio Z costerà sensibilmente di più di uno degli uffici A, giacché occorre quivi un personale almeno doppio, così che la spesa per Z potrà salire a L. 400.000 e quella complessiva per i quattro uffici a L. 1.000.000.

b) La spesa per il personale addetto alla manutenzione delle linee telegrafiche. Per ridurre questo titolo l'assuntore del servizio radio potrà probabilmente ricorrere, mediante apposita convenzione, all'opera degli agenti che già curano altre linee telegrafiche, ad es. quelle di stato. Considerato uno sviluppo di 2000 km il canone annuo potrebbe forse aggirarsi sulle 200.000 lire annue.

Costo degli impianti e dei materiali per l'esercizio.

12. — Anche la stima del costo degli impianti è inevitabilmente incerta, quando ci si limiti a uno studio di carattere molto generale, come è il presente. Stabilito infatti il coefficiente di efficacia hI che si vuole raggiungere (con una determinata lunghezza d'onda), la spesa di impianto può ancora variare fra ampi limiti in conseguenza di molti altri fattori.

L'ubicazione influisce per prima per parecchi riguardi. La vicinanza di un centro importante assicura il collegamento con un buon nodo di comunicazioni telegrafiche, agevola i trasporti (per i quali nei grandi impianti conviene predisporre il raccordo ferroviario), semplifica i problemi dell'alloggio e della vita del personale, dei rifornimenti, ecc. Di capitale interesse è poi la vicinanza di una centrale di produzione di energia elettrica o di un nodo importante e sicuro di linee di trasmissione, poichè, come si è già accennato, conviene in massima acquistare l'energia dalle grandi società elettriche. Queste possono, dato l'alto coefficiente di utilizzazione dell'utente radio, applicare ad esso tariffe particolarmente favorevoli. Occorre solo provvedere, mediante opportuni collegamenti ed eventuali duplicazioni di linee, ad assicurarsi che il servizio non sarà soggetto ad irregolarità e ad interruzioni per causa del fornitore di energia.

La natura del terreno può a sua volta notevolmente influire sul costo della presa di terra ed infine il costo del terreno stesso è un elemento di importanza tutt'altro che trascurabile.

13. — Un altro elemento di peso notevole nei riguardi del costo d'impianto è il tipo di padiglione aereo, che si vuole adottare. Dato infatti il prodotto hI , che si deve raggiungere (sempre con una data lunghezza d'onda), si possono scegliere, evidentemente, diverse coppie di valori h ed I .

In favore della scelta di bassi valori per h sta il costo dei sostegni, i quali rapidamente crescente con la loro altezza. Ma d'altro canto si deve rilevare che, essendo la potenza somministrata all'antenna RI^2 , dove R è la resistenza equivalente totale, occorrerebbe, per mantenere invariati gli altri elementi del problema, che la resistenza totale variasse proporzionalmente al quadrato dell'altezza, cioè che, riducendo quest'ultima, fosse possibile far diminuire assai più rapidamente la resistenza. Ciò è, al di là di un certo limite, assai difficile a conseguirsi e richiede prese di terra complicate e costose.

Per di più la tensione elettrica, a cui si può portare l'antenna, è limitata dal cimento degli isolatori, dagli effluvi, dalle perdite nei sostegni e nei controventi e così via. In particolare, nelle nostre antenne a reticolato, riteniamo non si possa oltrepassare un valore efficace di tensione di 90.000 V circa. (Nelle antenne a fili o a tubi, sostenuti da catene di isolatori disposte verticalmente, si possono raggiungere, con opportune disposizioni, anche tensioni più elevate). Ne segue che col crescere della corrente di antenna I deve crescere in egual misura la capacità, ossia col diminuire dell'altezza bisogna ac-

crescere l'estensione dell'antenna, il numero dei sostegni e l'area occupata.

La soluzione è quindi anche qui, come di solito, una soluzione di compromesso. La tecnica europea propende in generale per l'uso di antenne alte (piloni di 200 ÷ 250 m) senza troppo complicate prese di terra; per contro la Radio Corporation americana ha prescelto un tipo di antenna assai più bassa (piloni di 120 m) con discese di terra multiple. L'Alexanderson ha presentato recentemente i risultati di un calcolo di massima, secondo il quale l'altezza più conveniente dei piloni sarebbe di 150 m per un impianto di 100.000 metri-ampere.

14. — Il tipo di apparecchio prescelto per la generazione delle oscillazioni, le modalità di alimentazione, l'entità dei servizi ausiliari influiscono in misura non trascurabile sia sulle spese di impianto, sia su quelle di esercizio ed in particolare sulle spese di energia.

Se si adopera l'arco, si ha un rendimento di conversione dell'ordine del 40 %, ma in cambio si richiede la trasformazione di energia attraverso un solo gruppo di macchinario con pochi meccanismi ausiliari. La potenza complessiva all'entrata della linea di alimentazione è circa quattro volte la potenza oscillatoria fornita all'antenna. Nel caso degli alternatori ad alta frequenza il rendimento proprio della macchina generatrice è assai più elevato, ma quello complessivo può risultare non molto superiore al rendimento dell'arco, se l'alimentazione del motore del gruppo ad alta frequenza è fatta mediante corrente continua, generata a sua volta da un altro gruppo convertitore. Infine nel caso degli impianti a triodi, il rendimento proprio di questi è anch'esso elevato, ma quello totale risente in varia misura delle perdite per la trasformazione dell'energia, richiesta sotto forma di corrente continua ad alta tensione dal circuito anodico. In uno studio di massima come il presente, si potrà quindi in prima approssimazione prescindere dalla scelta del tipo di generatore, almeno nei riguardi del consumo dell'energia, ed ammettere che questo sia in ragione di 3 o 4 volte l'energia fornita all'antenna.

15. — Sulla scorta delle considerazioni esposte finora e per avere una base al calcolo delle spese di impianto e di esercizio, abbiamo ritenuto che i dati tecnici più importanti delle tre stazioni prese in considerazione alla fine del § 7 si possono stabilire nel modo indicato dalla tabella 3.

TABELLA 3.

Coefficiente d'efficacia $m \times A$	Lunghezza d'onda m	Sostegni dell'antenna		Altezza equivalente m	Intensità di corrente A	Tensione V	Capacità $m\mu F$	Resistenza totale di antenna Ω	Potenza totale kW
		Numero	Altezza m						
20 200	10 000	3	200	140	140	74 000	10	1,5	100 ÷ 120
50 000	15 000	4	250	175	285	90 000	25	1,0	250 ÷ 320
150 000	20 000	16	250	175	860	90 000	100	0,4	880 ÷ 1200

La mole degli impianti e la potenza del macchinario risultano abbastanza definiti dai dati ora riportati. Occorre tuttavia far rilevare che l'importanza relativa delle sistemazioni di riserva dipende, non tanto dalla potenza della stazione, quanto dalla natura del servizio che essa dovrà disimpegnare. Per il servizio tipo C la riserva può essere ridotta al minimo, come si fece ad es. per le stazioni di Massaua e di Mogadiscio, che furono installate coraggiosamente dalla R. Marina quando le radiocomunicazioni a grande distanza erano, si può dire, ai primordi e hanno funzionato per parecchi anni non disponendo che di riserve minime. Anche la stazione di San Paolo, nata per il servizio militare e politico, funzionò per vari anni senza alcuna riserva, ma ne fu dotata non appena intraprese il servizio commerciale, passando dal servizio tipo C a quello tipo B. Per la stazione grande di Coltano il macchinario di riserva fu ordinato subito dopo le prime prove ed è in corso di fornitura.

Per i servizi tipo A e B è indispensabile infatti una completa riserva e tutto il macchinario deve essere duplicato. Nel caso degli alternatori ad alta frequenza, si potrà forse proporzionare la potenza alle esigenze imposte dalla variabilità delle condizioni atmosferiche e ridurre alquanto le spese per il macchinario di riserva, mediante il frazionamento della potenza installata in più unità. Ma a tal fine occorre che gli alternatori ad alta frequenza si dimostrino capaci di essere utilmente e praticamente accoppiati, per produrre energia su un medesimo circuito oscillatorio nei periodi di maggior richiesta. Analogamente, nel caso dei triodi, la possibilità di ricambiare questi ultimi e gli altri elementi dei quadri, su cui sono montati, permette di ridurre la riserva per questa parte dell'impianto a proporzioni più modeste, costituendola in prima linea con una buona scorta di triodi di ricambio.

Una parte dell'impianto, per la quale la duplicazione riuscirebbe esageratamente costosa, è l'antenna. Tuttavia una giudiziosa disposi-

zione dei piloni di sostegno può permettere il sezionamento del padiglione aereo, di guisa che un guasto a una parte di esso non provochi la completa inutilizzazione della stazione.

16. — Senza entrare in minuti particolari circa i sistemi adottati e circa la struttura delle installazioni, si può, in base a quanto precede, assegnare qualche cifra approssimativa al costo di impianto per ciascuno dei tipi di stazione e per ciascuno dei tipi di servizio. Per la stazione da 20 000 metriampere non è il caso di prevedere l'organizzazione tipo A, se non quando la stazione si trovi a far parte di un maggiore centro radio, come accenneremo in seguito. Nel caso di funzionamento isolato il costo della stazione trasmittente, di quella ricevente R e dei relativi collegamenti alla rete telegrafica può fissarsi in 10 milioni di lire per il caso del servizio B ed in 7 milioni per quello del servizio C.

Quando si voglia esaminare il caso delle stazioni da 50 000 e da 150 000 metriampere, conviene osservare che allo stato attuale della tecnica sarebbe poco razionale progettarle come stazioni isolate. Una parte notevole delle spese di impianto e di esercizio, richieste da stazioni così considerevoli, possono essere infatti assai meglio sfruttate, se, accanto alla stazione di gran potenza, ne sorgono una o due o più di potenza media, le quali, oltre a svolgere un traffico a minor distanza per conto proprio, possono anche collaborare alla raccolta del traffico in partenza e all'inoltro del traffico in arrivo per la linea principale, servita dalla stazione maggiore. Risultano in tal modo più ripartite e quindi più lievi le spese per gli impianti di alimentazione dell'energia e relative riserve, per il personale dirigente ed esecutivo, per i collegamenti e servizi telegrafici, per i trasporti e rifornimenti ecc.

Si viene così al concetto del «centro radiotelegrafico», cioè di un ufficio a più linee, che funzionano simultaneamente. Il centro richiede, ben s'intende, una corrispondente organizzazione di ricezione e cioè un centro ricevente multiplo e attrezzato largamente, ovvero anche un sistema di due impianti riceventi distinti, opportunamente situati rispetto al centro di trasmissione e posti in condizioni geografiche diverse, così da poterne utilizzare almeno uno, quando le condizioni atmosferiche locali siano particolarmente avverse al funzionamento dell'altro. Considerando quindi un impianto trasmittente costituito da una stazione da 50 000 ed una da 20 000 metriampere, con le relative stazioni riceventi e i necessari collegamenti, riteniamo che la spesa di impianto complessiva possa stimarsi all'incirca in 35, 23 e 17 milioni di lire rispettivamente per un servizio tipo A, B o C.

Ragionamenti analoghi dimostrano che non è il caso di considerare una stazione di 150 000 metriampere come isolata. Per non moltiplicare di troppo il numero delle ipotesi prospettate, ci limitiamo a prendere in esame una stazione da 150 000 metriampere abbinata con una da 20 000 e i relativi impianti di ricezione ecc.; computiamo una spesa di impianto di 65 milioni per il servizio A e di 53 milioni per il servizio B, senza considerare quello C che non potrebbe essere redditizio per una installazione così considerevole. La differenza delle spese di impianto fra i servizi A e B è data prevalentemente dal costo dei collegamenti telegrafici e degli uffici relativi, richiesti dal tipo A e superflui per il tipo B.

Previsioni economiche riassuntive.

17. — Per fissare le idee su alcuni casi concreti consideriamo i seguenti tipi di organizzazione:

- Tipo I — Una stazione da 20 000 metriampere - Servizio C.
- » II — Una stazione da 20 000 metriampere - Servizio B.
- » III — Un centro con una stazione da 50 000 e una da 20 000 metriampere - Servizio B.
- » IV — Un centro con una stazione da 150 000 ed una da 20 000 metriampere - Servizio B.
- » V — Due centri, uno con una stazione da 150 000 e una da 20 000 metriampere, l'altro con una stazione da 50 000 e una da 20 000 metriampere - Servizio A.

Non abbiamo previsto i casi analoghi ai tipi III e IV con servizio A, perchè risulterà facilmente dalle cifre riportate più innanzi, che l'organizzazione del tipo A non può essere redditizia se non quando le spese per gli impianti e servizi telegrafici si ripartiscano su un grande volume di traffico, cioè su almeno due centri di gran potenza (che possono anche essere riuniti a formare un solo supercentro).

Coll'aiuto dei computi già fatti e dei risultati riportati, abbiamo stimato le spese di impianto per ciascuno dei cinque tipi proposti. Per schematizzare allora l'insieme degli oneri che il reddito del servizio dovrebbe coprire si è assunto un interesse del capitale al 5% ed un utile industriale anch'esso del 5%. Quanto alle quote di ammortamento e di riparazione, sarebbe conveniente tener conto della varia misura secondo cui deperiscono le singole parti degli impianti. E questo il punto su cui si hanno forse le maggiori incertezze, perchè da troppo poco tempo funzionano i servizi commerciali radio e mancano

quindi risultati sicuri e attendibili. Riteniamo tuttavia che sia prudente assumere per questo titolo una quota del 10% sulla spesa totale di impianto. Le spese di personale si possono computare in relazione con quanto abbiamo esposto nel § 11. La spesa di energia è stata calcolata sulla base delle ore di funzionamento previste nella tabella 2, tenendo conto di ragionevoli coefficienti di utilizzazione e delle tariffe correnti. Le spese generali risultano particolarmente gravi per il tipo V, ossia per il servizio A, che richiede più ampi mezzi di direzione centrale, di reclame ecc. ed è l'unico che mette l'organizzazione radio in diretto contatto col pubblico.

TABELLA 4.

Tipo di organizzazione	I	II	III	IV	V
Stazioni da $\left\{ \begin{array}{l} 20\,000\text{ m} \times A. . . \\ 50\,000\text{ m} \times . . . \\ 150\,000\text{ m} \times . . . \end{array} \right.$	1	1	1	1	2
Tipo di servizio	C	B	A	B	A
Spesa d'impianto	7,000	10,000	23,000	53,000	90,000
Interesse 5% Utile industriale 5% Ammortamento e rinnovazione 10%					
Personale	0,300	0,500	0,800	0,850	3,600
Energia e materiale di consumo	0,110	0,170	0,540	1,530	2,400
Spese generali	0,100	0,150	0,350	0,400	2,000
Totale	1,910	2,820	6,290	13,380	26,000

Con questi criteri è stata compilata la tabella 4, da cui risultano le entrate che ciascuna delle organizzazioni dovrebbe raggiungere per saldare il proprio bilancio.

18. — Può essere interessante tentar ora di dedurre quale traffico dovrebbero svolgere le stazioni considerate, per raggiungere le entrate che risultano dalla tabella 4. Occorre a tal fine stabilire il prezzo medio delle parole tassabili o meglio la quota che su ciascuna di esse (in partenza o in arrivo) spetta all'organizzazione radio. Tale quota, a pari potenza della stazione adoperata, sarà per B minore che per A a cagione della parte di introito spettante a chi provvede all'inoltro telegrafico e all'accettazione o al ricapito. A pari potenza della stazione non vi sarà invece differenza fra i servizi B e C, perchè la maggiore limitazione dell'orario del servizio consente di conseguire, per la durata di esso, una maggiore portata. Riteniamo che le quote si possano fissare in prima approssimazione nel modo seguente:

Stazione da 150 000 m x A	servizio A	L. 5,00
» B	» B	» 4,10
50 000 m x A	» A	» 2,30
» B	» B	» 1,90
20 000 m x A	» A	» 1,00
» B, C	» B, C	» 0,80

Ammettiamo ancora, per semplicità di ipotesi, che le diverse stazioni di una medesima organizzazione facciano all'incirca il medesimo numero di parole e che il traffico bilaterale risulti approssimativamente simmetrico. Si può allora calcolare il numero medio di parole tassabili che ciascuna stazione di ciascuna delle cinque organizzazioni previste deve trasmettere giornalmente, perchè l'impresa sia redditizia. Il risultato di tale calcolo è rappresentato dalle cifre seguenti:

I 3300	II 4900	III 3240	IV 3800	V 3880
--------	---------	----------	---------	--------

19. — Le cifre indicate si prestano ad alcune considerazioni. Innanzi tutto esse non sono molto diverse l'una dall'altra e si aggirano intorno a una media di 4000 parole giornaliere di trasmissione per ciascuna stazione. Questa cifra può dunque essere tenuta presente all'ingrosso, come valore del traffico di trasmissione necessario, affinché una stazione (in servizio bilaterale simmetrico) possa essere redditizia. Ma si deve notare che, con i diversi tipi di servizio previsti, non è egualmente facile raggiungere un dato numero di parole giornaliere. Il servizio C, per il fatto di essere a orario limitato, e il servizio A, per la sua indipendenza dagli altri mezzi di comunicazione e quindi per il basso coefficiente di utilizzazione dovuto alle disuniformità di affluenza del traffico, si prestano assai meno bene a raggiungere alte medie giornaliere, che non il servizio B, il quale, grazie alla compenetrazione con i servizi per filo, può lavorare con un coefficiente di utilizzazione assai più elevato. Se cioè si dovessero fare previsioni generiche di traffico, occorrerebbe attribuire le cifre più alte ai tipi III e IV, poi ai tipi V e II e infine al tipo I. Per contro i valori necessari alla riuscita finanziaria sono minori appunto per III e IV e ciò dimostra, a nostro giudizio, che il tipo di centro radio

con una grande stazione e una o due stazioni medie, impegnato in un tipo di servizio concorde e concomitante con quello per cavo e per filo, è, allo stato attuale, la soluzione più conveniente e più razionale di tutte. La maggiore convenienza del tipo III sul tipo IV mette in rilievo che il servizio radio è più redditizio sulle distanze grandi anziché su quelle grandissime. Il valore relativamente elevato (dato l'orario ristretto) per il tipo I dimostra che il servizio tipo C non può in generale da solo essere redditizio, perchè troppo gravano sul bilancio dell'impresa gli oneri proporzionali al capitale di impianto. La cosa cambia naturalmente di aspetto se l'impianto tipo I serve anche ad altri servizi, per es., di stato, nel qual caso la adozione di una certa parte di traffico di servizio C può rappresentare una soluzione ottima.

I valori sopra riportati del traffico minimo necessario potrebbero essere ancora leggermente ridotti (tranne che per il tipo I), se si tenesse conto del fatto che, con un traffico così limitato, anche le spese di energia risulterebbero alquanto ridotte. Ma dalla tabella 4 si rileva facilmente che queste costituiscono una parte relativamente poco importante rispetto al totale e che la riduzione non sarebbe notevole.

Per i tipi III e IV è certamente prevedibile, in condizioni medie, un traffico sensibilmente superiore di quello minimo calcolato; ed esso potrà ancora essere accresciuto utilizzando appieno gli impianti col metodo del corrispondente secondario (o corrispondente volano) cui accenneremo più innanzi. Meno certa, ma pur possibile, è una eccedenza di traffico in confronto dei minimi richiesti nei casi V e II. Sarebbe poi facile dimostrare che il servizio A, esercitato con organizzazioni di impianti più limitate che quella prevista nel tipo V, sarebbe risultato assai più oneroso e certamente passivo. Ciò dimostra, a nostro giudizio, che i servizi radio possono rappresentare oggi un affare buono ed anche ottimo, se ben studiati in rapporto alle esigenze e alle possibilità del traffico e ben condotti nelle loro relazioni cogli altri mezzi di comunicazione.

È superfluo far rilevare che in questi calcoli non abbiamo supposto l'esistenza di canoni a carico del servizio radio e a favore dello stato, nè, inversamente, di sovvenzioni da parte di questo a favore di quello.

Conclusioni.

20. — Uno studio del genere di quello qui abbozzato può avere solo il carattere di uno studio di massima, tracciato appena nelle sue linee generali. A nessuno sfugge quanto di arbitrario vi sia nelle ipotesi, che si sono assunte a base delle previsioni di spesa. Su ciascuna di tali ipotesi e più ancora su ciascuna delle cifre accennate si potrebbe discutere e sottilizzare a lungo. Riteniamo tuttavia, sulla scorta dell'esperienza raccolta finora nella gestione degli impianti italiani in servizio commerciale, che nel loro insieme i calcoli esposti corrispondano con sufficiente approssimazione a quella che sarebbe la realtà delle singole soluzioni prospettate, e soprattutto che in valore relativo gli oneri dei singoli tipi di servizio (fra i quali, naturalmente, sarà facile incastrare numerose varietà intermedie) siano stati stimati in giusta proporzione. Ci sembra quindi giustificato trarre qualche conclusione.

Allo stato attuale dei fatti la radiografia può mettersi tecnicamente in concorrenza colla telegrafia per filo e per cavo, ma a questa possibilità tecnica non corrisponde una convenienza economica. La concorrenza assoluta conduce a un notevole numero di duplicazioni di personale e di servizi e ad una immobilizzazione eccessiva di capitali, e non può che riuscire dannosa ad ambedue le industrie. La via segnata in questo campo, come in molti altri, dalla forza delle cose, è la via della collaborazione. Quello che nella nostra classificazione di servizi abbiamo considerato come tipo intermedio, è oggi, a nostro parere, nella massima parte dei casi il più conveniente. Esso permette di contenere le spese di impianto e di esercizio in limiti ragionevoli, e di sfruttare assai bene tali spese con un grande volume di traffico, senza la preoccupazione di garantire anche nei brevi intervalli, assolutamente sfavorevoli, l'immediato inoltrare dei dispacci. Solo condizioni particolari, quali l'assoluta mancanza di cavi, possono consigliare o rendere necessario di spingersi verso i servizi del primo tipo: tale è ad esempio per più aspetti la condizione attuale della Germania nei riguardi delle comunicazioni transoceaniche. Tale sarebbe in parte anche la condizione dell'Italia, se, in base alle decisioni governative, non dovessero essere prossimamente posati i cavi transatlantici per il Nord e il Sud America e se si volesse prescindere dalla utilizzazione di cavi stranieri. Ma si deve anche osservare che, quando manca la concorrenza dei cavi, le brevi interruzioni della via radio non sono di solito tali da discreditare la fronte al pubblico. Per di più il rischio di impiantare grandiosi servizi del primo tipo è assai grande, perchè bastano l'apertura di altre linee di traffico, la conclusione di speciali convenzioni di stato, i possibili errori delle previsioni, la eventuale sfiducia del pubblico a rendere l'intrapresa gravemente passiva.

Con la costituzione dei centri radio, con una buona organizza-

zione dei loro servizi, con un intimo collegamento fra essi e le reti telegrafiche ordinarie, si può raggiungere la più perfetta utilizzazione dell'insieme dei mezzi di comunicazione e dare a tutto il sistema quei caratteri di elasticità e di prontezza, che gli conferiscono il massimo di efficienza. In particolare per ciascuna delle stazioni trasmettenti sembra a noi che l'utilizzazione ideale possa conseguirsi, quando si abbia, oltre al corrispondente che si potrebbe chiamare principale (per distanza e per importanza del collegamento), anche un corrispondente secondario (che si suole anche chiamare, per la sua funzione, corrispondente volano), più vicino, già servito per altra via, ma verso il quale si possa sempre istradare traffico nelle ore in cui per qualsiasi ragione non si trasmette col corrispondente principale. Questo procedimento rende anche assai più conveniente il servizio in duplex col corrispondente principale, quando il traffico non è, come spesso accade, perfettamente simmetrico. In tal caso infatti uno dei due impianti trasmettenti dovrebbe restare in funzione per il solo servizio delle note, laddove, disponendo di un corrispondente secondario, si può passare al servizio con questo e inserire a tempo debito fra il traffico a lui diretto, anche le note per il corrispondente principale. Ben s'intende che questa soluzione può adottarsi solo se il volume di traffico disponibile per il corrispondente secondario, la varia materia di questo traffico e la elasticità dell'insieme delle altre vie di comunicazione nel medesimo senso, permettono senza inconvenienti l'aprirsi e il chiudersi della via radio, che deve restare subordinata al servizio del corrispondente principale. Il sistema del corrispondente volano richiede per di più un'attenta azione da parte di chi dirige il centro telegrafico principale, nei riguardi delle mutevoli disposizioni di istradamento che egli deve dare di ora in ora. Esempi di questo genere si verificano già oggi (tali sono ad es. i servizi radio dell'Italia con la Germania e con l'Inghilterra e parecchi altri servizi continentali europei) e più si verificheranno in seguito, se si perfezionerà ulteriormente la collaborazione fra il servizio radio e il servizio filo.

Tutti gli argomenti ci sembrano dunque pesare in favore della collaborazione e del reciproco aiuto e questo non può conseguirsi se non con accordi ben congegnati fra chi dirige i telegrafi e chi dirige la radio o, meglio ancora, con una direzione comune dei due servizi. È da ritenersi che, in regime di perfetta libertà, basterebbe lasciare che le cause determinanti la collaborazione operassero senza ostacolo alcuno, perchè lo scopo fosse raggiunto. Ma l'ipotesi è puramente accademica, poichè il servizio delle comunicazioni in genere e di quelle internazionali in ispecie è di tale natura, che i governi non possono rinunciare ad esercitare su di esso una sorveglianza ed una influenza tutt'altro che trascurabili. Possono così sorgere, per volere di uomini, organizzazioni tecnicamente ed economicamente irrazionali. Il pericolo sta in ciò che nell'affidare a gestioni diverse (siano esse di stato o private) e sotto condizioni diverse il servizio via filo e via cavo e quello via radio, nel garantire piuttosto all'uno che all'altro particolari agevolazioni, quali sono ad es. i minimi di traffico o di reddito, il monopolio per certi determinati collegamenti o per certe categorie di dispacci e così via, lo stato finisca per ostacolare anzichè promuovere lo sviluppo di comunicazioni rapide, sicure e a buon mercato.

Un campo in cui, ad ogni modo, l'iniziativa e l'opera dello stato sono necessarie ed ora particolarmente desiderabili è quello degli accordi internazionali relativi ai servizi radio. Infatti non poche incertezze e difficoltà, che ostacolano lo sviluppo delle radiocomunicazioni, derivano dalla mancanza di una efficiente e moderna legislazione mondiale al riguardo. Crediamo quindi necessario far voti affinché il nostro Governo svolga un'azione decisiva in favore della riunione della Conferenza internazionale, che avrebbe dovuto aver luogo fino dal 1916 e che le vicende della guerra e del dopo guerra hanno troppo a lungo procrastinato. Da essa si attendono norme sicure, sia per l'istradamento del traffico, sia per l'assegnazione delle lunghezze d'onda, sia infine per la risoluzione di tutti gli altri problemi, che esigono, nell'interesse comune, la volenterosa collaborazione di tutti.

Così in questo, come in molti altri campi, l'Italia attraversa oggi un periodo, in cui, per vigorosa opera di governo, si stanno affrontando e risolvendo problemi invano dibattuti da anni e si stanno prendendo decisioni che faranno sentire i loro effetti per un periodo assai lungo. Anche i nostri servizi radiotelegrafici debbono ora giustamente ricevere nuovo impulso e continuare nel loro incessante sviluppo, in accordo con i progressi della tecnica e con i bisogni del Paese. Ciò richiede l'opera di organizzazioni sempre più vaste e il concorso di forze sempre più numerose. E appunto perciò ci è parso in questo momento opportuno e doveroso, dopo aver speso la nostra migliore attività a creare i servizi radio in Italia, esprimere modestamente le nostre vedute sul loro divenire ed esprimerle ai colleghi di questo Sodalizio, che ha sempre degnamente operato al di sopra degli interessi particolari ed efficacemente favorito e promosso gli interessi generali della Nazione.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sull'opera dell'officina r. t. della R. Marina.

Riceviamo:

Roma, 17 settembre 1923.

Ill.mo Sig. Direttore dell'Elettrotecnica - Milano.

Ho letto sul numero 5 Settembre, dell'Elettrotecnica, un articolo del Comandante Montefinale sotto il titolo «Lo sviluppo e l'opera della Officina Radiotelegrafica della R. Marina».

Malgrado la mia deferenza per il Comandante Montefinale sono in obbligo di rilevare che nell'articolo da lui redatto vi sono alcune lacune ed inesattezze in merito alle quali mi riservo di citare fatti precisi in una mia prossima comunicazione.

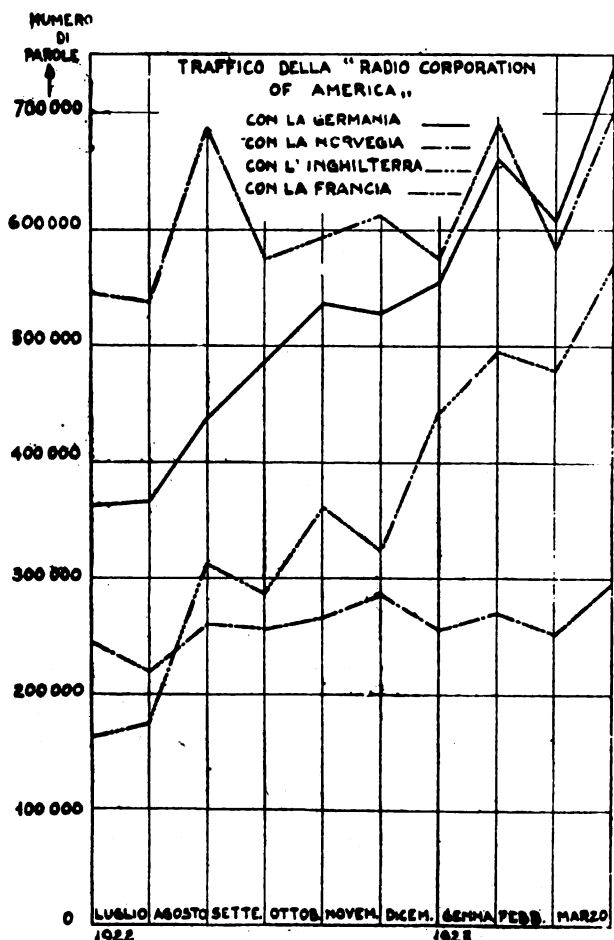
Con distinti saluti. Dev.

L. SOLARI.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Traffico radiotelegrafico fra l'Europa e gli Stati Uniti. — La massima fra le grandi Compagnie radio, la «Radio Corporation of America» ha comunicato recentemente i dati del traffico effettivo compiuto dalle sue stazioni con l'Europa, dal luglio 1922 a tutto marzo 1923. Il numero mensile delle parole tassate costituenti il traffico risulta dai diagrammi della figura 1. L'insieme di essi dimostra il crescente continuo sviluppo dei servizi radio e la parte sempre più importante che essi assumono nelle comunicazioni mondiali. Particolarmente notevole è l'incremento del traffico con la Francia e con la Germania. La sola «Radio Corporation» ha ancora un traffico dalla parte del Pacifico pari al 20-25 per cento di quello con l'Europa.



È poi da notare che i diagrammi in figura non tengono conto del notevole traffico tra l'Europa e il Nord America per il tramite delle stazioni canadesi, che fanno specialmente servizio con l'Inghilterra.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Trazione senza rotaie. — In una conferenza alla Soc. degli Ingegneri automobilistici, a Londra, C. W. J. Taffs ha ripetuto il concetto fondamentale che la scelta di un sistema di trazione dipende dalla sua efficacia e dalla sua convenienza finanziaria, e questa è legata al soddisfacente compromesso fra i fattori di minimo costo di

impianto e quelli di minima spesa di esercizio. In base a ciò, esaminando i vari sistemi, e supponendo il caso dei trasporti fra un gruppo di 600 case e il centro della città, distante circa 5 km, ha calcolato la spesa d'impianto, rispettivamente, in lire-oro 2 850 000 per tram, 958 000, per l'autobus e 1 340 000 per l'autobus a trolley, ammontando le quote di ammortamento, deperimento, ecc. a lire-oro 292 700, 173 700 e 162 200 rispettivamente. Posto un percorso totale, nella settimana di 7 giorni, di 7400 km, col combustibile liquido a L. 0,55 per litro, la paga dei conduttori e meccanici a L. 4,30 all'ora, l'energia elettrica a L. 0,20 al kWh, le spese annue di direzione, sorveglianza, ecc. a circa L. 50 000, si ha, come costo di esercizio, per vettura-km L. 0,70 per tram, L. 1,00 per l'autobus, L. 0,75 per l'omnibus a trolley, cioè, all'anno, rispettivamente L. 159 000, 200 000 e 189 000. Riunendo questi elementi, l'autore conclude che l'incasso annuo che rende conveniente l'impianto è, per le tramvie, di L. 548 000, per gli autobus, di L. 577 300 e per gli omnibus a trolley senza rotaie, L. 465 000, essendo le tariffe relative di 0,108, 0,115 e 0,086 lire per km. Mentre nel caso dei veicoli ampi s'impone la tramvia, è preferibile l'autobus se il traffico è leggero e saltuario. I costi totali d'esercizio, calcolati dall'A., sarebbero, per vettura-km di L. 1,057 per tram, L. 1,26 per l'autobus e L. 0,823 per l'omnibus a trolley. Circa le qualità di mobilità, necessarie in ogni sistema di traffico passeggeri, l'A. nota che un omnibus a trolley, con pali alti 6 m, avrebbe completa libertà di manovra su una strada larga m 12, potendo insinuarsi tra gli altri veicoli con la stessa facilità dell'autobus; ha anche il vantaggio di potersi associare a qualche linea tramviaria esistente, con l'aggiunta di un filo di ritorno alla linea aerea. e. m. a.

:: Note Economiche, Politiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. Elettrica Negri — Genova.

In assemblea straordinaria è stato deliberato di ridurre il capitale sociale da L. 110.000.000 a L. 55.000.000 diviso in 550.000 azioni da L. 100 cadauna.

Soc. per gli Impianti Idroelettrici dell'Alto Serio — Milano.

In assemblea straordinaria è stato deliberato l'aumento del capitale da L. 100.000 a L. 1.000.000 mediante emissione di 3600 azioni nuove da L. 250 cadauna.

Soc. Idroelettrica Rosetti — Milano.

Aumenta il capitale da L. 150.000 a L. 1.500.000 mediante emissione di 13.500 nuove azioni da L. 100 ciascuna.

Soc. An. Elettricità Alta Italia — Torino.

In assemblea straordinaria è stato deliberato di aumentare il capitale sociale portandolo da 48 milioni a 125 milioni emettendo 308 mila azioni del valore nominale di L. 250 cadauna.

Soc. An. Idrotermoelettrica Calabria — Torino.

Aumenta il capitale sociale da L. 350.000 a L. 1.200.000.

Soc. An. Forza Elettrica Valeggio sul Mincio. — Valeggio sul Mincio.

Venne deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 800.000 a L. 2.000.000.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

Soc. Apparecchi Riscaldamento Elettrico — SARE — Milano.

Si è deliberato di procedere allo scioglimento della Società ed alla sua messa in liquidazione.

Soc. An. Elettrica della Valtorta — Bergamo.

Si è costituita questa Anonima per la costruzione ed esercizio di impianti idro-elettrici, e particolarmente per lo sfruttamento dei torrenti Stabina e Ornica. Il capitale sociale è di L. 500.000 in 500 azioni da L. 100.

Soc. An. Elettrocondutture — Milano.

Si è costituita questa Anonima per la fabbricazione di materiali di protezione per impianti elettrici interni. Il capitale sociale è di lire 500.000.

Soc. An. Telefoni Roma Sud — Roma.

Si è costituita per la industria e l'esercizio di telefoni, telegrafi ed applicazioni elettriche in genere.

Soc. An. Ferrovie Elettriche Biellesi — Biella.

Si è costituita questa Società per l'acquisto, esercizio e l'elettrificazione delle ferrovie Biella-Balma e Biella-Valle Mosso, nonché per la costruzione e l'esercizio di prolungamento di tali linee e di linee nuove. Il capitale di L. 6.000.000 è diviso in 12.000 azioni da L. 500.

* *

La gara oratoria di note e contronote, di discussioni e di discorsi, nella quale le Potenze vanno scherzando coi destini d'Europa, anziché diminuire accenna ad intensificarsi. Le speranze di un chiarimento nella situazione franco-tedesca si fanno sempre più lontane mentre avvenimenti di estrema gravità maturano fatalmente e minacciano nuove gravissime scosse alla già pericolante economia europea. La Francia si mantiene irremovibile nella sua politica di coercizione; la Germania pur persuadendosi della vanità della sua resistenza non si decide a fare il passo estremo della rinuncia; l'Inghilterra incerta fra la perdita dell'amicizia Francese e il salvataggio della Germania non riesce ad esplicitare nessuna azione efficace; l'Italia convinta di essere, unica fra i contendenti, libera di ogni responsabilità nella situazione presente, sta a vedere aspettando che le ragioni del buon senso comune tornino per forza ineluttabile di cose ad imporsi. E così dopo un mese di ansie, di faticose manovre diplomatiche, di proposte e di controproposte la situazione non muta di un filo.

Intanto la rovina della Germania diventa sempre più ampia e più profonda; la valuta francese e belga scende sulle borse estere; la disoccupazione inferisce in Inghilterra; l'Italia non riceve più riparazioni in natura. I danni si accumulano per tutti e le potenze ad altro non sembrano intese che a vedere quale fra esse per prima arrivi all'ultimo estremo della miseria e della rovina. Tragico spettacolo della impotenza degli uomini davanti allo sviluppo della storia. Cambiano gli uomini, a Cuno si sostituisce Stresemann; cambiano le parole e l'accento, dalla virulenza dell'attacco si passa alla cordialità lusinghiera; ma il nodo della questione permane. Ormai non si vede altra soluzione se non il crollo completo della Germania che importi la cessazione della resistenza passiva nella Ruhr; così chi può prevedere di quali avvenimenti sarà foriera la disperata situazione interna tedesca?

Intanto non si parla più delle fantastiche centinaia di miliardi di indennità; ci sono voluti due anni di pene e di guai perché l'attenzione dei governanti si fermasse su quella cifra di 50 miliardi che fin da principio era stata additata dagli esperti. Se l'esempio generoso dell'Italia verso l'Austria e le ragionevoli proposte più volte avanzate dai nostri governanti fossero stati meglio presi in considerazione, sarebbe stata risparmiata all'Europa quest'ultima crisi travagliosa, dopo la quale quell'esempio e quelle proposte finiranno fatalmente per imporsi egualmente.

Ad aumentare l'ansia degli ambienti politici Europei intervenne poi l'eccidio compiuto in territorio Greco, della rappresentanza italiana nella Commissione Internazionale per la delimitazione dei confini dell'Albania. L'episodio barbarico, frutto della lunga istigazione all'odio contro l'Italia condotta dalla stampa greca, ha suscitato la pronta ed energica reazione del nostro Governo. L'episodio che, grazie alla fermezza ed alla avvedutezza del nostro Capo del Governo, si chiuderà indubbiamente senza complicazioni gravi ma con piena soddisfazione dei diritti d'Italia, ha messo in subbuglio le Cancellerie di tutta Europa. Esso è valso se non altro ad aprire gli occhi degli Italiani su certe dolorose verità e a dimostrare a noi, eterni idealisti, quale conto si possa fare della tradizionalità di certe amicizie. Con grande amarezza gli Italiani hanno visto l'Inghilterra contrastare all'Italia il diritto di farsi interamente rispettare e discutere e lesinare con essa sulle riparazioni da richiedere pel delitto. Strana cecità dell'ellenofilia inglese, cui non bastarono il tradimento del 1917 e le avventure d'Anatolia per valutare l'affidamento che la Grecia può dare all'Inghilterra per l'equilibrio mediterraneo. Il risentimento italiano non ha mancato tuttavia di avere un'eco in Inghilterra dove molte voci si levano a proclamare la reciproca utilità di una franca cordialità anglo-italiana!

Le speranze di una sollecita conclusione della questione di Fiume sono state ancora una volta deluse. Da una parte e dall'altra si proclama ufficialmente la buona volontà di arrivare ad un sollecito accordo e il desiderio di stabilire cordiali rapporti di amicizia. Ma la penosa questione si trascina ancora nella ricerca di una soluzione che sempre più delicata e difficile. È confortante tuttavia come d'ambo le parti si dichiarino di voler giungere ad un accordo diretto senza ricorrere ad arbitrati stranieri.

* *

La caldura estiva non ha rallentato l'attività legislativa del nostro Governo. Per quanto il Consiglio dei Ministri si sia radunato solo alla fine del mese di agosto, la vita politica della capitale non è stata meno intensa.

La situazione interna, che pur potendosi senza dubbio definire buona, presenta ancora saltuariamente degli elementi di irrequietudine ha richiamato ancora una volta l'attenzione del Capo del Governo. L'on. Mussolini in una lettera indirizzata all'on. Farinacci ribadisce la sua decisa intenzione di procedere contro l'illegalismo e la violenza ed afferma ancora una volta la necessità di condurre con grande energia l'opera di epurazione delle file fasciste. L'indirizzo attuale della politica interna del Gabinetto è attualmente quello di intonare l'azione che il partito svolge nelle provincie con quella che il Governo conduce a Roma. A queste direttive vanno riferite le numerose crisi delle Amministrazioni comunali provocate negli ultimi mesi dagli elementi fascisti.

Molto parlare si è fatto, nel mese, intorno al nuovo patto marinaro che coinvolge interessi di capitale importanza per la nostra marina mercantile e di conseguenza per tutta la nostra situazione del commercio e dell'industria. I numerosi colloqui del Presidente del Consiglio coi rappresentanti degli armatori e con quelli dei marinai,

come pure tutta l'attività che fa capo a D'Annunzio, non hanno ancora condotto all'auspicata conclusione del patto. Pare tuttavia che buoni auspici non manchino per una sollecita chiusura soddisfacente della controversia che si trascina da tanto tempo.

Ancora in materia sindacale devonsi ricordare il Convegno di Milano fra i delegati della Confederazione del lavoro. Il Convegno dopo animata discussione intorno alla nota attività svolta dal Comitato Direttivo nei riguardi dell'attuale Governo, ha riconosciuto che l'attività stessa è stata rigorosamente intonata all'indirizzo confederale. È stata riconfermata la fiducia nel Comitato Direttivo e si è nuovamente proclamata l'indipendenza della organizzazione sindacale dalla politica dei partiti e dei Governi. Viene così sancito l'indirizzo di cordiali rapporti che i dirigenti della Confederazione avevano assunto verso il Governo Fascista; questo fatto mentre allontana molte eventualità di latenti o palesi conflitti può costituire un seme fecondo che, se potrà svilupparsi, gioverà indubbiamente assai così alla valorizzazione della organizzazione come al benessere ed alla prosperità del Paese.

Nella compagine del Ministero continuano le semplificazioni e le riduzioni. Dopo il Ministero dell'Economia Nazionale, che raccolse sotto la direzione del Senatore Corbino i due dicasteri dell'Industria e dell'Agricoltura, venne fondato il Ministero delle Comunicazioni riunendo i servizi delle Poste e Telegrafi con quelli delle Ferrovie e della Marina mercantile. Anche il Sottosegretariato delle Pensioni venne abolito.

Nuove disposizioni sono annunciate allo studio per facilitare la riorganizzazione ed il riassetto delle finanze dei grandi Comuni. Tutte o quasi le nostre maggiori amministrazioni cittadine si trovano ora in gravi condizioni di dissesto in conseguenza del periodo bolscevizzante post-bellico che caricò i Comuni di oneri esagerati. Già vennero emanate disposizioni per la sistemazione degli organici dei personali dipendenti dalle amministrazioni locali. La «Gazzetta Ufficiale» ha pubblicato il testo del Decreto che autorizza la contrazione di mutui all'estero. Il riassetto delle finanze locali, permettendo di riprendere tante attività interrotte gioverà anche indirettamente ad alleviare ancor più la disoccupazione. Entrano in questo quadro di operazioni anche lo speciale prestito di 200 milioni per l'ultimazione della nuova stazione ferroviaria di Milano, e l'atto stipulato per la costruzione della grandiosa ferrovia sotterranea Sampierdarena-Genova-Quarto dei Mille. Quest'ultima impresa è anche notevole per la larga partecipazione di capitale spagnolo, nuovo sintomo del rinnovamento interessamento del capitale estero per l'Italia.

Nell'ultimo Consiglio dei Ministri venne approvata la costituzione di due nuove province, quella di Spezia e quella di Taranto. Venne pure approvato il decreto per l'aggregazione al Comune di Milano di altri undici Comuni limitrofi costituendosi così un centro urbano di 850.000 abitanti.

La questione del costo della vita continua ad interessare il Governo. Nuove importanti disposizioni sono annunciate per ottenere automaticamente un ribasso sui prezzi di minuta vendita mediante preferenze e favori accordati ai rivenditori che praticino prezzi inferiori a certi dati stabiliti. Allo scopo di procedere verso il ristabilimento della normalità dei mercati il Governo è venuto nella decisione di abolire il divieto di esportazione del frumento, analogamente a quanto già era stato decretato per i prodotti macinati.

* *

Il nuovo capo della Delegazione Russa a Roma, Iordanski, è stato ricevuto dall'on. Mussolini. Il lungo colloquio si è svolto specialmente sulle relazioni economiche tra l'Italia e la Russia. La recente Fiera Campionaria tenutasi a Mosca ha permesso alla iniziativa industriale italiana di fare una importante affermazione. La partecipazione italiana alla Fiera era infatti la più importante fra quelle delle nazioni Europee. Da Mosca è pur venuto a Roma il Tchassovnikoff, rappresentante generale del Sindacato della nafta di Russia, allo scopo di stringere accordi commerciali coll'Italia. Egli ha confermato l'intenzione del Governo dei Soviet di dare concessioni di terreni petroliferi in zone ancora inesplorate nelle regioni del Caspio e del Mar Nero, a industrie straniere. Una concessione di ottomila ettari circa è in corso per un consorzio belga-italiano formato in prevalenza da capitalisti italiani. Il signor Tchassovnikoff ha auspicato con calorose parole a nome del suo Governo il ristabilimento delle relazioni commerciali coll'Italia.

L'importanza che per i due Paesi potrebbe avere il ristabilimento di condizioni normali viene meglio lumeggiato da recenti statistiche sul movimento della marina commerciale sul Mar Nero. Anche oggi come prima della guerra la parte di gran lunga più importante del commercio russo si svolge per mare; non solo ma si nota un continuo incremento del traffico sul Mar Nero, traffico che va prendendo una parte predominante. È superfluo insistere su l'interesse che presenta questo fatto per l'Italia che si trova in condizioni particolarmente favorevoli per le comunicazioni con quel mare. Tuttavia le condizioni russe sono ancora così precarie e le notizie che ne giungono così incerte da non potersi purtroppo prevedere un sollecito intensificarsi degli scambi. Così ad esempio mentre si erano date notizie di ampie disponibilità di grano per l'esportazione, nuove informazioni da Riga tolgono ogni illusione. Il Commissario per gli approvvigionamenti avrebbe infatti dichiarato che le previsioni ottimistiche sono crollate, non solo per il deficiente raccolto ma per lo stato pietoso in cui trovasi il materiale ferroviario necessario per i trasporti, e le installazioni dei porti di imbarco. Pare quindi che la

Russia si troverà impossibilitata a mantenere gli impegni di forniture stipulati coll'estero.

Il trattato di commercio colla Jugoslavia è tuttora in gestazione. Il nuovo Ministero jugoslavo del commercio ha tuttavia dichiarato essere sua ferma intenzione di accelerarne la stipulazione definitiva. Persistono anche le voci di prossimi incontri del Ministro degli Esteri Nincic coll'on. Mussolini per le definizioni di tutte le questioni pendenti fra i due Paesi. Nulla tuttavia vi ha di stabilito fino ad ora.

Sono corse voci insistenti circa un importante accordo finanziario che sarebbe in via di negoziazione fra Italia, Inghilterra e Francia, per un piano di costruzione di un vasto sistema di ferrovie in Asia Minore. La portata di tale accordo non pare ancora ben definita ed è contraddittoria nelle varie fonti. Si tratterebbe di una nuova forma di applicazione del vecchio patto tripartito, adatto alla nuova e tanto mutata condizione di cose. È ad ogni modo anche questo un nuovo esempio della oculata attività che l'attuale Governo va svolgendo anche fuori dai confini del Regno.

Dalla Polonia giunge notizia che quel Governo avrebbe passato all'industria italiana importanti ordinazioni per forniture di materiale ferroviario.

Il Presidente del Consiglio Ceco-Slovacco, Benes, venne a Roma dove ebbero luogo importanti colloqui con l'on. Mussolini. Per studiare i problemi economici che interessano le due Nazioni, si tennero delle riunioni di tecnici, ed altre discussioni coi Ministri delle Finanze e dell'Economia Nazionale. Prima di abbandonare Roma il Presidente del Consiglio Ceco-Slovacco tenne a dichiarare la sua più viva soddisfazione per i risultati raggiunti. Le più importanti questioni ancora pendenti vennero definite e vennero gettate le basi di nuovi accordi economici e commerciali che verranno presto sviluppati. Vennero scambiate le ratifiche degli accordi precedentemente incorsi e che riguardano particolarmente il traffico di Trieste.

Dalle colonie giungono notizie confortanti.

In Tripolitania dopo le recenti brillanti affermazioni delle nostre truppe che sgombrano la colonia dai ribelli per larghissime zone, sembra che la quiete e la normalità si siano ristabilite, speriamo in modo duraturo. L'opera di colonizzazione procede secondo il piano stabilito. Oltre gli ottomila ettari concessi alla colonizzazione nel settore orientale di Tripoli, altri tremila ettari stanno per essere concessi nel settore occidentale. Si prevede entro l'anno di raggiungere i 15.000 ettari di suolo colonizzato. Si ritiene che la stessa corrente emigratoria potrà essere mantenuta anche nel prossimo anno.

Anche in Cirenaica l'energica affermazione di forza e di autorità compiuta dal Governo sembra aver ricondotto la tranquillità e l'ordine fra quelle popolazioni. Si prevede la possibilità di uno sviluppo agricolo notevole il quale potrebbe essere largamente facilitato da opere intese ad accumulare ed utilizzare le acque piovane, che sono in quantità rilevante. In molte zone si sono avuti quest'anno raccolti assai soddisfacenti.

L'opera di colonizzazione in Somalia procede alacremente: Secondo notizie ufficiali da Mogadiscio, la superficie coltivata a cotone sarebbe attualmente di 1075 ettari mentre era di soli 480 ettari nella precedente campagna. La produzione è valutata in 4000 quintali contro 2594 del raccolto antecedente. Il raccolto dell'orzo è valutato a 780.000 quintali. Anche lo stato delle coltivazioni di tabacco e dei mais è buono.

*

La situazione economica e finanziaria del nostro Paese continua a mostrare indizi confortanti.

La circolazione cartacea di Stato continua a diminuire. Al 30 giugno, ultima per la quale si abbiano i dati, essa ammontava a 2428 milioni di lire contro 2267 milioni di lire al 30 giugno dell'anno passato. L'aumento è però solo apparente e si risolve anzi in uno sgravio di 100 milioni, per il fatto che nel maggio scorso sono passati a carico della circolazione di Stato i biglietti da 25 lire contro diminuzione di anticipazioni straordinarie fatte al Tesoro dagli Istituti di emissione per un ammontare di 261 milioni.

Al 10 luglio la circolazione dei tre Istituti di emissione ammontava complessivamente a 17 miliardi e 463 milioni di lire.

Prosegue l'opera di risanamento di quella che costituisce la maggior piaga dei nostri bilanci: l'Amministrazione delle Ferrovie. Il miglioramento dei servizi si è risentito anche nel traffico, cosicché nel primo semestre di gestione si sono verificati 140 milioni di maggiori entrate per aumentato traffico e si sono realizzate economie sugli acquisti e sul consumo di carbone per altri 100 milioni. Nella liquidazione del materiale residuo di guerra si sono realizzati ricuperi per 46 milioni e si prevede di arrivare ai 100 milioni. Secondo notizie ufficiose il personale ferroviario sarebbe attualmente ridotto a 200.000 agenti; nuovi licenziamenti importanti sono annunciati, cosicché si prevede di arrivare per la fine del corrente anno a soli 185 mila agenti. La riforma dell'applicazione della legge delle otto ore, coll'esigere prestazioni di effettivo lavoro, rende possibile una migliore utilizzazione del personale dipendente e quindi permetterà di realizzare economie importanti.

Negli ambienti della Capitale si afferma che i risultati dell'esercizio finanziario 1922-1923 riusciranno anche migliori di quelli previsti dal Ministro De Stefani nel suo discorso di Milano. La diminuzione di introiti che conseguirà alla abolizione della tassa di successione è prevista di circa 250 milioni. Si ritiene tuttavia che tale somma verrà recuperata sia con ritocchi ad altre imposte, sia indirettamente mediante il benefico influsso che la disposizione stessa potrà avere sul risparmio nazionale. Le nuove disposizioni sul regime

degli spiriti daranno da sole presumibilmente 100 milioni di maggiori entrate.

Anche l'andamento della disoccupazione è promettente. Da inchieste precise condotte per ordine del Governo in tutte le Provincie, risulta che mentre al 1° gennaio 1922 si avevano 541.775 disoccupati, al 1° gennaio 1923 essi erano scesi a 381.968 per ridursi al 31 luglio u. s. a 213.500. Il fenomeno della disoccupazione è quindi ridotto a limiti relativamente modesti, specialmente se lo si confronta con quanto avviene all'estero anche in Nazioni eminentemente industriali come l'Inghilterra. I notevoli lavori pubblici predisposti danno affidamento che anche la cessazione della campagna agricola non porterà una recrudescenza della disoccupazione. Oltre alle disposizioni già ricordate per la stazione di Milano e per la Metropolitana Genovese, vennero già predisposti e parzialmente iniziati ampi lavori specialmente di bonifiche. È recentissima la firma della Convenzione per il completamento della bonifica della piana di Ravenna. Si tratta di una superficie di circa 15.000 ettari che sarà resa possibile di proficue coltivazioni; si prevede che i lavori dureranno tre anni e richiederanno una grande quantità di mano d'opera.

Interessanti notizie sulla situazione economica italiana si ricavano da una pubblicazione della Sezione Italiana della Camera di Commercio Internazionale a Parigi.

Ricordato il confortante andamento demografico per il quale la popolazione del Regno supera i 40 milioni di abitanti, la Relazione precisa che nell'ultimo triennio l'aumento annuo di popolazione si aggira intorno al mezzo milione. L'agricoltura, duramente provata durante la guerra si è riportata al livello iniziale, raggiungendo i 30 milioni 565.100 ettari lavorati; anche il patrimonio zootecnico venne ricostituito e in parte aumentato. L'Industria ha superato il periodo di crisi; si calcola che le industrie meccaniche occupino attualmente 400.000 persone, cifra notevolmente superiore a quella d'ante guerra. Anche l'industria cotoniera, dopo il periodo burrascoso del 1921, si trova ora in condizioni di normale lavoro come in genere tutte le industrie tessili. Gli stabilimenti chimici occupano oltre 100.000 operai. La bilancia commerciale si va costantemente e gradatamente assestando grazie alla diminuzione delle importazioni e all'incremento delle esportazioni. La nostra esportazione ha notevolmente superato la proporzione d'ante guerra verso la Francia, la Svizzera e l'Inghilterra; è invece minore verso gli Stati Uniti; i mercati orientali del Mediterraneo sono praticamente chiusi. Le condizioni dei trasporti terrestri e marittimi sono notevolmente migliorate. La situazione interna è ottima.

*

La rovina finanziaria dello Stato Germanico è completa. Il marco si è volatilizzato e il suo valore cambia di ora in ora. Non è più possibile sapere quante decine di milioni di marchi sieno necessarie per comperare una sterlina od un dollaro; con una lira si hanno parecchi milioni; la deprezzatissima corona vale alcune migliaia di marchi! Si stampano biglietti del valore di decine di milioni e l'inflazione della circolazione cresce per centinaia di miliardi ogni giorno! Disperate misure sono prese dal Governo per formare una base qualsiasi che offra una certa stabilità per una valutazione; provvedimenti di eccezionale gravità sono annunciati ma l'impresa di salvare il marco dalla estrema rovina non sembra ormai più possibile.

La Polonia che in un primo tempo gareggiava colla sua valuta col marco tedesco nel precipitare a rovina, sembra esser riuscita a superare o almeno ad arrestare la crisi. L'industria si va ricostituendo, e le esportazioni nei primi mesi del 1923 hanno notevolmente superato le importazioni.

Assai rapido è il risanamento economico dell'Austria; il deficit per il 1923 che era stato previsto in 5293 miliardi sarà invece di 2664 miliardi. Le tasse sui monopoli hanno dato ottimi risultati. Le ferrovie sono in piena riorganizzazione secondo concetti economici.

Una crisi notevole affligge il cambio belga. Le ragioni del forte ribasso del franco belga sono essenzialmente economiche. La circolazione cartacea è in aumento; in Bilancio sono iscritte somme fortissime da riscuotersi dalla Germania e intorno alle quali sono leciti i maggiori dubbi: il debito pubblico è, proporzionalmente, quasi doppio di quello italiano. Il Belgio ha fatto ricorso alla Francia per essere sostenuto nella crisi e si è addivenuti ad un prestito. Nessun effetto benefico se ne è però fino ad ora risentito.

Meno giustificato appare il ribasso del franco francese, sceso, specialmente a New York alla quotazione più bassa che abbia mai raggiunto dopo la guerra. La situazione economica e finanziaria della Francia non sembra giustificare tale pessimismo nel quale si vuol piuttosto vedere la ripercussione di questioni politiche. I giornali francesi non esitano a darne la colpa a manovre inglesi intese ad esercitare una pressione sulla Francia per indurla ad accedere al punto di vista inglese sulla questione della Ruhr.

La nostra lira pur continuando nella pesantezza già rilevata nei mesi precedenti, si è portata bene manifestando maggior fermezza delle altre divise. Le variazioni intervenute durante il mese non sono degne di particolare menzione.

Il mercato borsistico presenta poco di notevole sia per la consueta rarefazione degli affari nel periodo estivo, sia per il periodo di ferie per il quale le borse rimasero chiuse durante l'intera settimana.

I fondi di Stato segnano qualche miglioramento e il Consolidato in particolare si avvantaggia in chiusura con buone disposizioni. Ottimo comportamento ebbero tutti i titoli bancari. In modo speciale la Banca d'Italia progredisce di oltre 100 punti nel mese; anche

le Commerciali e le Credito segnano miglione notevoli. Immutate rimangono le Banco di Roma.

Il comparto dei tessili che aveva aperto il mese con qualche segno di debolezza, ha ripreso brillantemente cosicché si registrano miglione notevoli in parecchi titoli. Furono specialmente favorite dalla speculazione le Cascami Seta, che si avvantaggiano di circa 40 punti, le Linificio e Canapificio Nazionale e le Snia.

I titoli minerari e metallurgici segnano pure qualche miglione. Le Ansaldo da 13 in apertura passano a 16,50; le Terni da 460 salgono a 510 e oltre. Anche le Montecatini, le Metalli e le Elba vengono favorite. Sempre ricercate fra gli automobilistici le Fiat che continuano a progredire; trascurate invece le Bianchi e le Isotta.

I titoli dei trasporti hanno presentato qualche oscillazione in un senso o nell'altro; nel complesso però non vi sono da registrare variazioni notevoli.

L'ottimismo generale del mercato si ripercuote anche sul comparto dei valori alimentari in generale ben tenuto e in via di progresso; migliorano particolarmente i valori saccariferi.

Ben tenuti anche i valori di esportazione, sebbene alcuni tra essi come le Dell'Acqua, non chiudano ai massimi toccati.

L'andamento dei titoli elettrici può desumersi dallo specchio che facciamo seguire secondo il solito. Come si vede tutto il comparto si avvantaggia nel mese sebbene non tutti i titoli chiudano ai massimi raggiunti.

Ing. RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei Titoli Elettrici nell'agosto 1923.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	300	552	560	557
Conti	250	337	341	341
Vizzola	500	957	971	975
Bresciana	100	115	123	118
Adamello	200	225	230	230
Unione Eser. Elettrici .	50	94	96	98,50
Elettrica Alta Italia .	250	282	288	294
Idroelett. Piem. S. I. P.	125	150	151	153
Officine Elett. Genovesi	250	314,50	314	317
Adriatica	100	145	145	140
Negri	200	115	124	123,50
Ligure Toscana	200	244	248	250



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

CONSIGLIO GENERALE

Verbale della seduta 20 Aprile 1923 in Milano. (1)

Come all'invito si è riunito nel giorno 20 aprile il Consiglio Generale dell'A. E. I.

Sono presenti i consiglieri:

U. Del Buono; Righi; Silva A.; Civita; Soleri; Verole; Perelli; Selmo; Bordoni; Semenza G.; Semenza M.; Bogni; Rossi; Del Puglia; Orefici; Ascoli; Cantù; Martinez; Appelius; Salvini; Gasparoni; Chiesa; Coltri; Emanueli; Bacchini; Luzzati; Righi.

Si scusarono: Carazzolo; G. P. Clerici; Sartori; Ferrerio; Rebera; Danieli; Ferraris; Montù; Treves.

Presiede il Presidente *Del Buono* e funziona da Segretario il Segretario Generale *G. Comboni*.

Del Buono: Ringrazia gli intervenuti al Consiglio indetto appositamente in epoca della Fiera di Milano, alla quale la Sezione di Milano dell'A. E. I. ha invitato collegialmente i Collegi intervenuti che potranno trarre profitto dalla visita dell'interessante mostra, alla quale ha partecipato anche l'A. E. I. in accordo coll'A. E. I. E. Fa quindi alcune comunicazioni sull'andamento normale dell'Associazione e cioè:

Incremento Soci.

Rileva il continuo regolare aumento del numero dei soci: già quasi 4500: e appunto dato il continuo progredire della nostra Associazione ha voluto far compiere dalla Segreteria una interessante inchiesta riguardante oltre che la quantità, anche la qualità dei Soci. Suddividendole in varie categorie professionali. Il risultato di tale statistica è riassunto in una tabella che è data in esame ai Congressisti.

Norme di bordo.

Del Buono annuncia che si è completata la Commissione per le Norme di bordo fra le Sezioni di Genova e di Trieste. Ha invitato a presiederle l'Ing. Norsa, Segretario della Commissione Norme che per tale qualità costituisce un'opportuno nesso fra le due Commissioni.

Commissione coesistenza degli impianti.

Del Buono dà notizia delle sedute di detta Commissione già avvenuta a Roma con un primo avvicinamento fra «grandi» e «piccole

correnti» che prima non si vedevano troppo bene: quando sarà pronta la relazione della Commissione verrà pubblicata sul Giornale.

Civita rileva che il decreto del Ministero PP. TT. dell'ottobre u. s., è stato fatto senza sentire i competenti e specialmente l'A. E. I. e l'A. E. I. E.

Semenza G. chiede se non si possa invitare il Ministero a chiamare l'A. E. I. per esaminare il Regolamento.

Vismara E., data l'importanza dell'argomento crede che la Presidenza debba recare al Ministero la protesta perchè l'A. E. I. non è stata interpellata prima di emanare il Decreto e di prepararne il Regolamento.

Del Buono annuncia che ha già fatto gli opportuni passi al riguardo.

Vismara E. crede che il Presidente debba ripetere il reclamo a nome e per mandato del Consiglio.

Soleri. E' d'accordo pel voto che il Regolamento sia studiato d'accordo coll'A. E. I.

Del Buono accetta di formulare il voto secondo i criteri risultanti dalla discussione ed invita il collega *Civita* a preparare il testo dell'ordine del giorno che porrà ai voti del Consiglio.

Civita presenta in fine di seduta l'ordine del giorno seguente:

«Il Consiglio Generale dell'A. E. I., visto il Decreto 17 dicembre 1922, n. 1725, recante modificazioni all'Art. 8 della Legge 7 giugno 1894, n. 232, sulle condutture elettriche allo scopo presunto di garantire il regolare svolgimento dei servizi telegrafici e telefonici;

«Considerato che senza attendere la promulgazione delle norme Regolamentari, che per l'Art. 2 del ricordato Decreto, dovrebbero essere altresì coordinate colle norme in atto vigenti in materia, dagli Uffici dipendenti dal Ministero delle PP. e TT. vengono imposti alle Ditte costruttrici ed utenti di linee elettriche, norme e prescrizioni non uniformi e si pretendono procedure che costituiscono un dannoso intralcio al regolare svolgimento dei lavori;

«Lamentando che in questioni di tanta importanza non solo non sia stata neppure sentita la A. E. I. ma neanche gli altri Dicasteri interessati;

fa voti:

1°) che il Regolamento cui fa cenno il Decreto, tenga conto anche delle giuste esigenze tecniche ed economiche delle linee industriali quali possono essere convenientemente prospettate dall'A. E. I.;

2°) che in attesa della compilazione e promulgazione di tale Regolamento sia sospesa ogni innovazione e non venga ulteriormente intralciata l'opera dei costruttori di linee elettriche con prescrizioni non suffragate da disposizioni di legge;

3°) che venga affrettata dal Governo la definizione del nuovo testo di legge sulla servitù di elettrodotto, già allo studio da molti anni, nel quale fra l'altro siano nettamente ed univocamente stabilite le competenze ministeriali in materia».

Posto in votazione questo ordine del giorno, risulta approvato dal Consiglio Generale ad unanimità.

XXVIIIª Riunione annuale.

Del Buono annuncia al Consiglio che la Sezione Veneta invita i Collegi a scegliere Venezia a sede della XXVIIIª Riunione annuale. Crede che il Consiglio darà la sua approvazione per acclamazione al gentile invito.

Il Consiglio approva per acclamazione la scelta di Venezia per sede della prossima XXVIIIª Riunione.

Del Buono interpreta il sentimento dei Collegi mandando un vivo ringraziamento ai Collegi della Sezione Veneta.

Riguardo all'epoca della Riunione crede sarà opportuna la settimana del 7 al 14 ottobre interpolandovi una gita all'Ateneo Patavino, dove il collega Prof. Lori terrà una conferenza sui recenti progressi dell'alta elettrotecnica.

I temi da proporre dovrebbero riguardare le Applicazioni dell'energia elettrica, a complemento del tema generale dello scorso anno che riguardava la generazione e distribuzione dell'energia.

I vari argomenti potranno essere così suddivisi:

- I. Applicazioni agricole e bonifiche;
- II. » meccaniche;
- III. » termiche;
- IV. » elettrochimiche;
- V. » all'illuminazione;
- VI. » Radiotelegrafiche e Radiotelefoniche;
- VII. » Varie.

Chiede il parere dei Collegi su tale programma tecnico che sarà svolto in cinque o sei sedute di discussione e sarà completato con una visita all'impianto di Santa Croce, alle bonifiche e al Porto industriale.

Semenza G. raccomanda al Presidente di studiare la possibilità di suddividere il Congresso in varie sezioni.

Civita si associa alla raccomandazione.

Vismara E. è d'accordo che le Memorie si debbano discutere per sezioni. Crede che sarebbe opportuno che si discutessero temi sull'elettrocultura e sulle bonifiche, perchè essendovi a fine novembre il Congresso delle bonifiche, l'A. E. I. farebbe bene a presentare un importante gruppo di temi discussi.

Del Buono. Terrà conto delle raccomandazioni fatte in via di massima.

Civita. Vorrebbe che la Commissione pel Congresso fissasse s'n d'ora gli argomenti e che questi venissero discussi in tutte le Sezioni.

Selmo è del parere che poichè esiste una Commissione pel Con-

(1) Manoscritto pervenuto il 25 settembre 1923.

gressi, sia essa che esamini se si deve limitare il tema alle caratteristiche della regione ove si tiene il Congresso. Per un altro anno si scelgano temi adatti.

Del Buono spiega che quando si fissarono i temi si sapeva già che la Sezione Veneta voleva ospitarci: ad ogni modo si regolerà la parte tecnica a seconda del materiale tecnico che si avrà a disposizione: se sarà sufficiente per uno o due soli argomenti si potrà regolarsi al momento.

Soleri. L'argomento dell'elettrocultura interessa tanto l'elettrotecnica quanto l'agricoltura: vorrebbe quindi che fosse discusso fra elettrotecnici e agricoltori.

Civita fa rilevare come sia grandissima l'importanza economica della parte elettrica in tale argomento: e lo dimostra l'America dove si dà sviluppo all'elettrocultura con studi profondi ed estese applicazioni sperimentali.

Righi vorrebbe che si dicesse che l'argomento principale è l'agricoltura.

Del Buono dà affidamento che sarà tenuto conto dei desideri espressi dai Soci specie per l'argomento dell'elettrocultura.

Premio Esterle.

Del Buono annuncia che conformemente al deliberato della Presidenza ha fatto regolarmente concorrere l'A. E. I. al premio Esterle, l'assegnazione del quale dovrà esser fatta entro il prossimo settembre. Si augura che questa prima assegnazione soddisfaccia ai voti dei Colleghi.

Gita in Sardegna.

Silva si sostituisce al figlio Ing. Silvio per invitare i pochi che potranno andare a recarsi in Sardegna a visitare i grandi lavori del Tirso. Non si dovrebbe superare la ventina di soci per la mancanza di alloggi e non si deve tardare oltre il maggio. Veda la Presidenza se si può combinare facendo forse coincidere la gita colla fondazione della Sezione Sarda.

Del Buono ringrazia e studierà la possibilità della gita.

Atti del XXVII^o Congresso.

Del Buono annuncia che, data l'importanza assunta dai lavori della Riunione dello scorso ottobre, ha deciso di raccogliere in un volume gli atti del Congresso stesso che verranno diffusi all'Estero per far conoscere meglio l'opera dell'A. E. I.

Civita. Gli iscritti al Congresso in futuro, possono essere quotati, per es., di 25 o 30 lire per aver diritto agli Atti del Congresso raccolti in volume. Chi non va al Congresso dovrà pagare di più poi gli Atti stessi.

Varie.

Del Buono comunica che l'A. E. I. è invitata alle World Power Conference: e provvederà a che l'A. E. I. vi partecipi.

Per la Conferenza del lavoro intellettuale darà notizia a suo tempo il giornale pubblicando la Relazione del delegato dell'A. E. I. Porta a conoscenza del Consiglio l'Atto Notarile rogato a Torino in adempimento della deliberazione del Consiglio Primavera dello scorso anno, col quale si stabilisce la priorità delle invenzioni di Galileo Ferraris.

Premio Jona.

Del Buono avverte che quest'anno si deve assegnare il Premio Jona: chiede al Consiglio la nomina della Commissione a norma del Regolamento di detto Premio. Il Consiglio su proposta di vari Soci, delega la Presidenza a nominare la detta Commissione.

Onoranze a Righi.

Del Buono. All'invito rivolto a tutte le Sezioni accompagnando le schede di sottoscrizione per le Onoranze, le Sezioni stesse non hanno sinora corrisposto che scarsamente: per ciò si rinnoverà l'invito di ritornare le schede e i fondi raccolti.

Scuola Tecnica di Barcellona.

Del Buono comunica che aderendo all'invito del Socio corrispondente Giullino, ha deliberato di inviare a quella Scuola italiana che è sotto gli Auspici della «Dante Alighieri», o gli strumenti di fisica richiesti, o L. 1000, quale concorso dell'A. E. I. per l'arredamento sperimentale del corso di fisica.

Annali del Consiglio Superiore delle Acque.

Ganassini fa osservare che col cessare del Consiglio Superiore delle Acque soppresso dal nuovo Governo, viene a essere in pericolo le pubblicazioni degli Annuali del Consiglio Superiore delle Acque, che è una pubblicazione veramente preziosa e che tanto ha servito e serve a chi studia Impianti Idroelettrici. Crede che se l'A. E. I. emettesse un voto perchè sia conservata tale pubblicazione, si potrebbe evitarne la soppressione.

Del Buono aderisce volentieri alla proposta e propone al Consiglio di votare il seguente ordine del giorno:

«Il Consiglio Generale dell'A. E. I. nella sua tornata del 20 aprile 1923, fa voti perchè la pubblicazione dei pregevolissimi Annuali del Consiglio Superiore delle Acque ora soppresso non vengano a cessare, ma continui a cura del nuovo Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici».

L'ordine del giorno è approvato all'unanimità.

Del Buono ringrazia gli intervenuti e dichiara sciolta la seduta.

Il Segretario Generale
G. COMBONI.

XXVIII RIUNIONE DELL'A.E.I.

VENEZIA — 30 Settembre-6 Ottobre 1923

Palazzo Loredan (Sede del R. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti)
(Campo Francesco Morosini già S. Stefano)

PROGRAMMA

SABATO 29 SETTEMBRE.

- Ore 9 : Iscrizioni presso la Sede della Riunione a Palazzo Loredan.
» 15.30: Consiglio Generale a Palazzo Loredan.
Sedute delle Commissioni:
» 14 : Commissione lavori Sezioni.
» 17.30: Comitato Idrotecnico.

DOMENICA 30 SETTEMBRE.

- Ore 9-12: Iscrizioni presso la Sede della Riunione a Palazzo Loredan.
» 15 : Seduta inaugurale della Riunione nella Sala Napoleonica del Palazzo Reale in Piazza S. Marco.
» 21 : Ricevimento offerto dal Municipio di Venezia nella Sala Napoleonica del Palazzo Reale.

LUNEDÌ 1 OTTOBRE.

- Ore 9 : Prima seduta tecnica.
» 14.30: Seconda seduta tecnica.
» 17 : Seduta del Comitato Elettrotecnico.
» 20 : Pranzo sociale.

MARTEDÌ 2 OTTOBRE.

- Ore 9 : Terza seduta tecnica.
» 12.30: Visita alle isole dell'estuario (Murano, Burano, Torcello).
In questo giorno verrà pure effettuata una gita nella zona delle bonifiche fra Livenza e Piave, durante la quale avranno luogo esperimenti pratici di elettroaratura. Numero massimo di partecipanti: 80.

MERCOLEDÌ 3 OTTOBRE.

- Ore 9: Quarta seduta tecnica.
» 14: Visita al nuovo Porto Industriale di Venezia.
» 20: Pranzo offerto dalla Sezione Veneta dell'A.E.I.

GIOVEDÌ 4 OTTOBRE.

- Ore 9 : Partenza per Fusina e Padova.
» 10.30: Quinta seduta tecnica nell'Istituto di Elettrotecnica della R. Scuola di Applicazione per gli Ingegneri a Padova.
» 14 : Continuazione della quinta seduta tecnica su argomenti di radiotrasmissioni ed affini.
Visita alla Esposizione di apparecchi relativi alle radiocomunicazioni ed affini, nell'Istituto di elettrotecnica del prof. Lori.
» 17.30: Ritorno a Venezia.

VENERDÌ 5 OTTOBRE.

- Ore 9 : Sesta seduta tecnica.
» 14.30: Eventuale continuazione della seduta tecnica e riassunto delle discussioni.
Assemblea generale dei soci e chiusura dei lavori della Riunione.

SABATO 6 OTTOBRE.

- Ore 7. Gita a S. Croce per la visita degli impianti idroelettrici del Gruppo Soc. Adriatica di Eletticità. Numero massimo di partecipanti: 500.

NB. - Per le gentili Signore dei Congressisti, e per i Soci che lo desidereranno, è stato predisposto un programma di visite ai monumenti ed alle fabbriche di oggetti artistici di Venezia, che avranno luogo durante i giorni e le ore occupate dalle sedute tecniche.

Elenco delle Memorie per la XXVIII Riunione.

I - Applicazioni dell'energia elettrica all'agricoltura.

1. D. CIVITA -- L'energia elettrica nella risoluzione dei Problemi culturali agricoli. (*Elettrotecnica*, 25 Luglio 1923).
DETTO -- I punti fondamentali del problema della elettrificazione agricola.
2. G. REVESSI -- I presupposti fondamentali della elettrificazione agricola. (*Elettrotecnica*, 5 Settembre 1923).
3. N. GIARANNINI -- Disposizioni legislative a favore degli impianti elettroagricoli. (*Elettrotecnica*, 25 Settembre 1923).
4. E. SOLERI -- Materiale per linee elettriche rurali. (*Elettrotecnica*, 25 Settembre 1923).
5. COMMISSIONE DELLA SEZIONE DI NAPOLI DELL'A. E. I. -- L'elettroagricoltura nella Campania. (*Elettrotecnica*, 25 Settembre 1923).

6. G. DEL VALLE — Regimazione dei bacini montani e loro rapporti colle bonifiche ed irrigazioni.
7. C. MONTÙ — Applicazione dell'energia elettrica alla risicoltura.
8. A. TOURNON — L'elettricità nella campagna come fattore all'incremento della irrigazione.
9. E. VISMARA — L'elettrotecnica nel problema delle bonifiche.
10. O. VALENTINI — Possibilità per le elettroirrigazioni in Puglia.

II - Applicazioni meccaniche.

1. G. SARTORI — Avviamento automatico dei motori asincroni (*Elettrotecnica*, 25 Agosto 1923).

III - Applicazioni termiche.

1. G. SEMENZA — Rilievi sperimentali su un grande impianto di riscaldamento.
2. A. LURASCHI — Energia di supero ed accumulazione termica.

IV - Applicazioni elettrochimiche.

1. E. KERBAKER — Prodotti azotati ed energie idroelettriche. (*Elettrotecnica*, 5 Settembre 1923).

V - Applicazioni alla illuminazione.

1. C. CLERICI — Sui problemi dell'illuminazione secondo la tecnica moderna. (*Elettrotecnica*, 25 Settembre 1923).
2. U. BORDONI — Problemi e tendenze attuali della tecnica della illuminazione.

VI - Applicazioni radiotelegrafiche e radiotelefoniche.

1. F. VICEDOMINI — Prove comparative sui triodi per apparati ricevitori r. t. (*Elettrotecnica*, 5-15 Luglio 1923).
2. F. BORGATTI — Telefonia e telegrafia ad alta frequenza sui fili. (*Elettrotecnica*, 25 Agosto 1923).
3. G. MONTEFINALE — Lo sviluppo e l'opera dell'Officina Radiotelegrafica della R. Marina. (*Elettrotecnica*, 5 Settembre 1923).
4. U. RUELE — I moderni impianti di trasmissione. (*Elettrotecnica*, 15 Settembre 1923).
5. G. DE COLLE — Sulle misure del grado del vuoto dei triodi (*Elettrotecnica*, 25 Settembre 1923).
6. U. SORDINA — I moderni impianti di ricezione r. t. (*Elettrotecnica*, 25 Settembre 1923).
7. G. VALLAURI - G. PESSON — Considerazioni tecnico-economiche sui servizi r. t. commerciali. (*Elettrotecnica*, 25 Settembre 1923).

VII - Comunicazioni varie.

1. A. FORTI — La distribuzione dell'energia elettrica e le crisi di magra ordinarie ed eccezionali dei corsi d'acqua del Veneto. (*Elettrotecnica*, 5 Settembre 1923).
2. I. CLEMENTI — Frodi e rimedi nei contatori per motori trifasi. (*Elettrotecnica*, 25 Settembre 1923).
3. G. CAMPOS e B. USIGLI — Trasmettitore di registrazioni o di comando a distanza. (*Elettrot.* 25 Settembre 1923).
4. P. ROSNATI — Impianti elettrici a funzionamento automatico.
5. C. PUCCIONI — Registrazione della portata nei canali idroelettrici.
6. E. PERETTI — La produzione dell'energia elettrica nell'anno 1922.
7. G. PANBIANCO — Applicazioni dell'elettricità alla medicina e chirurgia.

Norme per le Comunicazioni Tecniche.

1) Saranno ammesse alla discussione, durante le sedute del Congresso soltanto quelle Memorie che siano state presentate in tempo per essere pubblicate sul giornale o almeno in bozze. Gli estratti o le bozze delle Memorie saranno distribuite ai Soci all'atto dell'iscrizione.

2) Le Memorie non verranno lette nelle Sedute del Congresso. Verranno concessi dieci minuti ad ogni Autore o suo delegato per riassumerle brevemente. Seguirà la discussione che rappresenta lo scopo principale delle Sedute ed alla quale i Soci sono vivamente pregati di partecipare attivamente.

3). Per agevolare la discussione, le Memorie saranno raggruppate a seconda dell'argomento.

Statistica degli Impianti Elettrici in Italia Nuova Edizione del 1° Volume

È uscita la seconda edizione del 1° Volume della Statistica coi dati elettrotecnici riguardanti anche tutti i Comuni delle terre redente coll'indicazione delle rispettive Province.

Volume di pag. 515: prezzo L. 20.-
più postali L. 2.-

Dirigere vaglia all'Associazione Elettrotecnica Italiana
Via S. Paolo 10 - Milano (3).

Commissioni e Comitati dell'A. E. I.

COMMISSIONE PEL LAVORO DELLE SEZIONI

Presidente: Il Presidente Generale.
Vice Presidenti: I Vice Presidenti Generali.
Membri: I Presidenti delle Sezioni.
Segretario: Il Segretario Generale

COMMISSIONE TECNICA CONGRESSI E RIUNIONI

Presidente: Il Presidente Generale.
Membri: I Vice Presidenti Generali - I Redattori dell'«Elettrotecnica».
Segretario: Il Segretario Generale.

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

Presidenza.

Semenza Ing. Gr. Uff. Guido, Presidente — *Del Buono Ing. Comm. Ulisse* - *Grassi Prof. Comm. Guido* - *Lombardi Prof. Ing. Comm. Luigi*, Vice-Presidenti — *Barbagelata Prof. Ing. A.*, Segretario.

Membri delegati dagli Enti pubblici e dalle Associazioni.

Allievi Ing. Lorenzo (Presidente dell'A. E. I. E.).
Bardoni Col. Cesare (Ministero della Guerra).
Bordoni Prof. Ugo (Ministero Lavori Pubblici).
Ceradini Ing. Emilio (Ministero della Marina).
Di Pirro Prof. Giovanni (Ministero delle PP. e TT.).
Errera Ing. Luigi (Ferrovie dello Stato).
Montù Ing. Carlo (Ministero Industria, Commercio e Lavoro).

Delegati dell'A. E. I.

Arcioni Ing. Vittorio, Milano — *Belluzzo Prof. Giuseppe*, Milano — *Campos Ing. Gino*, Milano — *Carcano Ing. F. E.*, Milano — *Catenacci Ing. Gino*, Milano — *Clerici Ing. Carlo*, Milano — *Corbino Prof. Orso Mario*, Roma — *Dina Prof. Alberto*, Palermo — *Ferraris Prof. Lorenzo*, Torino — *Lori Prof. Ferdinando*, Padova — *Mengarini Prof. Guglielmo*, Roma — *Morelli Prof. Ettore*, Torino — *Norsa Ing. Renzo*, Milano — *Rebora Prof. Gino*, Milano — *Revessi Prof. Giuseppe*, Roma — *Vallauri Ing. Riccardo*, Milano — *Vallauri Prof. Giancarlo*, Livorno — *Vannotti Ing. Ernesto*, Milano.

COMITATO IDROTECNICO ITALIANO

Del Buono Ing. Comm. U., Presidente — *Ferrando Ing. C.*, Segretario.

Sotto Comitato A - Statistiche tecniche.

Rebora Prof. Gino, Presidente — *Civita Ing. Domenico*, Fano Ing. *Guido*, *Ganassini Ing. Gaetano*, *Ghetti Ing. Ottaviano*, *Locatelli Ing. Giuseppe*, *Neri Ing. Giuseppe*, *Palestrino Ing. Carlo*, *Prinetti Ing. Ignazio*, *Sismondo Ing. Oscar*.

Sotto Comitato B - Impianti idroelettrici.

Panzarasa Ing. Alessandro, Presidente — *Covi Ing. Adolfo*, *Forti Ing. Angelo*, *Ganassini Ing. Gaetano*, *Ghetti Ing. Ottaviano*, *Liguori Ing. Pirro*, *Salmoiraghi Ing. Darvino*, *Roncaldier Ing. Aldo*, *Zunini Prof. Ing. Luigi*.

Sotto Comitato C

Studi e ricerche sui coefficienti dei canali e delle condotte.

Forti Ing. Angelo, Presidente — *Conti Prof. Luciano*, *Ganassini Ing. Gaetano*, *Lori Prof. Ferdinando*, *Pitter Ing. Antonio*, *Rebora Prof. Gino*, *Silvestri Prof. Euclide*.

Sotto Comitato D - Trasporto e distribuzione dell'energia.

Norsa Ing. Renzo, Presidente — *Amati Ing. Giuseppe*, *Cenzato Ing. Giuseppe*, *Liguori Ing. Pirro*, *Palestrino Ing. Carlo*, *Prinetti Ing. Ignazio*, *Sismondo Ing. Oscar*.

Sotto Comitato E - Capitoli e norme.

Anastasi Prof. Anastasio, Presidente — *Sirovick Ing. Prof. Giulio*, *Soccorsi Ing. N.*, *Silvestri Prof. Euclide*.

Sotto Comitato F - Legislazione.

Netti On. Ing. Aldo, Presidente — *Bonghi Ing. Mario*, *Civita Ing. Domenico*, *Ganassini Ing. Gaetano*, *Zunini Prof. Luigi*, *Pitter Ing. Antonio*, *Motta Prof. Ing. Giacinto*.

Sotto Comitato G - Pubblicazione e descrizioni impianti.

Barbagelata Prof. Angelo, Presidente — *Ganassini Ing. Gaetano*, *Mangiagalli Ing. Luigi*, *Ratti Ing. Natale*, *Rebora Prof. Gino*.

COMMISSIONE PER LE NORME PER L'ESECUZIONE E L'ESERCIZIO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.

Motta Ing. Prof. Giacinto, Presidente — *Norsa Ing. Renzo*, Segretario.

Membri nominati dal Consiglio:

Semenza Ing. Gr. Uff. Guido - Morelli Ing. Prof. Ettore.

Membri nominati dalle Sezioni:

Silvestri Ing. C. (Sez. Bologna). — Vismara Ing. E. (Sez. Catania) — Vannotti Ing. E. (Sez. Milano) — Bonghi Ing. M. (Sez. Napoli) — Utili Cav. C. (Sez. Napoli) — Dina Prof. A. (Sez. Palermo) — Mengarini Prof. G. (Sez. Roma) — Del Buono Ing. U. (Sez. Roma) — Ascoli Ing. Mario (Sez. Bari) — Sartori Ing. Giuseppe (Sez. Bologna) — Jervis Ing. Tommaso (Sez. Firenze) — Picchi Ing. Alberto (Sez. Firenze) — Finocchi Ing. Giuseppe (Sez. Genova) — Garibaldi Ing. Cesare (Sez. Genova) — Attal Ing. A. (Sez. Livorno) — Neri Ing. Giuseppe (Sez. Livorno) — Palestino Ing. Carlo (Sez. Torino) — Peri Ing. Guido (Sez. Torino) — Capraro Ing. Renato (Sez. Trento) — Mann Ing. Carlo (Sez. Trieste) — Mauro Ing. Romano (Sez. Trieste) — Frisacco Ing. Renato (Sez. Veneta) — Carazzolo Ing. C. (Sez. Veneta).

COMMISSIONE SOVRATENSIONI.

Lombardi Prof. Luigi, Presidente — Amati Ing. Giuseppe, Balsamo Ing. Natale, Broggi Ing. Silvio, Campos Ing. Gino, Capraro Ing. Renato, Cenzato Ing. Giuseppe, Del Buono Ing. Ulisse, Emanueli Ing. Luigi, Gonzales Ing. Tito, Locatelli Ing. Giuseppe, Lutz Hans Gustavo, Melazzo Prof. Giuseppe, Norsa Ing. Renzo, Palestino Ing. Carlo, Prineti Ing. Orazio, Puccioni Ing. Corrado, Rebora Ing. Gino, Semenza Ing. Guido, Senn Ing. Edoardo, Sismondo Ing. Oscar, Soleri Ing. Elvio, Vallauri Ing. Giancarlo, Venturini Ing. Pio.

COMMISSIONE DI RADIOTELEGRAFIA E TELEFONIA.

Lombardi Prof. Luigi, Presidente — Albanese Cav. Uff. Dr. C., Bardeloni Col. Ing. Cesare, Di Pirro Prof. Giuseppe, Magagnini Comm. Ing. Giacomo, Mazzucca Cav. Tommaso, Pession Cav. Uff. Giuseppe, Poladas Cav. Ing. Giuseppe, Vallauri Prof. Giancarlo, Vanni Prof. Giuseppe.

COMMISSIONE PER LE APPLICAZIONI ALL'AGRICOLTURA.

Civita Ing. Domenico, Presidente — Amati Ing. Giuseppe, Brioschi Ing. Franco, D'Ascani, Di Cave Ing. Vito, Maglione Ing. Gustavo, Soleri Prof. Elvio, Tricomi Ing. Bonaventura, Silva Ing. Angelo.

COMMISSIONE BREVETTI.

Bonghi Ing. Comm. Mario, Presidente — Castoldi Ing. Marco, Clerici Ing. Uff. Carlo, Labocetta Ing. Letterio, Lombardi Prof. Comm. Luigi, Civita Ing. Domenico.

COMMISSIONE LABORATORI.

Lori Prof. Ferdinando, Presidente — Semenza Ing. G., Cattaneo Ing. V., Di Pirro Prof. G., Ferraris Prof. L., Dina Prof. A., Reggiani Comm. N., Vanni Prof. G., Vallauri Ing. G., Lombardi Prof. L., Barbagelata Prof. A., Pasqualini D. L.

COMITATO TELEFONICO PERMANENTE.

Ferraris Prof. Lorenzo, Presidente — Ajani Ing. F., Artom Prof. A., Bignami On. Ing., Cattaneo Conte U., Fabris Ing. N., Ferrario Ing. P., Lori Prof. E., Magagnini Ing. G., Marchesi Ing. G., Motta, Prof. G., Semenza Ing. G., Silvestri Comm. G., Tedeschi Ing. V., Associazione Nazionale Ingegneri (Ing. U. Del Buono), Unione delle Camere di Commercio (Ing. A. Netti), Confederazione Generale dell'Industria (Ing. R. Falco), Federazione Italiana Commercianti e Industriali (On. C. Candiani), Ferrovie dello Stato (Ing. Ugo Cattaneo, Capo dell'Istituto Sperimentale delle FF. SS.).

COMITATO NAZIONALE ITALIANO DELLA ILLUMINAZIONE.

Sospisio Comm. Enrico, Presidente — Semenza Ing. Gr. Uff. Guido, Segretario. — Membri: Merio Prof. Alessandro, Böhm Ing. Michelangelo, Bordini Prof. Ugo, Cesari Ing. Carlo, Clerici Ing. Carlo, Conti Ing. Sen. Ettore, Della Casa Dott. Ugo, Lombardi Prof. Ugo, Pacchioni Ing. Alberto, Sales Dott. Stefano.

N. B. — Questo Comitato lavora d'accordo colla Commissione Internazionale d'Illuminazione.

COMMISSIONE PER LE NORME DI BORDO

Presidente: Ing. Prof. Gino Rebora — Membri: Prof. Ing. Cesare Garibaldi, Ing. Edmondo Schmidt, Ing. Alberto Cantù, Ing. Giovanni Cehovin, Ing. Mario Dvorseg, Ing. Cesare D'Henry, Ing. Renzo Norsa; delegato della Commissione Norme; Ing. Ernesto Ferretti, delegato dal Registro Navale Italiano. — Segretario: Ing. Enzo Pugno Vanoni.

SOCI CORRISPONDENTI ALL'ESTERO.

Nicolini Cav. Ing. Eugenio - Rue de Bruxelles 9, Paris (Francia). — Della Riccia Cav. Ing. Angelo - Chaussée d'Alsemberg n. 253, Bruxelles (Belgio). — Faccioli Ing. Giuseppe - General Electric Co., 49 Taconic Street, Pittsfield Mass. (U. S. A.) — Gullino Ing. C. A. - Mal-larco 280, Lauria 100, Barcellona (Spagna) — Martinez Ing. Giuseppe - Pirelli General Cable Works, Southampton (Inghilterra). — Zamboni Ing. Agostino - Calle Aguilar 2490 - Belgrano - Buenos Aires (Argentina).

ELENCO DELLE CARICHE SOCIALI DELL'A. E. I.

Presidenza Generale

Presidente Generale Del Buono Ing. Comm. Ulisse
Cenzato Ing. Giuseppe
Vice-Presidenti Generali } Ferraris Prof. Comm. Lorenzo
Rebora Ing. Gino
Segretario Generale Comboni Ing. Giuseppe
Segretario della Presidenza Grillo Ing. Guido
Cassiere Ferrerio Ing. Piero.

Presidenti antecedenti

Galileo Ferraris (dal 27 dicembre 1896 al 7 febbraio 1897) — Prof. Giuseppe Colombo (1897-1899) — Prof. Guido Grassi (1900-1902) — Prof. Moisè Ascoli (1903-1905) — Ing. Emanuele Jona (1906-1908) — Ing. Prof. Luigi Lombardi (1909-1911) — Ing. Prof. Ferdinando Lori (1912-1914) — Ing. Guido Semenza (1915-1917) — Prof. Lorenzo Ferraris (1918-1920).

CARICHE DELLE SEZIONI

Sezione di Bari

Presidente Verole Pietro
Vice Presidente Masseni Angelo
Segretario Centonze Angelo
Cassiere Sbisà Clemente

CONSIGLIERI

Comune Ferdinando — Tabernacolo Nicola
Lucifero Carlo

CONSIGLIERI DELEGATI

Ascoli Mario — Centonze Angelo

Sezione di Bologna

Presidente Righi Aldo
Vice Presidente Barattini Alberto
Segretario Fiorini Gaetano
Cassiere Candi Gino

CONSIGLIERI

Filippetti Luigi — Mariani Enrico
Masetti Zannini A. — Rinaldi Rinaldo
Sibona Eugenio — Somaini Giacomo

CONSIGLIERI DELEGATI

Levi Giorgio — Sartori Giuseppe
Silva Angelo — Della Noce Antonio
Silvestri Giovanni

Sezione di Catania

Presidente Fusco Francesco
Vice Presidente Drago F.
Segretario Licciardello Enrico
Cassiere Rapisardi Francesco

CONSIGLIERI

Romagnoli Mauro — Arena Gaetano
Clementi Ignazio

CONSIGLIERI DELEGATI

Vismara Emirico

Sezione di Firenze

Presidente Pasqualini Luigi
Vice Presidente Mariani G.
Segretario Castelnovo Tedesco Guido
Cassiere Venturini Pio

CONSIGLIERI

Dessy Flavio — Iavicoli Ettore
Incontri Attilio — Martinez Giulio
Modigliani Giacomo — Occholini Augusto

CONSIGLIERI DELEGATI

Banti Gioacchino — Cuttica A.
Martinez Paolo

Sezione di Genova

Presidente Omodei Domenico
Vice Presidente Ammirato Giuseppe
Segretario Cantù Alberto
Cassiere Gallo Francesco

CONSIGLIERI

Bozano Cristoforo — Calabrò Amedeo
Dellacqua Gino — Garibaldi Cesare
Locarhi Vittorio

CONSIGLIERI DELEGATI

Ammirato Giuseppe — Pernigotti Giacomo.
Appelius Carlo — Prinetti Ignazio

Sezione di Livorno

Presidente Liguori Pirro
Vice Presidente Vallauri Giancarlo
Segretario Melinossi Giuseppe
Cassiere Ascoli Giorgio

CONSIGLIERI

Rosselli Angiolo — Neri Giuseppe
Rabbeno Giorgio — Fascetti Carlo
Sordina Ugo — Panigatti Umberto

CONSIGLIERI DELEGATI

Vallauri Giancarlo — Puccianti Luigi
Duprè Enrico — Danieli Antonio
Orlando Mario

Sezione di Milano

Presidente Semenza Guido
Vice Presidente Norsa Renzo
Segretario Rigatti Gian Antonio
Cassiere Bianchi Angelo

CONSIGLIERI DELLA SEZIONE:

Broggi Silvio — Fumero Francesco
Modigliani Umberto — Molinari Carlo Alberto
Manfredi Francesco — Vanotti Ernesto

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE:

Semenza Guido — Bacchini Cesare
Barberis Giovanni — Belluzzo Giuseppe
Benni On. Stefano — Bianchi Angelo
Castelli Guglielmo — Clerici Giampiero
Coltri Carlo — Covi Adolfo
Del Puglia Antonio — Dolcetta Giulio
Emanuelli Luigi — Forti Angelo
Ganassini Gaetano — Gasparoni Luigi
Gavazzi Giuseppe — Luzzatti Riccardo
Mascarin Giovanni — Orefici Giuseppe
Rebora Gino — Roncaldier Aldo
Rossi Francesco — Salvini Giuseppe
Semenza Marco — Simonotti Oreste

Sezione di Napoli

Presidente Selmo Luigi
Vice Presidente Catalano Giorgio
Segretario Amara Vincenzo
Cassiere Saggese Achille

CONSIGLIERI

Calvanese Felice — Gabellone Giuseppe
Immirzi Ettore — Maffezzoli Alfonso
Melazzo Giovanni

CONSIGLIERI DELEGATI

Caugia Domenico — Eller Vainicher Luigi
Perrelli P. V.

Sezione di Palermo

Presidente Trossarelli Ottavio
Vice Presidente Dina Alberto
Segretario Acanfora Antonio
Cassiere Tommasini Francesco

CONSIGLIERI

Lo Presti Stefano — Buttafarri Gaetano
La Rosa Michele — Senn Edoardo

CONSIGLIERI DELEGATI

Arena Oreste — Dina Alberto

Sezione di Roma

Presidente Bordini Ugo
Vice Presidente Marchesi Gaetano
Segretario Tomassetti Mario
Cassiere Oberziner Mario

CONSIGLIERI

Reversi Giuseppe — Vallecchi Guido
Di Cave Vito — L'Abbate D.
Ferrara Enrico — Mengarini Guglielmo

CONSIGLIERI DELEGATI

Biagini Augusto — Civita Domenico
Netti Aldo — Salvadori Riccardo
Motti Francesco — Corbino O. M.
Fano Guido — Grismayer Egisto
Novi Michelangelo — Scialoja Gustavo
Puccioni Corrado — Reggiani Napoleone

Sezione di Torino

Presidente Soleri Elvio
Vice Presidente Palestrino Carlo
Segretario Bosone Luigi
Cassiere Pallavicino Giuseppe

CONSIGLIERI

Andreoni Carlo — Arigo Giuseppe
Astuti Franco — Formica Antonio
Peri Guido — Nizza Fernando

CONSIGLIERI DELEGATI

Artom Alessandro — Gola Giovanni
Chiesa Terenzio — Montù Carlo
De Benedetti Giuseppe — Pavia Nicola
Giovara Carlo — Ricciardelli Pietro
Grassi Guido — Scaramuzza Gino
Ferrero Camillo — Thovez Ettore
Giupponi Luigi — Treves Vittorio

Sezione di Trento

Presidente De Rizzoli Arrigo
Vice Presidente Magnago Vittorio
Segretario Chinatti Carlo
Cassiere Quartaroli Arrigo

CONSIGLIERI

Bongiovanni Andrea — Defant Augusto
Tomasì Adolfo — Torzi Riccardo

CONSIGLIERI DELEGATI

— Bonfoli Bruno — Capraro Renato

Sezione di Trieste

Presidente Romano Catone
Vice Presidente Defant Francesco
Segretario Slossel Ernesto
Cassiere Gregoretto Francesco

CONSIGLIERI

Apollonio Antonio — Godnig Aldo
Francesconi Eugenio — Kodermatz Luigi
Lorenzetti Giuseppe — Hattich R.

Sezione Veneta

Presidente Pittler Antonio
Vice Presidente Lori Francesco
Segretario Barbisio Cesare
Cassiere Mainardis Mario

CONSIGLIERI

Amati Giuseppe — Dallari Leo
Del Pra Antonio — Ghetti Ottaviano
Milani Paolo — Zecchettini Antonio

CONSIGLIERI DELEGATI

Carazzolo Giuseppe — Croce Alessandro
Lori Ferdinando

Sezione Sarda

Presidente Dolcetta Giulio
Vice Presidente Simonetti Riccardo
Segretario Passerini Luigi —
Cassiere Lombardini Giuseppe

CONSIGLIERI

Binaghi Angelo — Brotzu Giovanni
Corsi Carlo — Sisini Francesco

CONSIGLIERI DELEGATI

Rudas Piero — Silva Silvio

"L'ELETTROTECNICA,"

COMMISSIONE ESECUTIVA: Ing. Ulisse Del Buono, Presidente — Ing. G. Gadda, Membro eletto dai Soci collettivi sottoscrittori — Ing. G. Comboni, Segretario amministratore — Prof. Ing. A. Barbagelata, Redattore Capo.

REDAZIONE: Prof. Ing. A. Barbagelata, Redattore Capo — Prof. Ing. U. Bordini, Ing. M. Semenza, Prof. Ing. G. Vallauri, Redattori.

BIBLIOTECA CENTRALE,

(presso la Sezione di Roma - Via Poli, 29)

Bibliotecario Centrale: Dott. Comm. Amos Candeli.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione.

L'ELETTROTECHNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECHNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La Riunione di Venezia.

Mentre scriviamo, la XXVIII^a Riunione sociale si svolge brillantemente a Venezia, favorita anche dal tempo, che sembra voler coronare degnamente il mirabile lavoro di organizzazione compiuto dai Colleghi della Sezione Veneta e dell'Ufficio Centrale. Nel prossimo numero daremo ampio ragguaglio dell'andamento della Riunione che, anche dal punto di vista dello sviluppo delle discussioni, segue felicemente la via aperta lo scorso anno.

Le leggi dell'elettrodinamica ed i fenomeni di restrizione.

La validità delle leggi fondamentali dell'elettrodinamica è stata oggetto più volte di lunghe discussioni, specie ogni volta che l'esperienza metteva in luce qualche fenomeno la cui spiegazione sembrasse incontrare qualche difficoltà. Sin qui, per altro, le esperienze che parevano nuove non erano che varianti più o meno ingegnose di esperienze già antiche; e, ad ogni modo, le classiche leggi fondamentali, rettammente interpretate, sono state sempre sufficienti a spiegare i fatti osservati. Questo non ha scoraggiato, pare, taluni ricercatori; uno dei quali, l'Hering, è tornato di recente alla carica, asserendo la necessità di ammettere vari fatti e leggi di elettrodinamica, che, a suo dire, sarebbero nuove. È appunto a questi innovatori, la cui prudenza non pare del tutto adeguata alla natura dell'argomento, che risponde serratamente il LOMBARDI, con la nota che pubblichiamo nel presente fascicolo.

Le rotture dei materiali metallici in opera.

La questione delle rotture anormali dei materiali metallici in opera interessa grandemente l'elettrotecnica non solo perchè essa si vale di costruzioni metalliche, in genere, negli impianti, ma anche perchè nello stesso macchinario elettrico ogni variazione di carico dà luogo, oltrechè alle note ripercussioni nelle sollecitazioni elettriche e magnetiche, a sollecitazioni meccaniche variabili, cioè a sollecitazioni di quel tipo che più spesso induce alle rotture anormali.

Su questo argomento ha avuto ripetutamente occasione di compiere studi importanti l'Istituto sperimentale delle Ferrovie dello Stato; crediamo perciò che i lettori gradiranno la pubblicazione della nota nella quale il Dr. P. FORCELLA, direttore del laboratorio metallografico dell'Istituto, riassume parte degli studi sopra accennati, mettendo sopra tutto in evidenza le cause più frequenti di comportamento anormale, ed i modi per eliminarle.

Scelta delle turbine per le Centrali idroelettriche.

Uno dei problemi non elettrotecnici che molti nostri colleghi sono spesso chiamati a risolvere, è la determinazione del tipo e delle caratteristiche fondamentali delle turbine da adottare in una centrale in relazione al salto ed alla portata disponibile ed al numero dei giri più conveniente pel macchinario elettrico. Problema la cui risoluzione, nota da tempo, è stata anche riassunta in grafici di facile impiego. Tuttavia riuscirà certo interessante per molti nostri lettori l'odierno scritto dell'Ing. GAMBARELLA il quale riassume organicamente i termini del problema esaminandolo coi criteri più recenti, in relazione alla aumentata potenza delle unità ed ai requisiti di una moderna centrale.

La lavorazione del rame.

Se non difettano i buoni libri di tecnologia generale, ben diverso è il caso delle tecnologie speciali, anche riguardanti i materiali d'impiego più comune; e quel poco che si trova scritto in materia ha il frequente difetto di riferirsi a procedimenti di lavorazione ormai superati, in tutto od in parte. Abbiamo perciò ritenuto che i nostri lettori avrebbero gradito l'articolo, che pubblichiamo in questo fascicolo, e nel quale MANGANI riassume ciò che di più importante vi è nella lavorazione moderna del rame, specie per usi elettrici; un articolo senza grandi pretese, ma ricco di notizie e di dati pratici di qualche interesse.

LA REDAZIONE.

FENOMENI DI REOSTRIZIONE INTERPRETATI IN BASE ALLE LEGGI FONDAMENTALI DELLA ELETTRODINAMICA □ □

LUIGI LOMBARDI

Nella letteratura elettrotecnica, e segnatamente nelle riviste Americane, vennero segnalati di tempo in tempo alcuni fenomeni di deformazione di circuiti elettrici, dovuti al passaggio di correnti intense, la cui interpretazione in base alle leggi fondamentali della elettrodinamica non apparve chiara a coloro, che per i primi li avevano osservati, ond'essi, con eccessiva leggerezza, insinuarono il dubbio che queste non valessero in modo generale, e ne suggerirono modificazioni che non sono necessarie.

Un equivoco analogo venne già incontrato alcuni anni or sono nella interpretazione della legge fondamentale della induzione elettromagnetica, a dissipare il quale io svolsi in una nota precedente alcune considerazioni elementari ⁽¹⁾

La circostanza che uno dei medesimi Autori, riattaccandosi alla vecchia idea, abbia ancora recentemente riprodotto le primitive argomentazioni, e altre ne abbia affacciate, egualmente inesatte, mi induce a riprendere la parola in questa sede, per dimostrare che tutti i fenomeni considerati si possono egualmente interpretare in base alle leggi fondamentali universalmente accettate.

Carlo Hering, in un lavoro pubblicato nel novembre 1921 nel Giornale del Franklin Institute ⁽²⁾ e dedicato alla commemorazione centenaria di Ampère e di Oersted, rievocando parecchi suoi studi antecedenti, ripeteva la doglianza che parecchie leggi, considerate come fondamentali nella fisica e nell'elettrotecnica, avessero bisogno di restrizioni ed emendamenti, e ne suggeriva nuovi enunciati, e insisteva sui medesimi argomenti in un articolo pubblicato nel 4° fascicolo 1922 del Giornale dell'American Institute of Electrical Engineers. In un lavoro più poderoso, comparso nel 2° fascicolo di quest'anno del medesimo giornale ⁽³⁾, lo stesso autore ribadisce ancora solennemente i primitivi concetti, invocando la sistematica revisione delle principali leggi delle forze elettro-magnetiche, di cui presume dimostrata la inesattezza mediante svariate esperienze.

Omettendo di tornare sull'equivoco, molti anni fa incontrato da Hering e in parte accolto da Blondel, circa la interpretazione della legge fondamentale della induzione, che Hering stesso riproduce ancora nei suoi scritti più recenti, e che io ritengo di avere esaurientemente dissipato nel mio studio predetto, lo stesso Autore richiama in questi soprattutto l'attenzione sopra i fenomeni di movimento e deformazione delle vene fluide, attraversate da correnti molto intense, che egli ebbe il merito di osservare per la prima volta, e seppe genialmente utilizzare in alcuni tipi razionali di fornaci elettriche, ma che a torto egli ritiene in contraddizione colle leggi fondamentali dell'elettrodinamica. A capo di queste egli pone in vero la proposizione, enunciata in tutti i libri di testo, che *correnti concordi si attraggono, discordi si respingono*; e presume di dimostrarne la falsità, adducendo che le forze ponderomotrici non agiscono su le correnti, ma su le sostanze conduttrici da queste attraversate, ed a prova di ciò egli osserva che, se l'azione si manifestasse fra le correnti, queste nei conduttori dovrebbero prevalentemente addensarsi all'asse, e i fasci di raggi catodici dovrebbero rivelare una tendenza alla contrazione trasversale, che l'esperienza non conferma. L'argomento peraltro non è concludente, poichè i raggi catodici sono costituiti da elettroni in movimento, fra i quali l'azione elettrostatica

(1) L'Elettrotecnica, 15 maggio 1916.

(2) Vol. 192, pag. 599.

(3) Vol. XLII, p. 139.

ripulsiva è vinta in gran parte da quella elettrodinamica di attrazione, che le farebbe bilancio se la loro velocità uguagliasse quella della luce; anche nell'interno dei conduttori la media traiettoria degli elettroni è subordinata al complesso di tutte le sollecitazioni, che nascono da parte delle masse elettriche e di quelle materiali, onde la densità di corrente può risultare nel fenomeno stazionario uniforme o quasi uniforme, poichè le opposte sollecitazioni, di carattere elettrostatico ed elettrodinamico, si fanno esattamente ovvero approssimativamente equilibrio.

Un concetto analogo intorno alle manifestazioni ponderomotrici venne già enunciato da Maxwell ⁽⁴⁾ senza trarne peraltro una così ingiustificata conseguenza, ed il grande fisico non era in possesso di tutti gli elementi, che le esperienze posteriori hanno messo in luce, circa la esistenza e il comportamento degli elettroni, e nella interpretazione del fenomeno elettrodinamico si accostava completamente al concetto di Faraday, subordinandola all'esistenza di un mezzo deformabile, e respingendo quello delle azioni a distanza, a cui Hering mostra di voler ritornare.

La proposizione relativa alle attrazioni e ripulsioni di correnti concordi e discordi non può enunciarsi d'altronde correttamente, se non si considera il complesso del circuito rispettivo, e la risultante di tutte le azioni elementari, alle quali presiede la classica legge di Ampère. Ora questa in molteplici condizioni lascia prevedere fra porzioni di conduttori, attraversate da correnti di eguale direzione, forze ripulsive. Nella ben nota espressione della forza, che si esercita fra due elementi $ds' ds''$ di circuito, attraversati dalle correnti di intensità $i' i''$, posti coi loro baricentri alla distanza r , e inclinati fra loro dell'angolo ε e rispetto alla congiungente degli angoli θ' e θ'' :

$$df = \frac{i' \cdot i'' \cdot ds' ds''}{r^2} \left[\cos \varepsilon - \frac{3}{2} \cos \theta' \cos \theta'' \right]$$

la forza risulta attrattiva in tutti i casi, in cui il primo termine in parentesi è superiore al secondo; ripulsiva nei casi opposti. In particolare fra elementi paralleli, per i quali $\cos \varepsilon = 1$, si manifesterà la massima attrazione quando le correnti che li percorrono hanno la stessa direzione, ed essi sono ad angolo retto alla loro congiungente; forza nulla quando essi sono inclinati rispetto alla congiungente di circa 36° , per cui $\cos^2 \theta = \frac{2}{3}$; forza massima di repulsione quando si trovino allineati secondo la medesima retta, nel qual caso la sollecitazione ripulsiva risulta eguale alla metà di quella attrattiva del primo caso.

Questa semplice considerazione basta a spiegare il fenomeno di distensione, osservato da parecchi sperimentatori sopra le condutture flessibili, attraversate dalla corrente, quando essi divergono dal profilo rettilineo, e verosimilmente vale in parte a giustificare la traslazione del ponticello, galleggiante sui truogoli paralleli e pieni di mercurio nella classica esperienza di Ampère, sebbene in essa intervenga un'azione più complicata per la presenza del tratto trasversale; parecchie delle esperienze, ideate da Hering, e riportate nel suo recente articolo del J.A.I.E.E., trovano così la loro spiegazione esauriente, senza la necessità di ricercarla in un fenomeno nuovo, cui l'Autore dà il nome di *Stretch effect*, e senza che il loro risultato contraddica in alcun modo alla legge fondamentale; nemmeno le modificazioni formali dei circuiti, da lui escogitate, valgono in sostanza ad alterarne le condizioni, atteso che le azioni accessorie, da lui suscitate, non bastano a invertire e mascherare il fenomeno principale.

Anche la contrazione trasversale, da Hering primieramente osservata nelle grandi vene fluide, attraversate da correnti di forti intensità, e da lui utilizzata nella costruzione di nuovi modelli di fornaci per attivare la circolazione del metallo fuso, si può perfettamente interpretare in base alle leggi fondamentali della elettrodinamica, senza ricorrere al concetto di un fenomeno nuovo, a cui il medesimo Autore impose scherzosamente il nome di *pinch effect*, ricercandone la causa nella tendenza delle linee magnetiche di flusso ad accorciarsi nel loro senso longitudinale ed a respingersi in quello trasversale. Tale forma pittorica di rappresentazione del campo elettromagnetico, già concepita da Faraday, ha inverosimilmente condotto Maxwell ad analizzarne le principali proprietà mediante le tensioni interne e le pressioni di carattere idrostatico ⁽⁵⁾, ed a Kirchhoff ⁽⁶⁾ ha permesso di formulare in modo rigoroso la teoria dei fenomeni di magnetostriazione, sottoposta a verifiche sperimentali da M. Cantone ⁽⁷⁾, F. Piola e L. Tieri ⁽⁸⁾ e da parecchi altri.

Northrup ⁽⁹⁾, a seguito quasi immediato della scoperta di Hering, sottopose il fenomeno da questi segnalato a una minuziosa sperimentazione, e ne svolse la teoria elementare nel caso più semplice, di un conduttore fluido di sezione circolare, valendosi unicamente delle leggi enunciate da Maxwell per la attrazione fra correnti parallele, e per la sollecitazione esercitata dal campo magnetico sopra i circuiti in essi immersi. La trattazione di Northrup non è peraltro completa, poichè egli si è limitato a calcolare le forze ponderali dovute al gradiente della pressione, esercitata dal campo su gli strati coassiali elementari, di cui può immaginarsi costituito il conduttore cilindrico, ed equivalenti agli sforzi di attrazione, che gli strati interni esercitano su quelli circostanti; egli dedusse in tal modo mediante una integrazione definita la pressione differenziale alle diverse profondità, astradendo dalla pressione locale, di carattere idrostatico, che diventa massima alla periferia, e trascurando lo sforzo longitudinale.

Northrup dichiara di avere ottenuto la conferma approssimata della sua teoria, sperimentando sopra un conduttore a strati alterni di rame e di mercurio, fra loro disposti in serie, le cui concamerazioni successive erano poste in comunicazione mediante canaletti ripieni di liquido, praticati fra il centro dell'una e l'orlo della successiva, in modo da trasferire dall'una all'altra gli eccessi di pressione, dovuti allo sforzo radiale di contrazione, e da poterne sommare gli effetti a scopo di misura. In tal caso la configurazione complessa del circuito avrebbe reso assai laborioso il calcolo dello sforzo longitudinale, che, per la breve larghezza del conduttore, assumeva peraltro importanza secondaria di fronte a quello trasversale.

Con un concetto non del tutto dissimile G. Somaini ⁽¹⁰⁾ ha recentemente costruito un apparecchio a mercurio, integratore di flusso magnetico, disponendo la vena fluida conduttrice a guisa di una spirale continua nella concamerazione, intercetta fra le spire di un solenoide di lega resistente, ma facendola attraversare dalla corrente in direzione trasversale, in modo da integrare in tutta la lunghezza delle spire il gradiente della pressione, proporzionale alla intensità del campo magnetico ed alla densità della corrente, equilibrandone l'effetto risultante mediante una colonna manometrica, la quale fornisce la misura del flusso.

In un lavoro posteriore, pubblicato nel giornale del *Franklin Institute* ⁽¹¹⁾ Northrup ha ancora analizzato col medesimo criterio alcune sollecitazioni, che si manifestano nelle vene fluide delle fornaci a induzione, diversamente configurate, e che, prevalendo nelle regioni, ove le vene cambiano bruscamente direzione, possono utilizzarsi a produrre una circolazione interna, vantaggiosa per la uniformità della fusione (fornaci Ajax-Wyatt).

Anche in questa trattazione l'Autore trascura le sollecitazioni longitudinali, dovute ai tratti di conduttore allineati con quello in esame; di quelle trasversali, originate dallo sforzo di contrazione dovute al campo interno, egli bensì tiene conto con criterio simile a quello seguito nella trattazione precedente, ma introduce un concetto in parte arbitrario là dove ⁽¹²⁾ assume che si eserciti nel senso longitudinale la stessa pressione idrostatica, dovuta all'effetto di contrazione trasversale, e che essa costituisca la sola forza supplementare, atteso che la legge di Pascal non può applicarsi senza riserve ai fluidi soggetti a sforzi interni, diversi da quelli di gravitazione, che unicamente si considerano in idrostatica.

Anche qui Hering si è illuso di riscontrare una contraddizione fra il fatto sperimentale, che rivela quelle sollecitazioni longitudinali, classificate da Northrup come uno speciale *effetto motore*, e il concetto desunto dalle esperienze di Ampère e accettato da Maxwell ⁽¹³⁾, che campi magnetici dovuti a circuiti esterni non possano agire sui conduttori, attraversati da corrente, se non in senso trasversale. Questo non esclude in verità che fra elementi singoli del medesimo o di differenti circuiti, fra loro allineati, possa manifestarsi una sollecitazione longitudinale, che tende ad allungare il circuito senza conferirgli alcuna forza di traslazione, ed a questo riguardo è da osservare che Maxwell ha riconosciuta accettabile la formula di Ampère ⁽¹⁴⁾, con cui tali sollecitazioni sono perfettamente compatibili, e dalla quale possono trarsi tutti gli elementi per la loro numerica valutazione. Sotto questo aspetto anche il titolo di *corner effect*, attribuito da Hering al fenomeno particolare delle fornaci Ajax, si rende superfluo.

In base alle predette argomentazioni, in gran parte destituite di fondamento, Hering ritenne eccepibile il principio generale di elettrodinamica, che un circuito tenda a deformarsi in modo da assumere un più grande coefficiente di autoinduzione; ma tale obiezione è con-

⁽⁴⁾ Treatise. § 501.

⁽⁵⁾ Treatise. § 642.

⁽⁶⁾ Wiedem. Ann. XXIV. p. 52; XXV. p. 601.

⁽⁷⁾ Mem. R. Acc. dei Lincei. Serie 4^a. Vol. VI. 1890.

⁽⁸⁾ Rendic. id. Serie 5^a. Vol. XXI. 1913.

⁽⁹⁾ Physical Review. Vol. XXIV. p. 474. 1907.

⁽¹⁰⁾ L'Elettrotecnica, 15 marzo 1923.

⁽¹¹⁾ Vol. 190. p. 816, dic. 1920.

⁽¹²⁾ Loco citato. Sez. V.

⁽¹³⁾ Treatise. § 507.

⁽¹⁴⁾ Treatise. 527.

futata dal principio generale di meccanica, che ogni sistema deformabile tende alla condizione di minima energia potenziale, atteso che l'energia elettromagnetica di un circuito, che possieda autoinduzione L e corrente i , è notoriamente espressa da $-\frac{1}{2} L i^2$, onde, se i rimane costante, L deve veramente tendere a un massimo; derivando quella espressione dell'energia rispetto a una variabile coordinata, è possibile ricavare nella forma più semplice il valore della forza elettromagnetica, che sollecita il sistema a deformarsi nella direzione corrispondente. Hering d'altronde si mette da sè stesso in contraddizione, quando suggerisce come enunciato della legge fondamentale il seguente: «in un sistema elettromagnetico, ove la corrente è mantenuta da una sorgente, tendono a prodursi tutti e soli quei movimenti, per cui si genera in qualsiasi parte del circuito una controforza elettromotrice». Data l'espressione della energia potenziale $-\frac{1}{2} L i^2$, ove resti costante i , la controforza elettromotrice non può nascere in verità, in assenza di campi esterni, se non per quei movimenti e quelle deformazioni, che rendono l'energia potenziale più piccola, ossia il coefficiente L più grande. Nell'esperienza del ponticello galleggiante di Ampère, modificata da Hering rovesciando la parte di circuito esterna ai pozzetti di mercurio, in modo che per la traslazione del ponte risulti minore la superficie abbracciata, non risulta necessariamente diminuito il coefficiente di selfinduzione, atteso che la regione di campo più intenso è immediatamente contigua al conduttore, e la grandezza del flusso concatenato tende a crescere con lo sviluppo longitudinale di questo; Hering difatti rileva l'effetto di traslazione nel solo caso, in cui la distanza del ponticello dal tratto di circuito parallelo, ove la corrente assume la direzione contraria, e donde emana una sollecitazione ripulsiva, risulti superiore a un certo limite; sperimentando più accuratamente, egli avrebbe constatato cessare la spinta a quel limite, pel quale le due sollecitazioni opposte si equilibrano tra loro, e altre il quale la seconda prevale su la prima secondo le comuni aspettative.

La stessa osservazione vale d'altronde a spiegare la massima parte degli altri fenomeni, illustrati da Hering nell'articolo citato, e di cui egli cercò la giustificazione nel fatto, che in virtù dei movimenti osservati si genera nel circuito una controforza elettromotrice, con questo particolare vantaggio, che, differenziando l'espressione della energia potenziale, e per essa del coefficiente di autoinduzione, quando i si conserva costante, si ricava immediatamente il valore della forza, che sollecita il circuito a deformarsi, laddove Hering valuta l'effetto di contrazione mediante la formola di Northrup, evidentemente incompleta, e non giunge ad alcuna espressione quantitativa dell'effetto di distensione. Egli stesso ritiene peraltro le misure di Northrup inconcludenti, per ciò che riguarda la sollecitazione trasversale, in quanto esse ebbero per oggetto una pressione risultante, su cui esercita certamente influenza lo sforzo di distensione, che questi non si è occupato di calcolare, laddove la determinazione, col metodo da me indicato, non offre la minima difficoltà.

Considerando in verità un conduttore cilindrico, costituito di sostanza fluida, suscettibile di deformarsi in ogni senso, e avente il raggio R e la lunghezza l , il coefficiente di autoinduzione è misurato da:

$$L = 2l \left[\log \frac{2l}{\rho} - 1 + \frac{\rho}{l} \right].$$

Qui ρ rappresenta la media distanza geometrica dei punti, situati sopra una medesima sezione trasversale, ossia quella a cui corrisponde il valore medio del logaritmo della distanza fra due punti qualunque, e che per la sezione circolare è eguale a $0.779 R$; se questa è piccola rispetto alla lunghezza l , può con sufficiente approssimazione trascurarsi l'ultimo termine, e misurarsi il coefficiente L con la espressione:

$$L = 2l \left[\log \frac{2l}{R} - \frac{3}{4} \right].$$

A questo tratto di circuito compete una energia potenziale:

$$-\frac{1}{2} l i^2 = -l i^2 \left[\log \frac{2l}{R} - \frac{3}{4} \right]$$

da interpretarsi come somma di tutte le quantità di lavoro, immagazzinate nel mezzo elettromagneticamente polarizzato per effetto delle forze emananti dai singoli elementi del circuito, e calcolabili mediante la formola di Laplace.

Nasce quindi uno sforzo longitudinale di distensione:

$$F' = -i^2 \frac{\partial}{\partial l} \left\{ l \left(\log \frac{2l}{R} - \frac{3}{4} \right) \right\} = -i^2 \left[\log \frac{2l}{R} + \frac{1}{4} \right].$$

Lo sforzo longitudinale unitario diventa:

$$f' = \frac{F'}{\pi R^2} = -\frac{i^2}{\pi R^2} \left[\log \frac{2l}{R} + \frac{1}{4} \right].$$

L'integrale della forza, che sollecita il conduttore a contrarsi in senso trasversale, esteso a tutta la superficie, diventa analogamente:

$$F'' = -i^2 \frac{\partial}{\partial R} \left\{ l \left(\log \frac{2l}{R} - \frac{3}{4} \right) \right\} = -\frac{i^2 l}{R}$$

e la pressione radiale unitaria alla superficie:

$$f'' = \frac{F''}{2\pi R l} = \frac{i^2}{2\pi R^2}.$$

Questa pressione appare adunque direttamente proporzionale alla densità di corrente, oltrechè alla intensità complessiva di questa.

Nell'interno del conduttore la intensità del campo tangenziale varia proporzionalmente alla distanza r dall'asse, e, se la densità di corrente è uniforme, il calcolo della pressione può essere fatto con la formola di Maxwell⁽¹⁵⁾. Trattandosi di un mezzo isotropo di permeabilità unitaria, nel quale la induzione ha la stessa grandezza e direzione della forza magnetica, la tensione secondo le linee di forza, e la pressione in tutte le altre direzioni, assumono il medesimo valore:

$$p_r = \frac{1}{8\pi} H^2 r = \frac{i^2 r^2}{2\pi R^4}$$

e questo, al limite $r = R$, si confonde con la pressione radiale già calcolata; per contro, all'asse del conduttore, tale pressione di carattere idrostatico si annulla. Se il circuito è costituito di un mezzo fluido, in tutto lo spazio da questo occupato si aggiunge alla pressione idrostatica di Maxwell, uniformemente distribuita in tutte le direzioni, lo sforzo ponderomotore esercitato su gli strati cilindrici coassiali, che si calcola con le stesse formole di Maxwell, in relazione alla densità della corrente ed alla intensità del campo tangenziale $f = Hu$ con riferimento all'unità di volume del mezzo conduttore.

Northrup si è unicamente occupato di questa forza, il cui valore risultante ha interpretato come l'integrale della sollecitazione del campo sui filetti di corrente, o, ciò che è lo stesso, come la forza che risulta dalla mutua attrazione di questi. Giusta il suo calcolo, tale forza risultante a distanza r dall'asse equivale ad una pressione radiale:

$$g_r = \frac{i^2}{\pi R^4} (R^2 - r^2)$$

per cui essa si annulla alla periferia, ed assume all'asse il suo massimo valore:

$$g_0 = \frac{i^2}{\pi R^2},$$

doppio della pressione idrostatica periferica. La somma delle due sollecitazioni a distanza r dall'asse diventa così:

$$G_r = p_r + g_r = \frac{i^2}{\pi R^4} \left(R^2 - \frac{r^2}{2} \right).$$

Essa perciò assume alla periferia il valore minimo $\frac{i^2}{2\pi R^2}$, e all'asse

quello massimo, doppio del precedente, $\frac{i^2}{\pi R^2}$, quale venne già calcolato da Northrup e accettato da Hering.

Nel senso longitudinale la pressione idrostatica non appare, secondo la teoria di Maxwell, associata ad alcuna forza ponderomotrice, avendo questi trascurato le forze elettrodinamiche, esercitate fra gli elementi allineati, sebbene esse chiaramente scaturiscano dalla formola di Ampère. A queste può attribuirsi il primo termine della espressione da me calcolata di f' , atteso che il secondo coincide col valor medio della pressione, calcolata con la formola di Maxwell:

$$p_m = \frac{i^2}{\pi R^6} \int_0^R r^2 dr = \frac{i^2}{4\pi R^2}.$$

Il fattore comune di tutte queste sollecitazioni unitarie $\frac{i^2}{\pi R^2}$ non

è altro che il prodotto della intensità complessiva di corrente per la densità di essa attraverso alla sezione trasversale del conduttore. Nelle esperienze questa ha un limite nella quantità di calore, che accompagna il passaggio della corrente per effetto di Joule, ed, a parità di essa, le sollecitazioni non possono essere altrimenti ingrandite, se non aumentando la intensità complessiva della corrente, e la sezione totale del conduttore; è questa la ragione, per cui i fenomeni in esame soprattutto si accentuano nelle fornaci elettriche, ove correnti molto intense si conducono attraverso vene fluide di sezione considerevole. Con 100 ampère per cmq., che corrispondono a una densità di 10 unità assolute, e con correnti complessive di 1000 e 10000 ampère, quel fattore comune delle pressioni interne si ragguaglia appena a 1000 e 10000 dine, ossia a 1 e 10 gr. circa per cmq., ossia resta compresa fra un millesimo e un centesimo di atmo-

(15) Treatise § 642.

sfera; ragione per cui le verifiche sperimentali mediante apparecchi da laboratorio offrono non poche difficoltà.

Volendo eseguire una verifica indiretta del procedimento adottato, giova applicarlo a un solenoide cilindrico di piccolo diametro e notevole lunghezza, per il quale, prescindendo dalla influenza delle estremità, il coefficiente di selfinduzione in unità assolute, detta l la lunghezza, S la sezione, ed N il numero delle spire, è notoriamente:

$$L = \frac{4\pi N^2 S}{l}.$$

La sollecitazione totale, che tende a contrarre il solenoide nella direzione dell'asse, quando è attraversato dalla corrente i , diventa pertanto:

$$F' = -\frac{i^2}{2} \frac{dL}{di} = \frac{2\pi N^2 S}{l^2} i^2.$$

Ora questa evidentemente coincide colla forza di attrazione, che si esercita fra le lamine contigue, equivalenti alle singole spire, ed aventi potenza i ed intensità di magnetizzazione $I = \frac{iN}{l}$. Difatti:

$$2\pi I^2 S = \frac{2\pi N^2 S i^2}{l^2} = F'.$$

Tale sollecitazione, riferita all'unità di superficie, equivale ancora alla pressione di Maxwell:

$$f' = \frac{H^2}{8\pi} = \frac{2\pi N^2}{l^2} i^2.$$

Anche la pressione totale, che sollecita il solenoide a espandersi in senso radiale, può calcolarsi formando la derivata dell'energia potenziale rispetto al raggio, e, tenendo conto che $S = \pi R^2$, essa diventa:

$$F'' = -\frac{i^2}{2} \frac{dL}{dR} = \frac{4\pi^2 N^2 R}{l} i^2.$$

La pressione unitaria radiale si confonde ancora qui con quella di Maxwell:

$$f'' = \frac{F''}{2\pi R l} = \frac{2\pi N^2}{l^2} i^2.$$

Tale pressione risulta eguale alla metà di quella che, per ogni unità di superficie, si eserciterebbe da parte di un campo, avente la media intensità di quello interno del solenoide, sopra un conduttore lamellare, attraversato in direzione ortogonale al campo da una corrente di intensità $\frac{N}{l} i$ per ogni cm di larghezza; ciò poteva a priori prevedersi, considerando che il campo all'esterno del solenoide ha intensità trascurabile, e che l'azione del campo interno deve equivalere alla metà di quella di un campo uniforme della medesima intensità, esteso a tutto lo spazio circostante alle spire.

La verifica sperimentale della forza, che tende a contrarre il solenoide in senso longitudinale, non offre alcuna difficoltà, ma risulta pressochè superflua, atteso che la medesima formola è correntemente impiegata in tutti i calcoli della forza portante delle calamite, e degli sforzi che si esercitano fra le facce polari delle macchine dinamo elettriche e il ferro indotto; la forza è proporzionale al quadrato della induzione, e risulta di circa 10 gr per cmq se il campo interno ha la intensità di 500 gauss, di 1 kgr per cmq per un campo di 5000 gauss.

Lo sforzo radiale di espansione può anche considerarsi come effetto di uno sforzo longitudinale di distensione del filo, che compone il solenoide. In verità la lunghezza complessiva di questo è $a = 2\pi R N$, onde il coefficiente di selfinduzione assume il valore:

$$L = \frac{4\pi^2 N^2 R^2}{l} = \frac{a^2}{l},$$

e l'energia potenziale diventa:

$$-\frac{1}{2} L i^2 = -\frac{a^2}{2l} i^2.$$

Derivando rispetto ad a si ottiene lo sforzo longitudinale di distensione del filo:

$$-\frac{a}{l} i^2 = -\frac{2\pi R N i^2}{l}$$

e questo paragonato a quello integrale di espansione risulta $2\pi N$ volte più piccolo, e può interpretarsi come lo sforzo integrale per ogni unità di angolo sotteso dalla lunghezza del filo.

La tendenza del solenoide, a contrarsi nel senso dell'asse, equivale in questo caso a quella analoga dei magneti ad accorciarsi nella

direzione della polarizzazione, onde hanno origine i fenomeni di *magnetostriazione*. Al complesso dei fenomeni qui considerati, e dovuti alle azioni delle correnti, le quali tutte sono riassunte nella legge fondamentale della elettrodinamica, sembra perciò appropriato il nome, suggerito dal Prof. Corbino, di *reostriazione*, e questo può opportunamente sostituire tutti quelli, più o meno suggestivi, proposti dai colleghi americani. I pretesi nuovi fenomeni, in verità, non sono che diverse manifestazioni di un fenomeno unico, previsto da Faraday, e analizzabile rigorosamente mediante le formole di Ampère e di Neumann. L'elettrodinamica classica trionfa adunque ancora delle obiezioni, sollevate contro di essa con eccessiva leggerezza, e la sua legge fondamentale, al pari di quella della induzione, resta come pietra di base per tutto l'edificio della elettrotecnica moderna.

Nell'articolo recente di Hering sono anche ricordate alcune esperienze di circuiti elastici o scorrevoli, i quali subiscono, per le sollecitazioni elettrodinamiche, deformazioni tali da diminuire il numero delle linee di induzione concatenate; ma nemmeno esse contraddicono alla legge generale, in quanto alla deformazione si accompagna la esclusione di una parte delle spire dal circuito, dovuta a un'azione meccanica di contatti striscianti, indirettamente provocata, e che non ha alcuna relazione con le deformazioni elementari, che il circuito tende ad assumere per le sollecitazioni del campo. Volendo ricorrere a un esempio banale, ogni interruttore automatico, azionato dalle forze elettromagnetiche della corrente, nell'atto del suo funzionamento riduce a zero la intensità di questa e il flusso concatenato, laddove potrebbe accrescere questo e quella un apparecchio automatico di inserzione, includendo nuovi elementi di una batteria, o un regolatore automatico di macchina dinamo elettrica rinforzare la eccitazione, senza che le azioni spiegate avessero alcun diretto legame con le sollecitazioni elettrodinamiche elementari, considerate nella presente discussione.

L'esperienza indicata alla fig. 15 dell'articolo predetto è troppo incompletamente descritta, per poterne percepire le condizioni, influenzando le modalità di adduzione della corrente ai due conduttori cilindrici coassiali sostanzialmente sul risultato. La conclusione che ne trae l'Autore, per dimostrare il carattere diverso del campo esercitato all'esterno, ed a pari distanza dall'asse, da due conduttori coassiali portanti la medesima corrente, è un altro frutto della sua irriflessione, poichè nell'un caso si paragonano le forze traslatiche, esercitate da correnti eguali a eguali distanze; nell'altro le coppie di reazione, esercitate da un sistema di forze elementari, aventi un diverso braccio di leva, e suscettibili di provocare momenti di rotazione eminentemente diversi.

Se l'adduzione della corrente fosse fatta ai due cilindri mediante contatti assiali, nessuno dei due potrebbe subire un momento da parte di un campo esterno, per la proposizione reciproca di quella dimostrata da Poincaré ⁽¹⁶⁾ che « non si possono ottenere f e m coesistenti per virtù di movimento, senza ricorrere a contatti striscianti « su cerchi di raggio differente da zero ». La proposizione si applica a tutti i conduttori omogenei, affetti da resistenza uniforme; con cilindri di bismuto, i quali hanno la proprietà di modificare la loro conduttività in diversa misura, nelle parti soggette a campi magnetici di diversa intensità, possono ottenersi in campi disuniformi coppie risultanti differenti da zero, come ha dimostrato il Prof. Trabacchi ⁽¹⁷⁾, senza che il fatto contraddica alle leggi fondamentali della elettrodinamica.

In una brevissima nota, comparsa nel fascicolo del maggio di quest'anno del grande giornale americano, C. Hering rivendica finalmente la priorità di alcune proposizioni, da lui enunciate come nuovi teoremi di elettromagnetismo, relativi al flusso di induzione concatenato con un conduttore cilindrico, ed alla intensità del campo sviluppato alla sua periferia; ma su di esse non è il caso di soffermarsi, atteso che ognuna scaturisce a evidenza dal teorema fondamentale delle azioni elettromagnetiche.

⁽¹⁶⁾ L'Eclairage Electrique, XXIII, p. 41, 1900.

⁽¹⁷⁾ Rendiconti dell'Accad. dei Lincei. Vol. XVIII. Serie 3^a, 1918.

Statistica degli Impianti Elettrici in Italia Nuova Edizione del 1° Volume

È uscita la seconda edizione del 1° Volume della Statistica coi dati elettrotecnici riguardanti anche tutti i Comuni delle terre redente coll'indicazione delle rispettive Provincie.

Volume di pag. 515: prezzo L. 20.-
più postali L. 2.-

Dirigere vaglia all'Associazione Elettrotecnica Italiana
Via S. Paolo 10 - Milano (3).

CRITERI PER L'IMPIEGO DELLE TURBINE NELLE CENTRALI IDROELETTRICHE □

GUIDO GAMBARDILLA



:: Comunicazione alla Sezione di Napoli dell'A. E. I. ::

È noto come la turbina idraulica sia strettamente subordinata, nel suo tipo e nella sua velocità, ai due fattori del salto per cui va ad impiegarsi: *ve* cioè la caduta H e l'aliquota Q della portata totale dell'impianto che ad ogni singola turbina dell'impianto stesso resta assegnata.

Ne viene che la scelta del numero più conveniente di aggregati in una data centrale idroelettrica, oltre che dalle ben note considerazioni inerenti all'impianto ed al suo servizio, si fa anche soprattutto dipendere dal criterio di ottenere in complesso la maggiore economia e convenienza negli aggregati, col suddividere tra essi in tal modo la portata disponibile, per un dato salto, da poter realizzare quel tipo di turbina e quella velocità che dia il massimo tornaconto.

Quindi tra le motrici moderne quelle che forse più di tutte le altre esigono nel loro studio un particolare riguardo ed una singolare attenzione alla determinazione del numero di giri sono le turbine idrauliche, nel cui progetto oggi d'altronde non v'ha, probabilmente, null'altro che sia maggiormente discusso del problema della velocità.

Ricordiamo brevemente che un certo indirizzo si ha nel deciso orientamento odierno ad installare nelle centrali poche unità di grande potenza, per esaminare inoltre, con tale premessa, quali sieno le condizioni di impiego dei vari tipi, in particolare relazione al generatore elettrico direttamente accoppiato.

L'esaltazione della potenza si va sempre più accentuando, specie dagli Americani, che pensano come, con l'attuale tendenza di collegare tra di loro i diversi impianti — cui anche in Italia si lavora con genialità ed attività — cessano le difficoltà per il problema della scelta del numero delle unità, e della riserva, per ogni singola centrale.

Infatti, in un moderno sistema complesso di distribuzione di energia, ogni centrale corrisponde press'a poco a ciò che una volta era rappresentato da ogni aggregato di una sola centrale; ciò che induce attualmente ad abbandonare il vecchio concetto della centrale costituita da numerose unità in esercizio, con altre aggiunte quale riserva, ed a rivolgersi invece alla realizzazione di pochissimi gruppi della maggiore potenza che è possibile e conveniente installare in un dato impianto.

È certo, e ben noto, che il costo d'impianto di una centrale idroelettrica è molto più elevato in rapporto a quello di una a vapore di pari importanza, ma il costo complessivo di esercizio è quasi sempre più basso. Il maggiore successo di un impiego di capitale dipende dall'assicurarsi la continuità della massima erogazione dell'energia idricamente prodotta, per tenere più basso che possibile il costo di esercizio, mentre quello d'impianto può ridursi installando quel minor numero di unità che le precedenti considerazioni consentono e che alcuni anni fa era impossibile per le condizioni dell'esercizio in quel tempo.

Allora ciascuna centrale era indipendente e si tendeva a progettare con la precauzione di aver presenti le richieste variabili del carico su due, tre o più linee indipendenti di trasmissione d'energia, onde la necessità d'installare un gran numero di unità, che, aggiungendosi del resto i vari ostacoli allora esistenti all'aumento delle singole potenze, arrivano ad essere otto, dieci e talvolta fino a venti in un solo impianto.

Oggi, con le mutate condizioni, i grandi impianti sono elettricamente intercomunicati e, distribuendo energia a moltissime industrie e della più varia sorta, ne risulta una domanda media molto più uniforme.

In ogni modo, per il fatto solo che un impianto di alta caduta ha generalmente una portata più costante ed un più alto rendimento delle turbine a carico ridotto, è in questo che conviene diminuire il numero delle unità ancora più che in un impianto di bassa caduta, a parità delle altre condizioni e volendosi che sia la stessa l'efficienza media dell'esercizio nell'anno.

Certo, andando oltre certe dimensioni e certi pesi, per ciascun salto si arriva ad un punto dove non vi è un ulteriore risparmio, anzi spesso un deciso aumento nel costo per cavallo; pensando però che la turbina è una sola parte dell'intero impianto, la cui spesa per le opere murarie ed idrauliche, che è la più gravosa, scema sensibilmente col numero delle unità, una complessiva convenienza può sug-

gerire, dato del resto che le stesse considerazioni valgono per il generatore, di superare quello che è il limite assoluto della massima potenza convenientemente raggiungibile su ogni unità.

*

Tutto l'orientamento del moderno studio delle turbine idrauliche, e non solo nei particolari riguardi di quello della velocità, va nettamente ad avere oggi come punto di partenza e caposaldo il valore del numero di giri caratteristico, che è la velocità alla quale girerebbe una ruota omologamente ridotta in misura tale da sviluppare la potenza di 1 HP sotto la caduta di 1 mt.

Tale valore, sempre più largamente usato a designare addirittura il tipo di ruota, fornisce un termine generale di confronto fra turbine comunque diverse e sotto diverse condizioni di funzionamento, e ci sarà di grande ausilio per discutere l'impiego dei vari tipi.

Se N è la potenza ed n il numero di giri al 1' della motrice, sarà la sua velocità caratteristica sotto H mt. di salto:

$$n_s = \frac{n \sqrt{N}}{\sqrt{H}}$$

che più sbrigativamente possiamo volta per volta trovare mediante l'abaco della fig. 1. Basta innalzare una verticale dal punto d'incon-

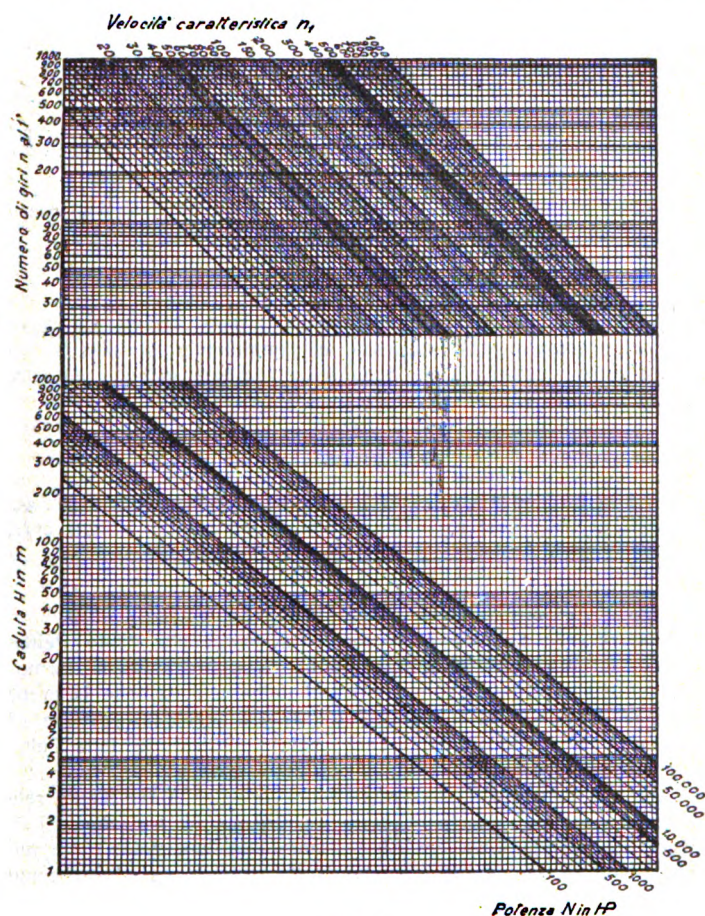


Fig. 1

tro — nella parte inferiore del grafico — tra l'orizzontale della caduta e la retta inclinata della potenza. Sulla retta, anch'essa inclinata, passante per il punto ove detta verticale incontra l'orizzontale del numero dei giri, leggiamo il corrispondente valore di n_s .

Poiché l' n_s abbia un vero interesse comparativo fra i vari tipi di ruote, è bene ricordare come esso si riferisca ad ogni singola girante di turbina Francis e derivata o ad ogni bocchello di Pelton; esso va quindi diviso per $\sqrt{z}$, dove z è rispettivamente il numero delle ruote o dei bocchelli, qualora per N sia posto il valore totale pertinente a tutta la motrice, che fosse a ruote o a bocchelli multipli.

Invece per ciascun salto, ponendo alcuni dei valori convenienti di n e di N , dove N sia questa volta la potenza complessiva della turbina, sarà dato formarsi prontamente un orientamento ed avere una prima idea generale sulla scelta del tipo di turbina occorrente caso per caso.

Applicando quindi la formola, se risulta:

$n_s \geq 23$ si ha una ruota Pelton ad un getto;

$n_s = 23 \div 40$ si ha una ruota Pelton a più getti;

$n_s = 40 \div 60$ si può avere, secondo i casi, una ruota Pelton ad ugelli multipli o una turbina Francis di tipo speciale;

$n_s = 60 \div 300$ si ha una turbina Francis ad una sola ruota;

$n_s > 300$ si ha una turbina Francis a ruote multiple oppure una turbina Francis di tipo ultraveloce.

Un'altra premessa a farsi, ai fini della nostra indagine, è che uno dei fattori del massimo tornaconto dell'aggregato è nell'economia del costo del generatore, che è sempre frazione molto notevole, se non addirittura preponderante, nella spesa complessiva e che diviene un minimo per una data velocità dipendente dalla sua potenza, che ci conviene esprimere in HP assorbiti.

Per gli alternatori trifasi a 50 periodi, i valori delle velocità alle quali corrispondono attualmente le costruzioni più economiche — e cioè quelle per cui si possono mantenere le velocità periferiche delle parti rotanti ancora entro limiti che non richiedano costruzioni anormali e dispendiose — possono mediamente tenersi come segue:

n al 1'	1000	750	600	500	428,5	375	333,3	300	250
per HP	1000	2000	3000	4000	5000	7000	9000	11000	15000.

Con l'avvertenza che, quando è possibile, è bene scegliere macchine con numero di poli divisibile per quattro, poichè ciò semplifica la costruzione degli avvolgimenti e permette l'uso di carcasse esattamente divisibili per metà senza dover manomettere gli avvolgimenti stessi; e tutto ciò influisce sul prezzo.

Questa tabella, con sufficientissima approssimazione pratica equivale alla relazione:

$$N n^2 = 10^9.$$

Per la frequenza di 42 periodi si ha press'a poco:

$$N n^2 = 7 \cdot 10^8;$$

e parimenti per quella di 45 periodi, che tanto va diffondendosi presso di noi in sede di unificazione delle frequenze:

$$N n^2 = 8 \cdot 10^8.$$

Osservando fin d'ora altresì che, per il noto legame tra la velocità dell'aggregato e la frequenza, già immutabilmente fissata, con l'andare verso i valori più alti della velocità cresce anche, a data frequenza, lo scarto:

$$s = \frac{60 f}{p(p+1)}$$

(dove f è la frequenza e p , o $p+1$, il numero delle coppie polari dell'alternatore) tra i contigui valori obbligati del numero di giri corrispondenti rispettivamente a p ed a $p+1$ coppie di poli.

*

Cominciando finalmente la nostra rassegna dalle ruote Pelton, nel caso di altissime cadute osserviamo, alla stregua della formula della velocità caratteristica, nei riguardi della velocità, che la preoccupazione di aumentare il numero di giri dell'aggregato sparisce addirittura in confronto di quella che assilla il costruttore della Pelton per cadute minori e della Francis per bassissime cadute.

Anzi, al contrario, si ha premura che la velocità sia tenuta relativamente limitata, giacchè rilevanti diventano le sollecitazioni in giuoco, dovute alla forza centrifuga, tanto maggiore nelle ruote moderne a pale poco numerose ma pesanti, e per di più ricordando come, a ragione, da molti clienti si chieda il collaudo meccanico alla velocità di fuga.

Del resto, anche progettate con i meno spinti valori di n_s — e cioè intorno ai $2/3$ del valore massimo ricordato — le ruote raggiungono una velocità assai prossima — ed anzi sovente superiore — a quella di massima economia del generatore. Siamo quindi alquanto tranquilli per il costo di questo, mentre non si vede — allo stato odierno del tipo di costruzione in uso — una maggiore economia in una ruota Pelton sotto tali condizioni più veloci.

Oggi considerazioni di miglior rendimento e di semplicità costruttiva non solo limitano a non oltre due, nelle ruote moderne, il numero dei bocchelli per ruota, ma, con ancora più recente tendenza, inducono perfino alla costruzione di due ruote affiancate, ciascuna con un solo bocchello. Ed allora, se prevedessimo per altissime cadute la ruota ad ugelli multipli, specie se agenti su ruote distinte, che dovesse poi, con un rendimento forse più basso, richiedere per l'accoppiamento un turbo-generatore con rotore di acciaio al nickel per opporsi alle alte forze centrifughe, daremmo luogo ad un aggregato, sotto l'aspetto più complesso, meno conveniente in confronto di quello a getto unico.

L'adozione di ugelli multipli, nella disposizione suddetta, è adatta per cadute minori, per la convenienza di fronte alle maggiori por-

tate, quando si presenta il caso di considerare da una parte la necessità di non oltrepassare i valori limiti del diametro del getto:

$$d = 150 \div 200 \text{ mm.}$$

al massimo, e dall'altra quella di tenere la velocità corrispondente al punto di vista dell'economia di costruzione, pensando che, col decrescere dell'ordine di grandezza del salto, scemano pure man mano le velocità fino a diventare assolutamente antieconomiche con l'avvicinarsi a quei valori della caduta, per i quali vi è la più o meno incerta convenienza dell'impiego di una turbina Francis.

Col portarsi delle cadute verso i $200 \div 300$ mt, comincia a farsi dubbia la scelta tra la Pelton e la Francis, perchè molti sono i fattori da tener in conto nella decisione, ond'è che questa viene fuori caso per caso senza potersi legare ad alcuna regola stabile.

Se, col diminuire della caduta, decresce in relazione anche la portata, e si passa quindi nell'ordine di grandezza di potenze più modeste, possiamo farci ancora a considerare quanto detto innanzi per potenze e cadute maggiori, e non vi è dubbio alcuno sull'adozione della Pelton.

Altrimenti, nelle condizioni di incertezza, milita in favore della Pelton, per poco che l'acqua sia torbida, sabbiosa, corrosiva, una maggiore economia d'esercizio, per cui essa è da preferirsi anche se l'aggregato risulti sensibilmente più caro, perchè il maggior costo è compensato dal minor consumo delle parti esposte a corrosione — pale, testa dell'ago, maschera del bocchello — e dalle minori spese e dalla maggiore facilità per il ricambio di ogni singolo pezzo.

Nelle Francis, invece, il distributore e la girante sono più facilmente corrosi dall'acqua impura, data la forte velocità di efflusso, e per tale logorio, non sempre trascurabile, anche dopo un tempo relativamente breve, — e con conseguenze, specie sul rendimento, più che nelle Pelton considerevoli — logicamente le Case costruttrici non assumono garanzie, se non compatibilmente alla qualità dell'acqua e delle materie sospese in essa.

D'altra parte, un confronto della spesa, quando non entri in giuoco la questione dei rapidi e forti consumi, con tutte le inerenti difficoltà, in tali casi limiti mostra subito la netta e preponderante convenienza della Francis con ruote del tipo misto ed esiguo valore della velocità caratteristica.

Infatti la Pelton richiede in tal caso — a meno che non si debba frazionare esageratamente la portata su molte unità, al che fortemente si oppone la moderna tendenza — il non indifferente corredo di più d'un bocchello e — scartandosi oggi di porne più di due su di una sola ruota — sovente di più d'una ruota. Con tutto ciò, a tale più modesto ordine di grandezza della caduta, corrisponderà, insieme con la diminuzione della potenza, anche quella della velocità, in relazione ai tipi per altissime cadute già considerati, e malgrado la suddivisione della portata su più d'un ugello; obbligati come siamo d'altronde a non uscire dai limiti imposti della velocità caratteristica per non scapitarne nel rendimento. Avremo allora che, all'esagerato costo della turbina, si aggiungerà quello ancora più gravoso del generatore, di una potenza per cui la velocità economica sarà di gran lunga più alta di quella che in tal caso potremo realizzare.

Ed è questa considerazione che induce i costruttori, dato che, allo stato odierno, si presenta di soluzione senza paragone più difficile il problema di aumentare la velocità delle Pelton, a preoccuparsi più da presso di raggiungere con le Francis cadute sempre maggiori; e già essendosi superati, con grosse unità, i 200 mt si tende fiduciosi verso i 300 .

Pertanto già la vecchia regola che limitava la Francis a non oltre il rapporto:

$$H/Q = 120 \div 150$$

è stata praticamente messa da parte e questi valori sono stati superati tanto più per le piccole potenze, quando più onerosa risultava l'adozione di una Pelton, poichè è proprio in questi modesti casi che l'economia del costo d'impianto è più che mai d'interesse capitale.

Ma è l'attuale tendenza ad unità sempre più potenti, favorita dalle considerazioni anzi ricordate, che reca il maggior ausilio all'ascesa nell'impiego delle Francis verso i più forti salti. Infatti, contrariamente a ciò che accade nelle Pelton, i rendimenti delle Francis scemano non solo — e, con le attuali conquiste nel campo delle turbine veloci, possiamo anche ben dire non tanto — al di sopra, quanto al di sotto di un dato valore della velocità caratteristica, perchè allora le ruote e le altre parti offrono un troppo grande perimetro bagnato — dato che a pari condizioni d'impianto il diametro della ruota cresce inversamente al numero di giri e quindi alla velocità caratteristica — con il conseguente aumento delle perdite per attrito. Vi è altresì una piccola soprapressione all'entrata di tali ruote, che ancora più peggiora la perdita al giunto, ed infine una più grande curvatura della pala che aumenta la tendenza alla corrosione. Onde si ha che

ruote con un valore di n_s inferiore a 70 non sono convenienti come quelle aventi n_s intorno a 90 ed oltre.

E si vede subito quindi dall'espressione della velocità caratteristica che è l'aumento di potenza dell'unità che consente di attenersi ad un valore non troppo basso di n_s per forti cadute. Perchè altrimenti si dovrebbe accrescere esageratamente la velocità, andando facilmente incontro agli inconvenienti di un troppo forte numero di giri in motrici che già si trovano — con tale ordine di grandezza del salto e pur con modesto valore di n_s — ad aver già raggiunto e forse superato, se non pure la loro velocità economica almeno quella di tutto l'aggregato e certo quella del generatore; il che non è poca cosa.

Si pensi a tal proposito che, per esempio, un alternatore trifase da 6000 kVA a 1200 giri, 60 periodi, costerà il doppio di uno a 600 giri della medesima potenza, dovendosi nel primo caso eccedere i limiti della costruzione normale e ricorrere all'uso di tipi adattati per l'accoppiamento con turbine a vapore. Che, del resto, correntemente e senza difficoltà alcuna sono previsti sempre che non ci si può allontanare da velocità che richiedono un tipo di costruzione così speciale. A meno che non si volesse, in tale occasione, adottare una Pelton, che, per la sua lentezza, in queste condizioni, porterebbe, per altro verso, ad un aumento di costo, forse già per il solo generatore più considerevole; maggiormente, e di sicuro, per tutto l'aggregato.

Per completare il quadro comparativo, ricordiamo infine qualche difficoltà inerente allo scarico delle turbine Francis per alta caduta. Intorno ai 200 mt ed oltre, pur con i più convenientemente modesti valori di n_s , che consentono le minime perdite allo scarico, ciò non pertanto, data la caduta, l'altezza corrispondente alla velocità in cima al tubo d'aspirazione si avvicina o addirittura supera quella della colonna barometrica. È inevitabile allora la perdita di qualche mt di caduta — in altezza corrispondente alla velocità allo scarico del tubo aspirante — che equivalendo a circa l'1% del salto totale ha quindi assai scarso interesse. In genere molto ci si regola, in tali casi, nella scelta più opportuna di n_s , che a prima vista potrebbe sembrare conveniente portare sempre a valori piuttosto alti — e propriamente verso 250 per avere il massimo rendimento della ruota — specie a quelle potenze per cui non ne risulta così un numero di giri antieconomico. Se non che, aumentando le perdite percentuali allo scarico della ruota con la quarta potenza di n_s , queste sarebbero, per forti cadute, quasi completamente irrecuperabili nel tubo d'aspirazione; mentre d'altra parte un forte e rapido logorio per corrosione danneggerebbe in breve tempo una ruota a forte n_s , per il crescere con la caduta l'importanza dei vortici dovuti alla curvatura originaria delle pale.

Dal breve bilancio esposto scaturiscono i considerevoli vantaggi della Francis impiegata per alte cadute, se si aggiungono altresì i favorevoli aspetti della costruzione ed infine i ben 7 ÷ 8 centesimi in più delle Pelton sul rendimento. Per lo che con unità di sempre maggiore potenza a cui tanto arditamente oggi si tende sicuramente saranno raggiunti in un prossimo avvenire limiti di caduta sempre più alti.

*

Per i casi d'impiego limite della Francis, il Prof. Belluzzo pone e discute la notissima relazione:

$$N n^2 = 4400 H^{1/2}$$

che non altro è, come si vede, che quella della velocità caratteristica, che lega cioè n_s agli elementi di base, ed equivale quindi ad aver posto:

$$n_s = \sqrt{4400} = 66,33.$$

Il Belluzzo calcola pertanto con tale valore di n_s , a 1000 giri, per dati H , le corrispondenti potenze, oltre le quali conviene e si può adottare la Francis.

È chiaro però che, oltrepassando i 200 mt, comincia a non essere più il caso di fondarsi generalmente su velocità di 1000 giri, quando l'ordine di grandezza della potenza dell'unità tende verso quello di parecchie migliaia di cavalli; e ciò per le maggiori preoccupazioni d'indole meccanica e per la più forte spesa che ne consegue sul costo dell'aggregato, e che potrebbero insieme diventar tali da far preferire, dinanzi ad una soluzione del genere, quella di un aggregato Pelton.

Mentre d'altra parte quando uno dei vantaggi di cui si va in cerca nell'ingrandimento odierno delle unità è tra l'altro il rendimento della turbina, sarà bene adottare, il più che sia possibile, tipi di ruote i cui corrispondenti valori di n_s non scendano al disotto di 70 ÷ 80 almeno. Ne verranno fuori così, con n_s maggiori ed n minori, indicazioni della potenza minima conveniente press'a poco triple o quaduple di quelle date dal Belluzzo, per le alte cadute recentemente o non ancora raggiunte dalle Francis, potenze che però, pur così in-

genti, restano al disotto o di poco al di sopra di quelle che gli Americani sono recentemente giunti a raccogliere su di una sola ruota a reazione. Essi vedono il mezzo per raggiungere sempre maggiori valori del salto sotto cui far lavorare ancora convenientemente le Francis solo nell'ancora maggiore amplificazione della potenza — che giudicano probabile e prossima e soprattutto conveniente — anziché nell'esagerato aumento di n o nella diminuzione di n_s .

In altri termini, per i fortissimi salti, ciò equivale ad esigere che, al crescere di H , decresca il rapporto:

$$H/Q = a$$

tra la caduta stessa e la portata corrispondente per una data turbina, e che possiamo far apparire nella espressione dell' n_s , scrivendola come segue:

$$n_s = 3,65 \sqrt[n]{\frac{H}{a}} \sqrt[\eta]{\frac{1}{a}}$$

Si vede allora che, giunti ai massimi valori tollerabili e convenienti di n ed a quelli logicamente da volersi attendere per il rendimento η a tale ordine di grandezza della potenza a considerare, per un dato H , sufficientemente elevato, non è possibile l'aumento di a senza che ne scapiti n_s , e quindi per altra via il rendimento. Per tal ragione, più precisamente, si vede meglio come occorra che a decresca se, col crescere di H , resti per esempio costante la potenza e quindi presumibilmente più di sicuro inalterati η ed n .

Quando la già ricordata decisa tendenza alla riduzione del numero delle unità è ostacolata da altre particolari considerazioni o addirittura manchi all'impianto di forte caduta la portata sufficiente a dare anche su di una sola unità un valore di a che consenta il progetto di una Francis rispondente alle anzidette condizioni, si fa allora luogo a pensare di studiare tipi con eccezionali valori di n , come preconizza il Belluzzo, per non ricorrere agli inadottabili bassi valori di n_s , che la pratica ha recentemente scartati; tipi che i costruttori si spingeranno a proporsi quando vi vedranno una soluzione più conveniente dell'adozione di una ruota Pelton, a cui, in tal caso, oggi si ricorre ancora.

*

Passando ora a considerare il vasto campo di sicuro e preciso dominio della turbina Francis, in esso troviamo che:

$$n_s = 70 \div 600;$$

però quest'ultimo valore va ad essere presentemente di molto superato con tipi derivati, di cui il Kaplan è quello che più si va facendo strada, spingendosi verso $n_s = 1000$ ed oltre.

Una buona regola circa la scelta del più opportuno valore di n_s , che è chiaro debba variare inversamente ad H , la danno i costruttori americani, che attualmente sono tra i primi in questo ramo di costruzioni meccaniche. In unità ft. lb. sarà:

$$n_s = \frac{5050}{H + 32} + 19,$$

ricordando che il valore di n_s che risulta — prendendo, ben inteso, H in piedi — è 1/4,447 del valore calcolato, come dai costruttori europei, in misure metriche. E sarà bene tener a mente tale rapporto nel far capo alla ricca letteratura americana in proposito. Prendendo H in mt, si ha n_s in unità metriche con la relazione seguente:

$$n_s = \frac{6850}{H + 10} + 84,$$

Ne viene che, essendosi decisi sul numero delle unità e quindi sulla potenza da riservare ad ogni singola ruota, la velocità ne è praticamente fissata con la relazione generale:

$$n = \frac{\frac{6850}{H + 10} + 84}{\sqrt{N}} H^{1/4},$$

con l'avvertenza che risultandone un valore non conveniente si cercherà di variare N , per quanto possibile, e che, d'altronde, il numero di giri risultante da questa formola va alterato in conformità al più prossimo dei due valori della velocità di sincronismo dell'alternatore da accoppiare tra i quali quello della formola trovasi compreso.

Questa regola non è rigidamente tassativa, del resto, essendo stata raggiunta ponendovi i valori dell'esperienza acquisita nella costruzione di ruote per molti degli scorsi anni. Prendendo come ascisse H ed ordinate n_s si sono segnati i punti corrispondenti agli H ed ai relativi valori di n_s per quasi tutte le ruote costruite in America e per molte di quelle d'Europa. Distinguendo le installazioni che diedero luogo a corrosioni nelle giranti, o ad altre imperfezioni di fun-

zionamento, da quelle che non diedero luogo ad alcun inconveniente, è stata tracciata una curva che rimanesse inferiore a tutti i punti corrispondenti agli impianti imperfetti e superiore a tutti i punti corrispondenti agli impianti con funzionamento soddisfacente. La traduzione analitica di questa curva è la relazione pratica tra n_s ed H scritta innanzi e nella quale non troviamo però che i valori pertinenti ad n_s nei vari tipi di Francis, anche nelle forme più recenti, ma non quelli fortissimi raggiunti nei modernissimi tipi derivati dalle Francis.

Troviamo invero negli Europei, al momento attuale, una maggiore tendenza ad usare alte velocità caratteristiche, soprattutto per le bassissime cadute, in riguardo a varie considerazioni economiche, soprattutto per il generatore. Ed è stata l'esperienza di tali costruttori a mostrare che se troppo alti valori di n_s sono adoperati, e particolarmente per medie e alte cadute, le ruote vanno soggette a corrosioni, dovute principalmente all'eccessiva velocità dell'acqua attraverso la ruota, mentre ne scapita il rendimento, che invece nei tipi per alta caduta e con n_s intorno a 100 ha valore alto e andamento pianeggiante in una zona sufficientemente estesa delle variazioni sia della potenza, soprattutto, che della velocità e della caduta.

Ciò non pertanto, poichè nello studio e nelle esperienze nel campo delle turbine idrauliche in questi ultimi anni nessuna questione ha interessato più dell'aumentare convenientemente la velocità caratteristica delle Francis, vi sono oggi esperti progettisti che sono capaci di superare i valori limiti indicati dagli Americani per l' n_s , senza inconvenienti di erosioni e vibrazioni in servizio ed insieme raggiungendo rendimenti più elevati di quelli che prima si ottenevano con valori di n_s sensibilmente meno alti, col solo persistente svantaggio di un piccolo sacrificio nelle aperture parziali.

Questa sempre più accentuata ma razionale tendenza verso maggiori valori di n_s viene coltivata per ottenere la possibilità di raccogliere su di una sola ruota, sotto un dato salto H , una sempre maggiore potenza, con i noti vantaggi della conseguente riduzione nel numero delle unità nell'impianto in questione; senza d'altra parte discendere a velocità che graverebbero disastrosamente sul costo unitario e sul rendimento del generatore, oltre che su tutto il costo dell'intera installazione.

Ne consegue che al beneficio di una più grossa unità si aggiunge quello che il generatore si accosta alla velocità della turbina, che cresce, con la sua velocità più economica, che diminuisce con l'aumento di potenza e col fatto di risentire, ingrandendosi, sempre un po' meno della variazione di velocità sul suo costo unitario. Perchè andiamo più in un campo in cui i valori contigui delle velocità di sincronismo si fanno sempre più vicini, onde il vantaggio di adattarsi ad uno dei due senza un divario che richiedesse un esagerato aumento di n_s o una troppo forte diminuzione dei giri dell'alternatore a seconda che si tenda verso l'uno o verso l'altro. E quindi quanto più potenti sono le ruote e gli alternatori tanto più prossime tra loro sono le rispettive velocità di massima convenienza.

In ogni caso, per ogni dato salto H , la regola pratica degli Americani, che lega l'altezza di caduta ad n_s , ci fa scrivere che:

$$N n^2 = \text{cost.}$$

e rende possibile di disegnare una serie di curve (N, n) al variare di H , (fig. 2) nettamente divisa in due gruppi da quella che lega N

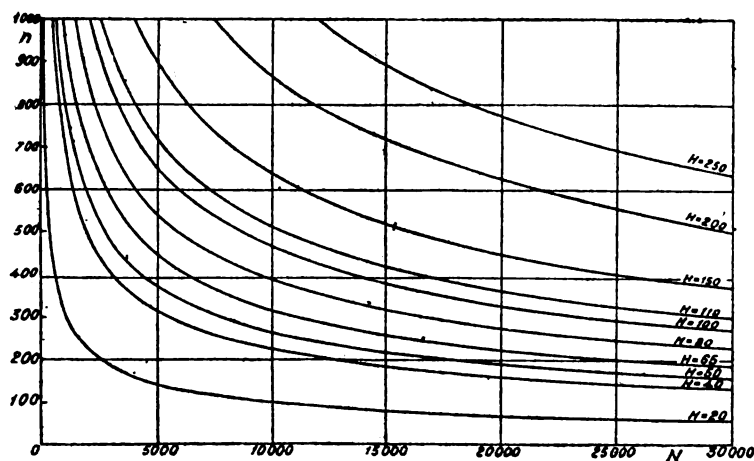


Fig. 2.

ed il corrispondente n di massima economia del generatore per una frequenza stabilita; non di tutto l'aggregato, non essendo il caso a pensare di poterla tracciare, poichè verrebbe a dipendere da tanti altri elementi insiti al salto.

Giacchè abbiamo visto che la legge di massima economia del generatore non molto si discosta dalla:

$$N n^2 = \text{cost.},$$

ove la costante coincide con quella delle predette curve per $H = 50 \div 65$ mt rispettivamente per le frequenze di 42 e di 50 periodi.

Le curve N, n per alti valori di H resteranno quindi tutte quante al di sopra della curva economica del generatore ed al di sotto invece quelle per i valori minori di H . L'andamento del fascio di curve, la cui rispettiva distanza tra i punti corrispondenti ad una medesima ascissa (N) va scemando col crescere di questa, da una parte conferma la già cennata convenienza delle più grandi unità e dall'altra induce a sempre maggiori n_s per le potenze più ridotte.

Ed infatti, anche perchè adottati in motrici costruite a scopo di indagine sperimentale, i valori di n_s , oltre i limiti segnati per le Francis normali, sono stati ottenuti in turbine di alcune centinaia fino a qualche migliaio di HP, giacchè per valori già dati, massimo di n_s e minimo di H , il numero di giri che ne risulta per una data potenza è tanto meno conveniente quanto minore è N .

Si presenta allora la questione del minimo salto utilizzabile. Il costo per cavallo di una qualunque turbina in genere sale rapidamente col diminuire del salto e, dalla nota relazione del modo di variare della potenza che una stessa turbina di serie può dare col variare del salto, può ritenersi che il suo costo unitario cresce all'incirca inversamente ad $H^{3/4}$.

Ciò lascia ben comprendere come il limite minimo delle cadute utilizzabili non è fissato dal rendimento e dalle condizioni di funzionamento delle turbine, ma esclusivamente dall'eccessivo importo del capitale che si deve immobilizzare nell'impianto, e specialmente nelle opere idrauliche, di fronte alla scarsa potenza che se ne può ricavare.

Si vede quindi subito come l'aumento di n_s , che consente di poter sviluppare una maggior potenza, per H ed n dati, o una maggiore velocità per H ed N dati, tenda sempre più ad abbassare il limite minimo delle cadute che conviene utilizzare ed insieme rende molto economico lo sfruttamento di cadute ritenute fin'oggi di più mediocre convenienza.

Con piccoli salti già assegnati, per avere un valore della costante $N n^2$ che non si discosti troppo da quella di massima convenienza non solo del generatore ma di tutto l'aggregato si è quindi costretti a ricorrere, specie per potenze non molto elevate, a valori di n_s , il cui ordine di grandezza fino a qualche anno fa sarebbe sembrato addirittura irraggiungibile, e che occorre quindi sia tanto più ardito per un dato salto quanto minori i volumi d'acqua da smaltire su di una singola ruota.

E poichè oggi sembrano superati quasi completamente quelle difficoltà inerenti al rendimento con tali n_s , specie per essersi alquanto ovviato al suo precipitare a carichi anche per poco lontani dal pieno carico, può dirsi questa, nel campo delle turbine, la conquista odierna più importante e la particolarità più caratteristicamente nuova e saliente delle costruzioni attuali.

Gabinetto di Impianti Industriali
della R. Scuola Politecnica di Napoli.

LE ROTTURE ACCIDENTALI DEI MATERIALI METALLICI IN OPERA ED IL MODO DI PREVENIRLE □ □ □ □ □ □ □

P. FORCELLA



Conferenza tenuta nella sede dell'Associazione Elettrotecnica
:: Italiana in Roma la sera dell'11 maggio 1923 ::

Si vogliono intendere per rotture accidentali dei materiali metallici in opere quelle rotture che si manifestano spontaneamente e innanzi tempo, quando cioè non sono ancora intervenute a determinarle cause esteriori: violenti urti, sforzi superiori a quelli calcolati, eccessiva usura, forte riscaldamento, lunga durata di esercizio, ecc.

Quando noi ci siamo trovati di fronte a rotture sia di organi fissi che in movimento, nella ricerca delle cause che ne abbiamo fatta servendoci dei metodi microscopici, chimici e meccanici, abbiamo delle volte trovato che i materiali possedevano nell'interno vere e proprie soluzioni di continuità o liquazioni notevoli o composizione chimica anormale o caratteristiche meccaniche deficienti; insomma potevamo dedurre dalle nostre osservazioni che le rotture avvenute erano giustificate.

Ma abbiamo anche constatato (e, purtroppo, nella maggior parte dei tanti casi che abbiamo avuto occasione di esaminare) che, oltre

all'assenza di cause esteriori (usura, urti violenti, ecc.) mancavano le soluzioni di continuità, le grandi eterogeneità locali, mentre la composizione chimica era normale e, quello che più interessa, le prescrizioni correnti dei capitolati erano state rispettate.

E allora? Quali le intime cause della prematura fine in opera di un fusello d'automobile, di un albero a gomito, di un gancio di trazione, di una ganascia d'armamento, di un tirante, di un cerchione, di una piastra tubolare, di una lamiera di condotta forzata, di un avvolgimento periferico di alternatore o dinamo, di un organo di turbina ecc.

Ebbene, in numerosissimi casi nei quali, i vari servizi della Amministrazione Ferroviaria hanno chiesto all'Istituto Sperimentale l'esame delle cause di rottura, ed in altri casi studiati a parte, abbiamo trovato una causa comune alla maggior parte di esse, una causa che diremo anche *semplice*, una causa che restava anche la *sola*: la cristallizzazione a grossi elementi.

Ecco qui il caso, a nostro avviso, più grave che, nel campo delle rotture accidentali, doveva richiamare la nostra attenzione ed eccoci qui ad esporre il risultato delle nostre ricerche al riguardo.

Come è noto, le leghe metalliche solidificandosi, cristallizzano nella forma cosiddetta primaria. Finito il processo di solidificazione la cristallizzazione prosegue nella forma cosiddetta secondaria ed essa prende una forma stabile subito dopo l'ultimo punto critico di trasformazione al raffreddamento, che, nel caso degli acciai comuni si verifica alla temperatura di circa 680° e nel caso degli acciai speciali si verifica a temperature inferiori. Si forma così l'edificio cristallino di ogni lega metallica.

Durante questi due processi nascono delle *eterogeneità di composizione* fra le varie parti degli elementi cristallini primari e secondari che costituiscono la lega metallica.

È compito della buona metallurgia ridurre al minimo tale eterogeneità mediante trattamenti termici preliminari (di omogeneità) allo scopo di porre quindi il metallo nelle migliori condizioni per assumere, con successivi trattamenti termici finali, (di qualità) le caratteristiche meccaniche occorrenti per il suo impiego: quelle statiche (carico elastico, carico di rottura, allungamento, contrazione) e quelle dinamiche (resilienza e resistenza agli urti ripetuti di ogni genere).

Non staremo qui a parlare delle norme già da tempo stabilite, che devono regolare sia la solidificazione di un determinato tipo di acciaio o di altre leghe metalliche e sia gli ulteriori trattamenti termici.

Diremo soltanto, anche per restare nei limiti di questa conferenza, che, ove tali norme non vengano rispettate, le leghe metalliche mantengono la cristallizzazione a grossi elementi, ovvero quel difetto che noi maggiormente lamentiamo avendo riscontrato isolato nella maggior parte dei materiali metallici rotti prematuramente in opera.

Se è quindi la cristallizzazione a grossi elementi quella che noi giustamente temiamo, dobbiamo fare in modo che i materiali che noi poniamo in opera, per tutti gli usi, posseggano, in *primo luogo*, la cristallizzazione minuta.

Tanto per cominciare a illustrare meglio i nostri concetti, si crede opportuno di esporre qui le 4 micrografie seguenti: esse ri-

mancavano poi i caratteri microstrutturali generati dal forte surriscaldamento subito dall'acciaio in periodo di lavorazione: vale a dire lo spezzettamento del reticolo di ferrite o le sue formazioni aghiformi. In questo stato di cristallizzazione i due acciai erano fragilissimi (Resilienza = 1 kgm/cm^2). Dopo che noi abbiamo fatta su questi due acciai una ricottura di qualità alla temperatura di $800^{\circ} \div 825^{\circ}$ per la durata di circa due ore seguita da raffreddamento all'aria, abbiamo condotto gli acciai dalla cristallizzazione grossa anormale a quella minutissima normale (vedi figg. 3 e 4 - Ing. 100 diam.) e, conseguentemente, ne abbiamo elevato notevolmente il valore della resistenza all'urto, (resilienza = 10 kgm/cm^2).

Confrontando le micrografie 1 e 2 con le rispettive 3 e 4 (stesso ingrandimento) è facile comprendere come da un edificio cristallino quasi sconnesso o facile a sconnetersi durante l'urto si sia giunti, con una semplice ricottura di qualità, ad un aggregato di cristalli di gran lunga più perfetto e tale da offrire le migliori garanzie di tenacità.

Che cosa dunque dobbiamo volere praticamente affinché i prodotti metallurgici che poi poniamo in opera abbiamo la più minuta cristallizzazione possibile?

Quale prova meccanica dobbiamo introdurre nei nostri capitolati per misurare l'effetto della cristallizzazione?

Dobbiamo in primo luogo volere che i nostri prodotti metallurgici vengano tutti ricotti a quella temperatura che l'analisi termica, abbinata all'esame microscopico, ha già trovate le migliori per ottenere la cristallizzazione più minuta; salvo a procedere, dopo, a trattamenti termici più complessi (tempera e rinvenimento o tempera dolce), quando ragioni speciali li richieggano o quando forme e dimensioni li permettano.

In secondo luogo, per misurare l'effetto della cristallizzazione, dobbiamo introdurre nei nostri capitolati la prova di fragilità su barretta intagliata (la prova classica dello Charpy) per determinare il *valore della resilienza*, (l'inversa della fragilità) vero indice della tenacità di un metallo.

La prova di fragilità su barretta intagliata messa sin'ora nei nostri capitolati soltanto come prova informativa, ci ha informati molto bene, nella disamina delle rotture accidentali dei vari materiali ferroviari, dimostrandoci che le prove ordinarie di trazione e le prove consuete ad urto non erano sufficienti a garantire il comportamento dei materiali in rapporto agli sforzi dinamici che essi devono subire ed alla loro durata in servizio.

Prima di citare alcuni esempi istruttivi crediamo opportuno di soffermarci sui presenti diagrammi che riguardano caratteristiche statiche e dinamiche sia di materiali che hanno dato luogo prematuramente a rotture accidentali (fig. 5), sia di materiali che hanno lavorato per lungo tempo senza scomporsi oppure che si sono rotti dopo lungo impiego (fig. 6). Qui trattiamo di acciai duri e semiduri sia comuni che speciali, di ferri omogenei e anche del rame, per restare nel campo di metalli di largo impiego nelle ferrovie.

In questi diagrammi noi vediamo sia nei metalli a cattivo rendimento che in quelli a buon rendimento che le caratteristiche meccaniche statiche: carichi di rottura alla prova di trazione e allungamenti, sono *normali*.

Al contrario, le caratteristiche meccaniche dinamiche, ovvero le resilienze, nei materiali a basso rendimento hanno valori bassissimi mentre nei materiali ad alto rendimento presentano valori molto elevati.

È questa una constatazione molto importante che noi sui presenti diagrammi possiamo fare ed a questa ne segue un'altra più importante ancora ed anche più confortevole quando consideriamo l'andamento dei diagrammi delle resilienze dopo ricottura di rigenerazione fatte sui materiali a basso rendimento e vediamo che esso ha quasi lo stesso andamento del diagramma delle resilienze misurate sui materiali ad alto rendimento senza avere dovuto fare su di questi ultimi alcuna ricottura.

Avendo controllato col microscopio le microstrutture presentate da tutti questi pezzi di acciaio e di rame, abbiamo trovato che a tutti quelli cattivi corrisponde la cristallizzazione grossa, che a quelli buoni corrisponde la cristallizzazione minuta, che in quelli cattivi ricotti a dovere la cristallizzazione grossa si è trasformata in cristallizzazione minuta.

Si ricorda che tutti i campioni prospettati in questi diagrammi possedevano tutti composizione chimica normale.

*

La ricottura è il trattamento termico più semplice e meno costoso che si possa fare sopra un prodotto metallurgico per migliorarlo notevolmente.

Altri trattamenti, come la tempera seguiti da rinvenimento o la tempera dolce, sono di maggior rendimento dal punto di vista della resilienza; ma noi non possiamo correntemente eseguirle, perchè, come abbiamo detto precedentemente, non sempre esse sono effet-

Fig. 1.



Fig. 2.

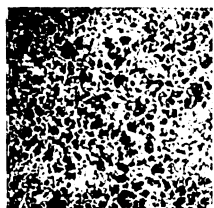


Fig. 3.

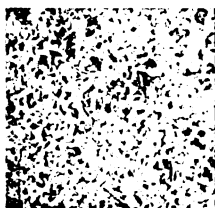


Fig. 4.

guardano due acciai da cerchioni da locomotive di vecchio acquisto all'estero e che si ruppero in servizio dopo breve impiego. Essi possedevano di una cristallizzazione a grossi elementi eterogenei (vedi figure 1 e 2), la *ferrite* (in bianco) in grosso reticolo irregolare e in granuli isolati, la *perlite* (in scuro) anch'essa in grossi elementi. Non

tuabili su organi a grandi dimensioni o a sezioni complesse nell'interno dei quali molto spesso si è constatato la presenza di fessurazioni piccolissime o grandissime, provenienti da tensioni interne generate al momento della tempera la quale è quasi sempre differenziale nei grossi pezzi e negli organi a sagomatura varia.

tiamo la presenza del reticolo di ferrite originario (confrontare la figura 8 con la figura 9 che dà la microstruttura del cerchione prima della tempera) possiamo riferirci a quanto è stato sperimentato sui diversi coefficienti di dilatazione e contrazione che presentano i vari costituenti degli acciai temprati (martensite, sorbite, troostite, ecc.),

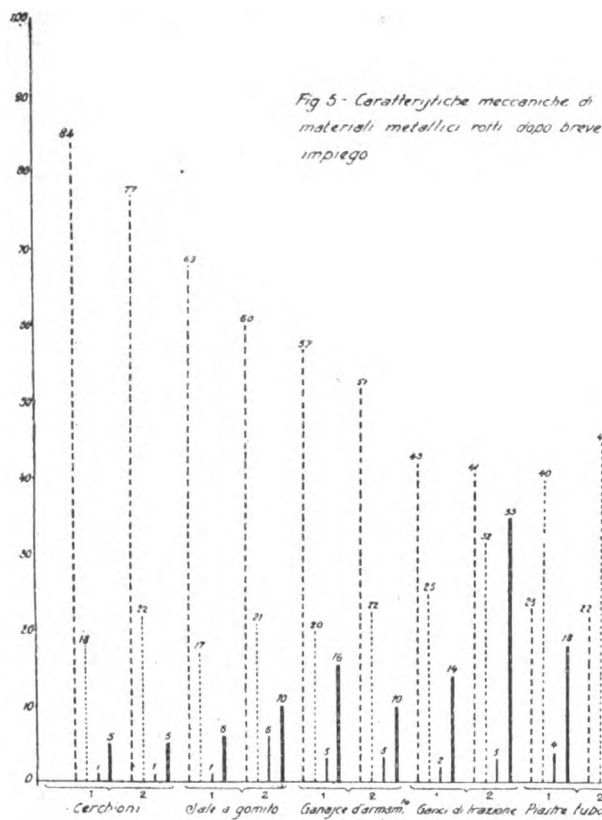


Fig. 5.

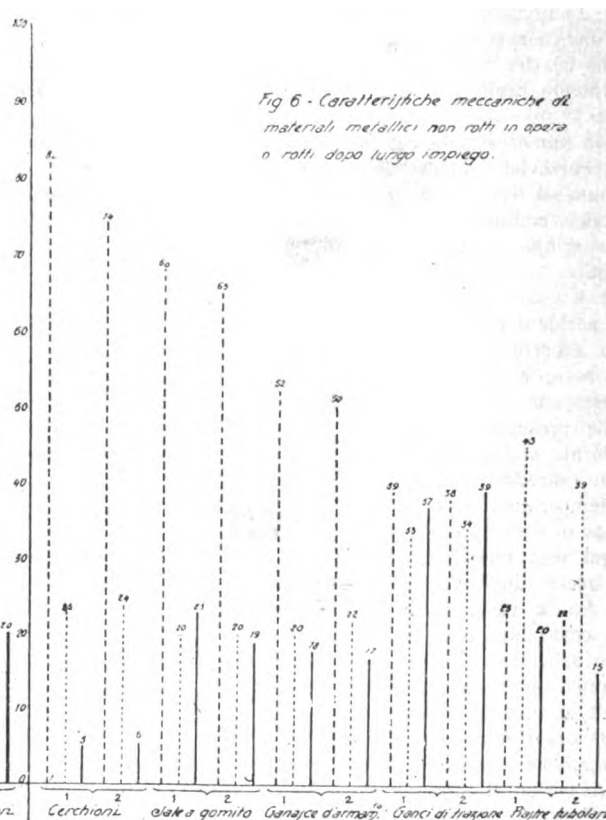


Fig. 6.

Veggasi qui l'esempio tipico d'un cerchione temprato.

La fig. 7 rappresenta la sezione di rottura del cerchione: la zona interna (scura) è la parte di superficie fratturata durante la tempera, la zona periferica (chiara) è la parte di superficie rottasi successivamente al montaggio. La fig. 8 rappresenta una sezione di un pezzo dello stesso cerchione con parecchie fratture radiali tutte interne. Apprendiamo quindi quante fratture subdole e pericolose possono generarsi in un cerchione per effetto della tempera.

Fig. 7.

Fig. 8.

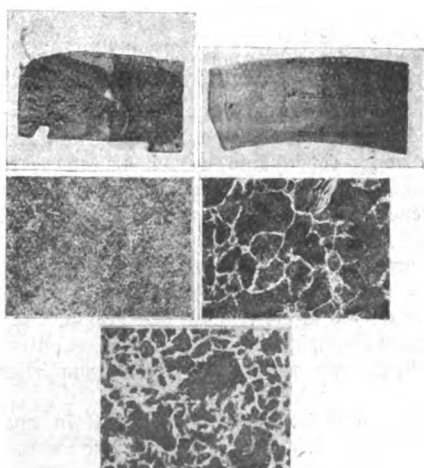


Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Le microfotografie 9 e 10 ci possono aiutare a spiegare le cause delle gravi avarie verificatesi nel pezzo in parola.

Infatti, giacché nella figura 9, microfotografia della zona periferica, vediamo la microstruttura a sorbite omogenea (il cerchione era stato riscaldato per il montaggio e quindi aveva subito un rinvenimento) e nella figura 10, microfotografia della zona interna, consta-

rispetto alla perlite e alla ferrite, e pensare quindi quali tensioni tra loro contrastanti vengano a generarsi in acciai non omogeneamente temprati e a quali fratture interne esse diano luogo, specialmente quando gli acciai non hanno composizione chimica normale.

Lasciamo quindi la questione dei trattamenti termici complessi e fermiamoci alla ricottura, al facile, sicuro, e poco costoso trattamento termico di qualità, sempre effettuabile nella maggior parte dei prodotti metallurgici e sempre eseguibile a perfezione, purché si voglia disporre di un campo di forno a temperatura uniforme, di un pirometro e di un tecnico che conosca il giuoco delle cristallizzazioni.

Ciò premesso, passiamo ad alcuni esempi riguardanti prodotti metallurgici che hanno subito buona o cattiva ricottura oppure che non sono stati ricotti affatto.

Le cinque microfotografie che qui vediamo appartengono a cinque alberi a gomito di acciaio al nichel al 5% con tenori normali di carbonio, di manganese, di zolfo, di fosforo e di silicio, senza scorie e, inoltre, con caratteristiche meccaniche alla prova di trazione che rientrano nei limiti prescritti dai Capitolati per l'allestimento di organi così importanti e così tormentati come sono appunto gli alberi a gomito, sia di locomotive, che di automobili, che di aeroplani, ecc.

Materiali quindi ritenuti buoni, anche in seguito alle consuete prove d'urto prescritte sinora dai Capitolati.

Ma quando siamo andati ad eseguire su di essi le prove di fragilità su barretta intagliata per la determinazione della loro resilienza, abbiamo trovato i valori più svariati: dalla resilienza di 22 kgm/cm² offertaci dal pezzo a cristallizzazione minuta, sino alla resilienza di 2 kgm/cm² offertaci dai pezzi sui quali abbiamo riscontrato cristallizzazione grossissima.

In seguito a queste prove, i cinque alberi a gomito ritenuti tutti di buona qualità e, quindi, accettabili, debbono invece classificarsi in modo diverso, poiché insieme ad un albero a gomito tenacissimo se ne trovano altri fragilissimi.

L'albero a gomito in fig. 12 ha subito una ricottura normale a circa 800° ÷ 825° (che, per il nostro caso, è la temperatura di ricottura giusta); quello in fig. 13 ha subito una ricottura di oltre 900° ed è stato quindi alquanto surriscaldato; quello in fig. 14 ha passato i 1000°, quell'altro in fig. 15 ha superato i 1100°, e l'ultimo (fig. 16)

non è stato ricotto addirittura. Quando questo è stato ricotto alla temperatura di circa 800° ha ripreso la microstruttura in fig. 12 e la sua resilienza è salita da 2 a 20 kgm/cm^2 .

E riguardo alle rotture accidentali che cosa ci dicono le cinque microfotografie?

Quella in fig. 12 è relativa ad un albero a gomito che ha fatto buona prova per lungo tempo: le altre riguardano organi che si sono rotti dopo impiego più o meno breve.

Fig. 12.

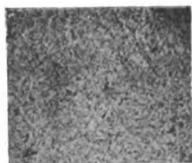


Fig. 13.

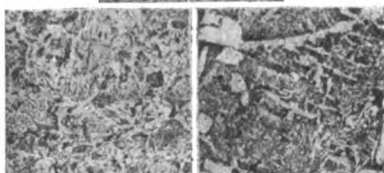


Fig. 14.

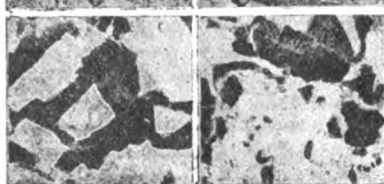


Fig. 15.

Fig. 16.

Guardiamo a tale riguardo il quadro che qui si presenta:

Si tratta di un albero a gomito rotto dopo brevissimo impiego: la frattura è a grana grossa, netta, quasi in un piano; (vedi fig. 17), la cristallizzazione è grossissima, tipica di acciai temprati in olio partendo dalla temperatura di fucinazione (vedi fig. 18) e la sua resi-

Fig. 17.

Fig. 18.



Fig. 19.



Fig. 20.

lienza è bassa: 5 kgm/cm^2 ; mentre le caratteristiche meccaniche alla prova di trazione sono normali ($R = 60$; $A = 22$) come normale è anche la sua composizione chimica.

Dopo una semplice ricottura a 800° seguita da raffreddamento all'aria si ha la cristallizzazione minuta (vedi fig. 19) e una resilienza di 10 kgm/cm^2 .

La fig. 20 rappresenta la precedente trasformata da una tempera ad olio, partendo dalla temperatura di 800° ; qui abbiamo ottenuto una omogeneizzazione quasi completa con resilienza di 18 kgm/cm^2 . Ma, per quello che sopra si è detto, fermiamoci alla sola ricottura avendo con questo raddoppiato il primo valore trovato della resilienza. (Da 5 a 10 kgm/cm^2).

Veniamo ora ad un caso opposto dal precedente: un albero a gomito che si è rotto dopo venti anni di lavoro continuo: (vedi fig. 21) si deve alla finissima cristallizzazione (vedi fig. 22) che esso possiede la sua lunga durata in servizio: le sue caratteristiche meccaniche statiche sono $R = 60$ e $A = 22\%$ (come per l'albero precedente) ma la sua resilienza è $= 20 \text{ kgm/cm}^2$.

Nelle illustrazioni che seguono vediamo un'altro caso importantissimo che riguarda pezzi forgiati di ferro omogeneo, pezzi di cui nella pratica corrente si fa larghissimo uso: tiranti, maglie per catene, bulloni, chiavardie, ganci, ecc.

Si tratta qui di due tiranti che lavorano di conserva: il primo (fig. 23) si è rotto dopo breve impiego, il secondo (non illustrato) si è piegato al rompersi del primo, ma non si è rotto nè fessurato.

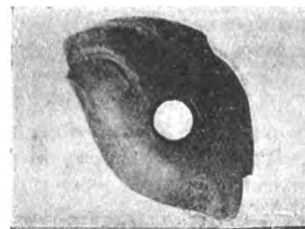


Fig. 21.

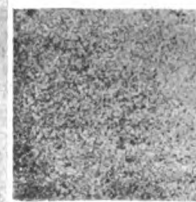


Fig. 22.

Quello rotto presenta, insieme ad una cristallizzazione grossa, delle segregazioni anormali di cementite libera (in luogo della perlite) (vedi figura 24).

Tali segregazioni, per la loro stessa distribuzione fra cristallo e cristallo e per essere dure e fragili, fragilizzano molto i pezzi di ferro omogeneo. Qui si misura infatti la resilienza di 1 kgm/cm^2 (fig. 26).

Fig. 23.



Fig. 24.

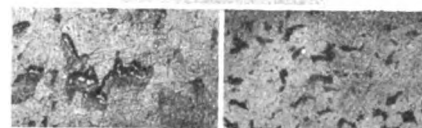


Fig. 25.



Fig. 26.



Fig. 27.

Il pezzo che, invece, si è soltanto curvato presenta microstruttura normale (ferrite e perlite) e resilienza normale (12 kgm/cm^2). Basta ricuocere a 800° un ferro omogeneo simile a quello in fig. 24 per ricostituire la cristallizzazione normale (fig. 22) e per portare il valore della sua resilienza da 1 a 30 kgm/cm^2 (fig. 27).

Il caso è molto frequente e si può evitare praticamente facendo la ricottura completa del prodotto dopo la forgiatura.

Fig. 28.

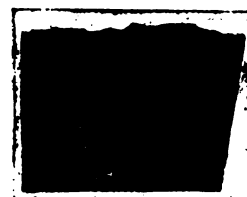


Fig. 29. Fig. 30.

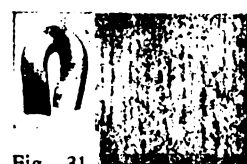


Fig. 31.

Fig. 32.



Fig. 33.

Se una ricottura fatta a temperatura elevata e se la non effettuata ricottura di rigenerazione possono predisporre un metallo alle rotture accidentali in opera, possono anche predisporlo ad avarie anche gravi durante la lavorazione metallurgica.

A tal proposito citiamo qui un esempio riguardante una lamiera di ottimo ferro omogeneo, che all'operazione di imbottitura a caldo ha

presentato cretti notevoli sulla superficie di curvatura e tali da annullare il prodotto metallurgico finito (vedi fig. 28).

Il ferro omogeneo, originariamente a cristallizzazione minuta (vedi fig. 32) aveva caratteristiche meccaniche normali anche alle prove dinamiche (Resilienza = 30 kgm/cm²). È bastata una esagerata ricottura nella zona di imbottitura per portarlo, con la cristallizzazione grossa, (vedi fig. 33) ad una grande fragilità e, praticamente, al verificarsi dei numerosi cretti che vediamo nella fotografia.

Con questo esempio intendiamo anche avvertire di evitare, per l'imbottitura di lamiere di ferro omogeneo, delle ricotture a temperature troppo elevate e di rigenerare, con ulteriore ricottura, la lamiera surriscaldata prima di sottoporle all'imbottitura. Le figure 29, 30 e 31 rappresentano barrette piegate a freddo nella zona surriscaldata (fig. 29), nella zona medesima dopo rigenerazione per ricottura (fig. 30) e nella zona non surriscaldata della lamiera (fig. 31).

Fig. 38.

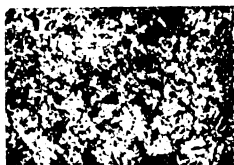
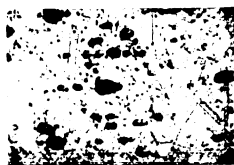


Fig. 39.



Quanto si è detto per gli acciai si può ripetere per altri materiali metallici di impiego corrente. Fra questi, per ragioni di brevità, citeremo soltanto il rame che ha così largo impiego nell'elettrotecnica oltre che nelle caldaie delle nostre locomotive a vapore.

E tanto per restare nel campo di questa conferenza citeremo esempi di campioni di rame tutti ottimi dal punto di vista della composizione chimica, ma parte buoni e parte cattivi dal punto di vista della cristallizzazione, della fragilità e del loro comportamento in opera.

Nelle microfotografie che seguono mostriamo campioni di rame che, oltre alla composizione chimica normale, hanno cristallizzazione minuta e media e che hanno dato ottimo rendimento per durata di servizio.

Si tratta di campioni di rame comune (fig. 38) e di rame all'arsenico (fig. 39) che posseggono caratteristiche meccaniche molto ele-

Fig. 40.



Fig. 41.



vate alla prova di fragilità per effetto specialmente della piccola o media cristallizzazione e poca appariscenza dei giunti fra cristalli, indice questo di grande compattezza.

Se questi tipi di ottimo rame fossero surriscaldati, acquisterebbero la cristallizzazione grossa, perderebbero le loro ottime caratteristiche di tenacità e cesserebbero presto di esplicare il compito a loro affidato.

Andiamo infatti a considerare casi opposti a quelli qui mostrati. Presentiamo anche qui dei campioni di rame di buona composizione chimica e con caratteristiche meccaniche statiche normali, i quali hanno però cristallizzazione così grossa da essersi resi inservibili (vedi figure 40 e 41).

Infatti essi appartengono a pezzi di rame che hanno avuto brevissima durata in opera. La causa prima di questo deterioramento risiede nella elevata temperatura di ricottura (surriscaldamento) alla quale è stato assoggettato il rame durante la sua lavorazione (900° ÷ 1000°).

Si sa che, ricuocendo a circa 500° ÷ 600° e raffreddando in acqua dei pezzi di rame a cristallizzazione grossa, questi riacquistano parte della perduta tenacità e possono quindi offrire buone garanzie di durata in opera.

Quando fra cristallo e cristallo e fra ammassi cristallini vediamo però interposte delle inclusioni non metalliche (per es., l'ossidulo di rame) come quelle che si osservano nella fig. 41, l'effetto della ricottura di rigenerazione è quasi nullo e il rame deve essere senz'altro scartato. Ecco uno dei tanti casi in cui il microscopio offre delle indicazioni che non possono attendersi dall'analisi chimica e fornisce sicuri elementi di giudizio circa l'opportunità di un trattamento termico di rigenerazione del metallo.

CONCLUSIONE.

I pochi esempi citati, i quali si possono estendere anche a tutti i materiali metallici impiegati nell'Elettrotecnica (lamiere di condotte forzate, organi di turbine, pali, fili di contatto, fili portanti, ecc.), rappresentano un grande numero di constatazioni e di prove fatte sia su prodotti metallurgici di fabbricazione nazionale, che di provenienza estera.

E, giacché abbiamo accennato all'estero, non è ozioso fare la seguente considerazione: se paesi stranieri di florida situazione economica e finanziaria e ricchi di risorse minerarie di ogni genere potranno permettersi il lusso di rinnovare spesso i loro materiali metallici più o meno scadenti, questo, per ragioni ben evidenti, non deve essere consentito in Italia.

È giunto il momento di volere, sia per il caro costo persistente dei materiali metallici, e sia per le crescenti esigenze della tecnica, che i metalli che noi poniamo in opera, da qualunque parte provengano, non cessino di prestare servizio innanzi tempo e, perciò, è necessario che essi abbiano, oltre agli ordinari requisiti, quello della cristallizzazione minuta e posseggano quindi quella necessaria tenacità che la sola prova di fragilità su barretta intagliata può misurare.

Gran parte del nostro lavoro presso l'Istituto Sperimentale FF. SS. è orientato verso questo scopo e siamo ben lieti di potere contribuire, con la cooperazione dei vari Servizi interessati, al miglioramento graduale dei nostri acquisti metallici e delle nostre lavorazioni. Ma la questione interessa tutti gli utenti dei prodotti metallurgici: dagli organi statali a quelli privati, i quali tutti debbono persuadersi che se una semplice, ma razionale ricottura di un organo metallico può gravare dal 10 al 15% il suo costo, essa ne eleva in proporzione di gran lunga superiore il suo rendimento al lavoro riducendo al minimo le rotture accidentali e le disgrazie e spese che più delle volte ne provengono.

Giova quindi far notare che, richiedendosi per le ricotture di qualità degli acciai temperature di 800° e 900° e di altri metalli come, ad esempio, il rame, temperature di molto inferiori (500°-600°), esse possono essere fatte anche con gas di potere calorifico non elevato; il che consente l'utilizzazione di combustibili nazionali come da tempo usa uno dei primi stabilimenti metallurgici italiani.

E poi?

Migliore qualità nei prodotti metallici esteri si saprà esigere, minore quantità di essi si finirà con l'importare.

Migliori prodotti gli utenti statali e gli utenti privati del metallo avranno preteso dall'Industria Nazionale, maggior risparmio faranno nelle loro aziende e minore sciupio favoriranno di quelle buone ma poche riserve minerarie che ancora ci è dato di possedere.

Ed eccoci di fronte ad uno dei tanti e belli e risolvibili problemi nella nostra economia Nazionale.

ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica

del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,-; minimo L. 25,-
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20 % per spese di Amministrazione.

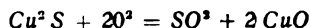
□ □ LAVORAZIONE DEL RAME □ □

G. MANGANI

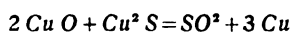
Premetto poche parole sul trattamento dei minerali di rame, riferendomi esclusivamente alla calcopirite, solfuro doppio di rame e di ferro (CuFeS_2) che rappresenta il prodotto più diffuso in natura.

Metallurgia del rame.

Il solfuro doppio viene dapprima torrefatto in forni a riverbero, con che parte dei solfuri si trasformano in ossidi:



Il prodotto così ottenuto viene fuso con materiale siliceo, in tal modo si forma una scoria di silicato di ferro che viene a galla e si separa facilmente. Resta una massa nera-bluastro detta metallina, la quale è ancora un miscuglio di solfuro di rame e di ferro, ma più ricco di rame che non prima. Ripetendo più volte questa operazione si ottengono le metalline di seconda e terza fusione sempre più ricche di rame; finalmente si giunge alla reazione tra solfuro e ossido di rame, che lascia in libertà il rame metallico:



questo ultimo prodotto è quello che si chiama rame nero.

Il rame nero contiene ancora una piccola quantità di solfuro che si elimina nel seguente modo: si fonde il rame in corrente d'aria e poi si lascia raffreddare fin quasi alla temperatura di solidificazione; a questo punto si versa dell'acqua fredda che solidifica nella parte più prossima alla superficie il metallo che viene subito staccato dalla massa liquida; si ripete l'operazione tante volte fino a vuotare interamente il crogiuolo.

Elettrometallurgia del rame.

Più di frequente, oggi, si giunge al metallo puro per via elettrolitica, usando come bagno un liquido di lavatura della calcopirite torrefatta, quale anodo la metallina di prima fusione e come catodo una lastra di rame elettrolitico.

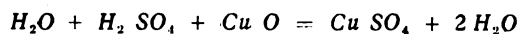
Il prodotto così ottenuto al voltmetro viene poi fuso e colato in lingotti (Wirebars) ⁽¹⁾ i quali passano ai laminatoi dove vengono ridotti in piattine o tondini nelle dimensioni ordinariamente richieste dalle trafile (di solito, tondino da 7, 12, 15 mm, o piattina da 5 x 13, 6 x 10, 6 x 20, 8 x 8, 8 x 10, 8 x 15, 11 x 11).

Traffleria del rame in filo tondo.

Il punto di partenza è il filo laminato nero, del diametro di 70/10 ÷ 80/10 che proviene dai laminatoi in matasse di 60, 90, 120 chilogrammi.

La prima operazione consiste nel togliere al laminato lo strato di ossido che lo ricopre; a tal fine si immerge in un bagno di acido solforico al 10% lasciandovelo qualche ora. Il recipiente contenente il bagno può essere di legno e dev'essere rivestito con una lastra di piombo, dello spessore di pochi millimetri, per impedire le azioni corrosive dell'acido solforico.

Tra la soluzione acidulata e l'ossido di rame che riveste il laminato avviene la seguente reazione chimica



Si ottiene una soluzione di solfato di rame che aumenta di densità man mano che cresce il numero delle immersioni, mentre diminuisce l'azione detergente dell'acido solforico. Il bagno risultante di solfato si può adoperare fino ad una concentrazione di 18° ÷ 20° Beaumé.

Il laminato esce dal bagno pulito dell'ossido ma mantiene aderente alla sua superficie un leggero strato di poltiglia di rame dalla quale si libera con un getto di acqua. Infine una breve immersione in acqua calda a circa 100° lo aiuta ad asciugare rapidamente.

Con questo il laminato è pronto per la trafileatura.

Per passare dal filo da 70/10 di diametro a quello da 1/10 (raramente si ricorre a diametri inferiori nelle costruzioni elettromeccaniche) si possono impiegare quattro tipi di macchine:

- 1) Una macchina multipla a 9 cilindri, con relativo preparatore, che riduce il filo da 70/10 a 15/10 di diametro;
- 2) Una macchina multipla per fili medi che lo riduce da 15/10 a 8/10;

⁽¹⁾ Il prezzo del rame in Wirebars è stabilito sul mercato di Londra in lire sterline e per tonnellata inglese (kg. 1016). La laminazione viene a costare lire 450 la tonnellata; la dogana e il trasporto lire 400 circa alla tonnellata, complessivamente.

3) Una macchina multipla per fili sottili che lo riduce da 8/10 a 2,5/10;

4) Una macchina multipla per fili capillari che lo riduce da 2,5/10 a 1/10.

Prima di montare il filo da 70/10 sulla macchina a 9 cilindri si prepara su di esso la serie di trafile necessarie per mezzo del preparatore (fig. 1). A tal fine si appuntisce un capo della matassa

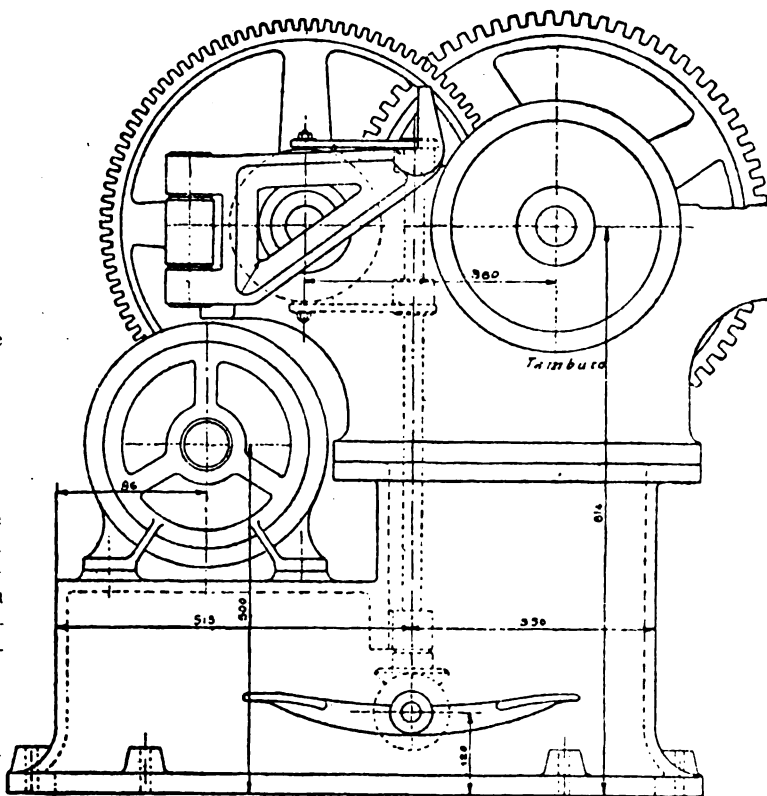


Fig. 1.

per mezzo di un piccolo laminatoio a mano (fig. 1a) e si introduce nel foro della prima trafla. Si stringe il capo nelle ganasce della tenaglia solidale con il tamburo del preparatore a cui si fa compiere un certo numero di giri di modo che la distanza tra la prima trafla e il capo della matassa corrisponda presso a poco a quello tra il primo ed ultimo cilindro della macchina multipla, più una lunghezza di tre giri almeno di filo per ogni cilindro. Si torna ad appuntire il capo della matassa che si introduce nel foro della seconda trafla, si

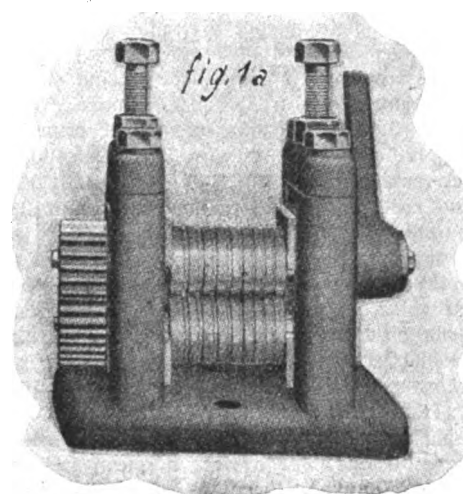


Fig. 1a.

ripete la manovra precedente e così di seguito, avendo sempre riguardo a che la distanza tra due trafile successive consenta al filo di girare almeno tre volte intorno ai rispettivi cilindri della macchina multipla. Durante queste operazioni di trafileatura il filo viene lubrificato con sego o sapone secco all'olio d'oliva.

Il filo, con le nove trafile montate su di esso per mezzo del preparatore, si passa alla macchina multipla (la fig. 2 rappresenta il tipo a 7 cilindri), disponendo le trafile sui rispettivi porta-trafile, una

alla volta e girando il filo tre volte intorno ai cilindri. Il capo della matassa si fissa, per mezzo di apposito morsetto, sull'ultimo tamburo, sul quale il filo si raccoglie dopo aver subito i primi otto passaggi. Con questo la macchina è pronta per lavorare.

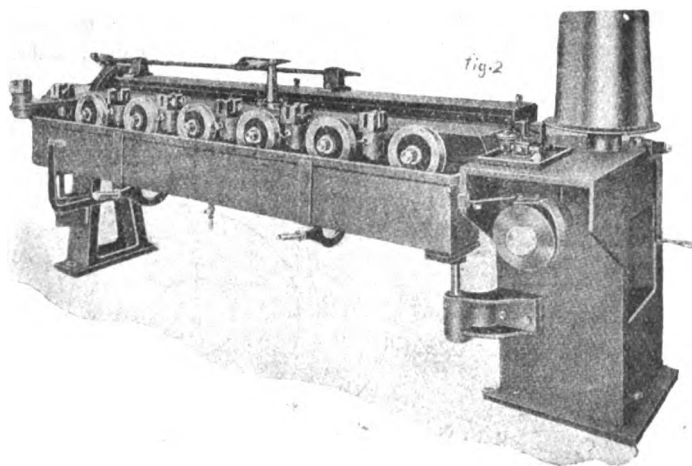


Fig. 2.

I nove cilindri lavorano in parallelo sull'asse principale e prendono il movimento per mezzo di ingranaggi conici. Le trafle ed i cilindri, meno l'ultimo, sono generalmente immersi in un bagno lubrificante (che si mantiene leggermente caldo affinché la parte grassa rimanga bene disciolta) di olio di lino crudo e sapone oleoso.

Le trafle, di ghisa speciale durissima, molto simile alla ghisa speculare, vengono fuse in conchiglia generalmente in forma rettangolare con tre o quattro fori per pezzo. I fori svasati sotto un angolo di 10° ÷ 15° , vanno ottenuti di fusione e si lavorano con un piccolo tornio con punte coniche di acciaio temperato, a spigoli salienti, per portarli al diametro necessario, che si controlla poi per mezzo di cilindretti calibrati. Vengono adoperate anche trafle di acciaio di prima qualità, fuso al crogiuolo e temperato, come pure trafle di acciaio speciale con piccoli tenori di carbonio, cromo, manganese, ecc.

I nove passaggi per ridurre il filo da 70/10 a 15/10, sono i seguenti (in decimi di mm): 53, 42, 35, 29, 25, 19, 17, 15. Il numero dei giri al minuto primo dei cilindri, considerati del diametro di mm 300 e l'ultimo di mm 450, sono rispettivamente: 41, 51, 66, 82, 102, 122, 153, 184, 142.

L'ultimo cilindro è più grande degli altri perchè deve raccogliere tutto il peso della matassa; ed è leggermente conico per aiutare il filo a salire man mano che si avvolge.

La produzione della macchina in otto ore di lavoro effettivo è di kg 1400 di filo del diametro 15/10. La potenza richiesta è di 50 ÷ 60 HP. Con la macchina multipla a nove cilindri si possono naturalmente ottenere anche fili di diametro superiore a mm 1,5, facendo uso di un numero minore di trafle, e saltando i corrispondenti cilindri.

Così per passare dai 7 a 2 mm, si montano sulla matassa, per mezzo del preparatore, otto trafle anzichè nove; (i passaggi sono allora: 6-5-4,2-3,6-3,1-2,7-2), saltando il primo cilindro della macchina multipla; per il filo di mm 2,5 occorrono sei trafle invece di nove (passaggi: 6-5-4,2-3,5-2,9-2,5) ed i primi tre cilindri restano esclusi; infine per un filo di mm 2,8 sono sufficienti cinque trafle e i primi quattro cilindri restano esclusi.

Il rame è messo in condizioni di poter facilmente slittare sui cilindri, i quali si fanno ruotare con una velocità inferiore a quella teorica. Se mantenessero una velocità pari alla teorica, il rame per effetto della sua crudezza e del loro scorrimento relativo si romperebbe con molta facilità.

La macchina per fili medi (fig. 3) serve a ridurre il filo da 15/10 a 8/10. Trattandosi di piccoli diametri le trafle di ghisa dura non riescono più convenienti sia per il rapido loro consumo, sia per la difficoltà della fusione. Per ovviare a questi inconvenienti si ricorre al diamante. Un buon diamante può trafilare anche 500 quintali di rame senza richiedere alcuna rettifica, mentre una trafila di ghisa dura o acciaio va rettificata dopo aver lavorato in media tre quintali di rame.

Per raggiungere il diametro di 8/10 sono sufficienti sette passaggi, che espressi in decimi di millimetro sono i seguenti: 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8.

In questa macchina le trafle sono girevoli per evitare che il rame si ovalizzi. La lubrificazione è a umido con sapone oleoso disciolto, sotto forma di un piccolo getto continuo. Il getto è alimentato da una pompetta che può essere calettata sull'asse principale della macchina e che attinge il liquido da un apposito recipiente leg-

germente riscaldato per impedire che la parte grassa si separi dalla massa liquida.

Il filo dopo il passaggio attraverso il diamante si avvolge da una parte sulle pulegge a gradini del tamburo motore e dall'altra sulle carrucole di rinvio. Tanto le une quanto le altre vanno naturalmente man mano aumentando di diametro per tenere conto dell'allungamento che subisce il filo nella lavorazione.

Il filo raggiunge una velocità lineare finale di tre metri al 1'', e quindi la produzione in otto ore di lavoro effettivo è di km 86, pari a kg 385. La potenza richiesta è di 2 HP.

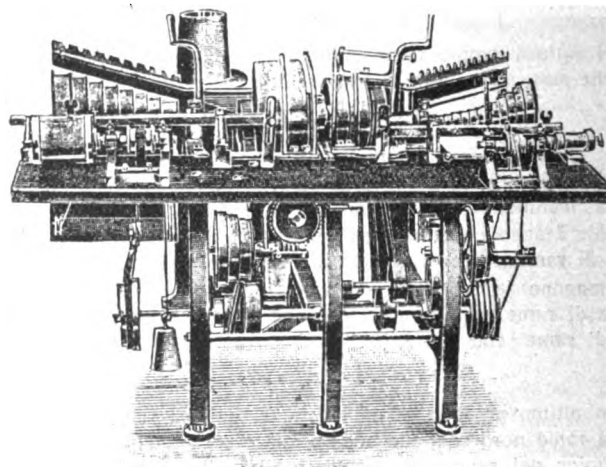


Fig. 4.

La macchina per fili sottili (fig. 4) riduce il diametro del filo da 8/10 a 2,5/10. I passaggi al diamante necessari sono 10, e precisamente (in decimi di mm): 7, 6,3, 5,6, 5, 4,5, 4, 3,5, 3, 2,75, 2,5.

La lubrificazione è fatta con lo stesso sistema già veduto per la macchina per i fili medi. Il filo raggiunge una velocità lineare finale di metri 5 al 1'' e quindi la produzione in otto ore di lavoro effettivo è di km 144, pari a kg 63. La potenza richiesta è di 1 HP.

Anche in questa macchina il filo dopo il passaggio attraverso il diamante si avvolge da una parte sulle pulegge a gradini del tamburo motore e dall'altra sulle carrucole di rinvio.

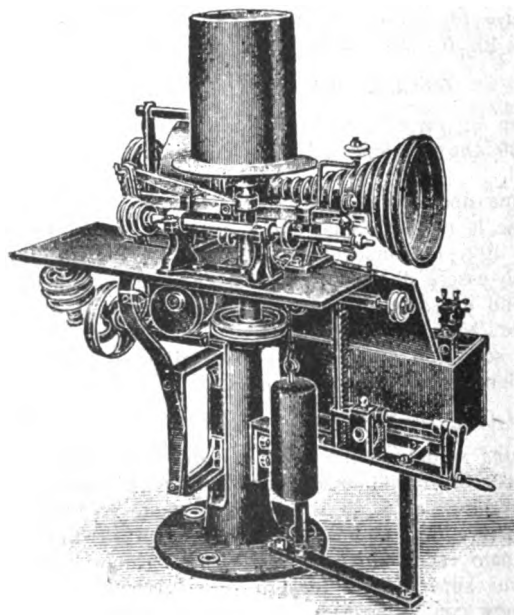


Fig. 5.

La macchina per fili capillari (fig. 5) di costruzione e funzionamento in tutto simile alle precedenti, ha lo scopo di ridurre il diametro del filo da 2,5/10 a 1/10. Per questa riduzione sono sufficienti undici passaggi al diamante, che espressi in decimi di millimetro sono rispettivamente: 2,25, 2,15, 2, 1,82, 1,62, 1,50, 1,35, 1,15, 1,05, 1.

Il filo raggiunge una velocità lineare finale di 7 metri al 1'' e quindi la produzione in otto ore di lavoro effettivo è di km 200, pari kg 14 circa. La potenza richiesta è di 1/2 HP.

Oggi si costruiscono macchine per trafilare rame, ottone, maillechort, acciaio dolce, ecc., che danno una produzione molto più elevata di quelle indicate.

La tabellina seguente indica chiaramente il tipo di lavorazione e la velocità lineare in metri al 1'' per materiali diversi.

Lavorazione	Rame	Ottone	Mailleschort	Acciaio dolce
da $\frac{80}{10}$ a $\frac{20}{10}$	3	2	1,5	1,5
da $\frac{20}{10}$ a $\frac{10}{10}$	5 ÷ 6	3,5 ÷ 4	2,5 ÷ 3	2,5 ÷ 3
da $\frac{10}{10}$ a $\frac{2,5}{10}$	15 ÷ 20	10 ÷ 13	7,5 ÷ 10	7,5 ÷ 10
da $\frac{2,5}{10}$ a $\frac{1}{10}$	20 ÷ 15	13 ÷ 17	10 ÷ 12,5	10 ÷ 12,5

Qualche volta per speciali applicazioni industriali, vengono adoperati fili sottilissimi, di qualche centesimo di millimetro, (per es., nella costruzione di cordoncini per apparecchi telefonici dove si richiede una grande flessibilità). In questi casi si ricorre a macchine per trafilare con le quali si ottengono fili del diametro di $\frac{2}{100} \div \frac{3}{100}$ di mm con una velocità lineare finale di metri 20-25 al 1''.

Le macchine monocilindriche (vedi fig. 5a) vengono usate per i fili di diametro superiore ai $\frac{28}{10}$ di mm. Esse hanno il vantaggio

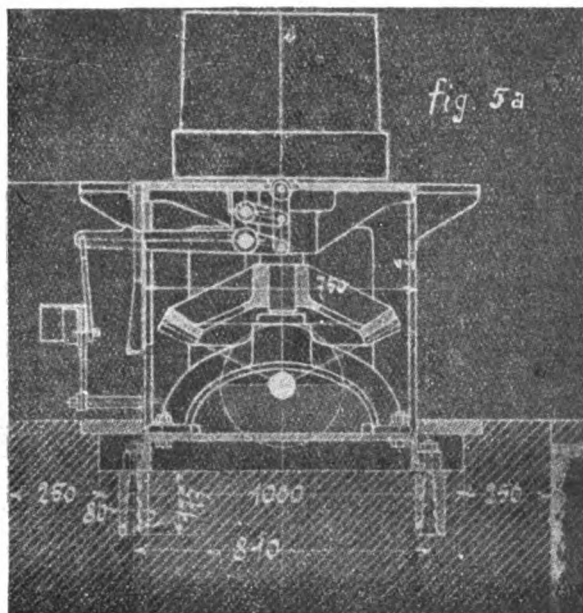


Fig. 5a.

in confronto delle multiple, di una maggior semplicità, sia nella costruzione come nella manovra. Il cilindro o tamburo presenta una conicità del 5-6% circa.

Se ne costruiscono di varie grandezze e possono vincere uno sforzo periferico sul tamburo da kg 400 ÷ 500 fino a 1500 ÷ 2000 e sono adatte per la trafilatura di tondini laminati di 7, 12, 15, 20 mm di diametro.

Il porta-trafila, per evitare ovalizzazioni nella sezione, è mobile intorno ad uno spinotto in guisa da realizzare in ogni istante la perpendicolarità tra il filo e il piano della trafilatura.

La lubrificazione è a secco per mezzo di sego o sapone all'olio d'oliva. Le trafile sono di ghisa dura, fusa in conchiglia (identiche a quelle usate per la macchina a nove cilindri) o di acciaio temperato. Il tamburo è provvisto di un sistema di sollevamento per arrestarlo rapidamente in caso di bisogno. I passaggi, con queste macchine, avvengono uno alla volta anziché contemporaneamente. Così per ridurre un tondino di $\frac{70}{10}$ a $\frac{28}{10}$ di mm basta eseguire i seguenti quattro passaggi: da $\frac{70}{10}$ a $\frac{53}{10}$, da $\frac{53}{10}$ a $\frac{42}{10}$, da $\frac{42}{10}$ a $\frac{34}{10}$, da $\frac{34}{10}$ a $\frac{28}{10}$.

La velocità lineare finale varia da metri 1 a metri 2 al 1''. La potenza richiesta è di 7,5 HP.

Una macchina più conveniente di quella ora descritta è la *Macchina monocilindrica a più passaggi* (fig. 6). Essa è veramente adatta per fili da $\frac{53}{10}$ a $\frac{28}{10}$ di diametro; è molto semplice, di costruzione solida e di forte produzione. È costruita per tre passaggi contemporanei; il tamburo motore possiede tre gradini, ciascuno con una velocità periferica differente, per mantenere costante la tensione del filo. A sinistra del tamburo si monta il porta-trafile come è visibile in figura.

Il filo, dopo il passaggio attraverso le trafile, si avvolge da una parte sui gradini del tamburo e dall'altra sulle carrucole di rinvio.

La riduzione da $\frac{53}{10}$ a $\frac{28}{10}$ si consegue con i tre passaggi seguenti: da $\frac{53}{10}$ a $\frac{42}{10}$ da $\frac{42}{10}$ a $\frac{34}{10}$ da $\frac{34}{10}$ a $\frac{28}{10}$.

Per le trafile e la lubrificazione possiamo ripetere quanto si è detto per la macchina precedente. Il consumo medio di sapone è di circa 1 kg ogni 1000 kg di filo trafilato. Il sapone è tagliato in pezzi

e posto nella scatola speciale fissata sulla macchina a sinistra della carrucola di rinvio. La velocità lineare finale è di metri 1 circa al 1'' e quindi la produzione in otto ore di lavoro effettivo è di km 38, pari a kg 1300; la potenza richiesta è di 15 HP.

Per trafilare quadretti e piattine si adoperano le *macchine monocilindriche ad uno o tre passaggi*; esse sono identiche a quelle descritte (fig. 5a e 6) per la lavorazione del filo tondo. Quando si tratta di trafilare piattine di grosse dimensioni, come barre e trapezi, si ricorre a macchine più robuste e molto lente; il tamburo ha una velocità periferica che varia da 1 ÷ 2 m al 1'.

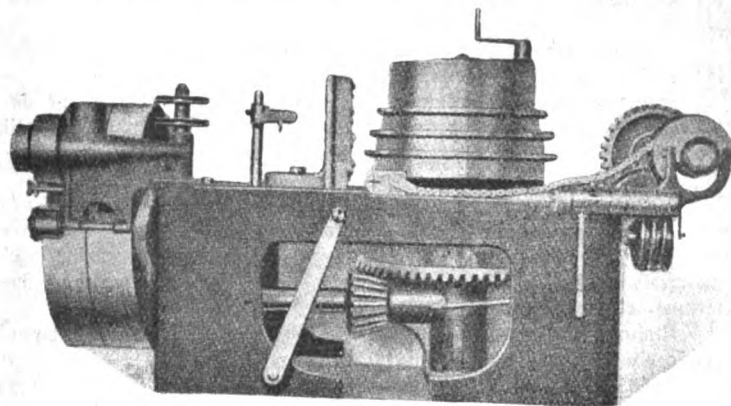


Fig. 6.

Trafilatura del rame in fili quadrati e rettangolari. — Si parte dal laminato nero 5×13 ; 6×10 ; 6×20 ; 8×8 ; 8×10 ; 8×15 ; 11×11 ; dimensioni queste le più correnti. Al laminato viene tolto l'ossido che lo ricopre collo stesso procedimento descritto per il filo tondo. Dopo di che viene sottoposto a uno o più passaggi attraverso trafile opportunamente lavorate e calcolate nelle dimensioni e nel foro. Quando lo spessore delle piattine scende al disotto del millimetro, data la difficoltà e il maggior tempo necessario per costruire fori con aperture così ridotte, si ricorre alla laminazione: l'operazione di trafilatura può dunque essere seguita da un'operazione di schiacciamento per portare il rame alla giusta misura.

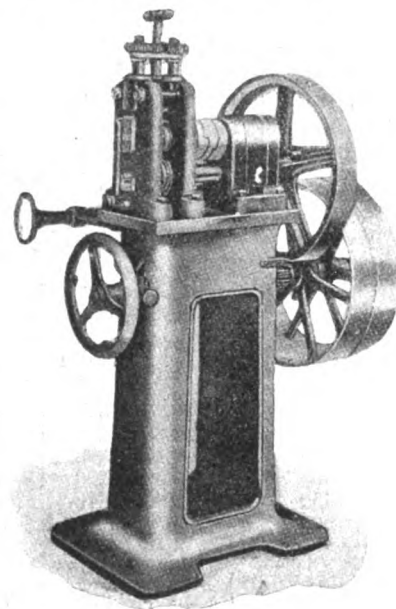


Fig. 7.

Altre volte si ricorre al laminatoio prima che alla trafilatura; ad esempio quando non si ha disponibile un laminato adatto e lo si rende tale previo passaggio al laminatoio: così per es., volendo ottenere una piattina nelle misure 3×11 da un laminato 6×10 questo si schiaccia a freddo presso a poco nelle dimensioni $3,5 \times 12$ e poi si trafilatura.

La lavorazione di una piattina può comportare quindi:

- soltanto operazioni di trafilatura;
- operazioni di trafilatura e di laminazione;

quest'ultima precede la prima nel caso che il laminato non sia propriamente adatto allo scopo, e la segue quando si tratta di ottenere spessori molto ridotti, e precisamente sotto al millimetro.

La figura 7 rappresenta un piccolo laminatoio appropriato al nostro scopo. La laminazione si fa a freddo e a caldo. I cilindri, per la

laminazione a freddo sono di acciaio temperato, per la laminazione a caldo di ghisa dura; il loro diametro può variare da 100 a 120 mm.

La laminazione a caldo si applica generalmente a piattine di forte sezione, quello a freddo ai fili e piattine di piccola e media sezione. Nel primo caso la velocità dei cilindri è di 40-50 giri al l' rispettivamente per i diametri di 100 e 120 mm; nel secondo caso è di 150-200 giri.

Ho detto che per spessori di piattine inferiori al mm queste si portano a misura per mezzo del laminatoio; in tale caso i cilindri oltre ad essere temperati debbono essere anche rettificati affinché la piattina mantenga esattamente la stessa misura su tutta la sua lunghezza.

I cilindri sono cavi internamente, e ciò permette di farvi circolare dell'acqua per il necessario raffreddamento.

Prima di fissare i fori delle trafile richieste per ottenere una determinata piattina o quadretto è bene stabilire lo sforzo al quale il materiale può essere sottoposto nel corso della lavorazione di trafilatura:

- 1) per non logorare troppo rapidamente il foro;
- 2) per evitare eventuali rigature;
- 3) per mantenere entro certi limiti la riduzione di sezione del materiale trafilato, causata dallo sforzo di trazione nei passaggi intermedi e specialmente nell'ultimo.

Riporto qui sotto alcune tabelle riguardanti materiale ricotto, semicrudo e crudo e che danno:

- 1) le sollecitazioni in kg per mm²;
- 2) il carico in kg a cui fu sottoposto il materiale;
- 3) l'allungamento sulla lunghezza del campione (*L*) scritta sopra alla tabellina, in mm;
- 4) la sezione ridotta in mm²;
- 5) la riduzione di sezione in % e in mm².

Piattina ricotta { $\Phi 1,5 \times 9$; $L = 178$ mm.
Sezione 13,6 mm²

Kg. mm ²	Carico totale	Allungam.	Sez. ridotta	Riduz. in %
10	135	2,5	13,42	1,32
12,5	170	4	13,30	2,2
15	200	9	13	4,4
20	270	24	12	11,7
21	285	30	11,6	14,7

Filo semicrudo { $\Phi 6,05$; $L = 212$
Sez. 28,7 mm²

Kg. mm ²	Carico totale	Allungam.	Sez. ridotta	Riduz. in %
10	287	1,5	28,5	0,7
15	430	2	28,4	1,1
20	575	2,5	28,35	1,22
25	720	3	28,3	1,40
30	860	4	28,2	1,75

Filo ricotto { $\Phi 5,5$; $L = 180$
Sez. 23,7 mm²

Kg. mm ²	Carico totale	Allungam.	Sez. ridotta	Riduz. in %
8,5	200	1,5	23,50	0,85
12,5	300	2,5	23,30	1,7
15	350	6,5	22,90	3,4
17	400	12	22,20	6,4
19	450	20	21,40	9,80
21	500	31	20,40	14

Filo crudo { $\Phi 3,54$; $L = 185$
Sez. 9,84 mm²

Kg. mm ²	Carico totale	Allungam.	Sez. ridotta	Riduz. in %
15,2	150	1	9,79	0,50
20	200	1,5	9,76	0,81
25,5	250	2	9,72	1,22
36	350	3,5	9,60	2,44
41	400	4,5	9,56	2,85

Nella trafilatura occorre sollecitare il materiale ad un carico unitario tale che la riduzione della sezione non superi certi limiti e cioè:

- 1,5 % per il materiale semi-crudo nei passaggi intermedi;
 - 1,5 % per il materiale crudo nei passaggi intermedi;
 - 0,5 % per il materiale crudo nel passaggio finale;
- il che corrisponde all'incirca ai seguenti carichi unitari: kg 20 per mm² per materiale semi crudo nei passaggi intermedi; kg 30 per mm² per materiale crudo nei passaggi intermedi; kg 15 per mm² per materiale crudo nel passaggio finale.

Si ammette inoltre un carico di rottura di:

- kg. 22 per materiale laminato o ricotto;
kg. 30 " " semi-crudo;
kg. 40 " " crudo.

Lavorazione dei fili quadri. — Si possono ricavare dai quadretti, fili tondi e piattine laminate. Tutte le volte che si hanno a disposizione laminati quadri adatti è bene impiegarli invece dei fili e piattine perchè il materiale si trova già in forma; un quadretto 4×4 si ricava meglio da un altro quadretto laminato 8×8 che da una piattina 6×10:

1) perchè le due sezioni sono simili e il rame ha già la forma definitiva;

2) perchè la trafila risulta sottoposta ad uno sforzo uniformemente distribuito.

Sovente il punto di partenza è il filo tondo, specie nel caso di quadretti di piccole dimensioni.

Riporto a questo riguardo una tabellina dove sono fissate le dimensioni finali di vari quadretti di rame, il diametro (Φ) del tondino adoperato e la sua sezione, il numero, le misure, le sezioni e la riduzione di sezione per ogni passaggio, ed il carico unitario sulle sezioni ridotte.

Dimensioni finali	Tondino di partenza		Stato del materiale	Passaggi	Stato del materiale	Sezione passaggio	Riduzione sezione	Carico unitario sulla sez. ridotta
	Φ	Sez.						
1,5 × 1,5	2,5	4,92	crudo	1,75 × 1,75	crudo	3,06	1,86	24
				1,5 × 1,5		2,25	0,81	14,5
2 × 2	3,2	8,05	"	2,25 × 2,25	"	5,1	2,95	23
				2 × 2		4	1,1	11
3 × 3	5	19,6	"	3,5 × 3,5	"	12,2	7,4	24
				3 × 3		9	3,2	14
4 × 4	6,5	33	"	4,6 × 4,6	"	21,2	11,8	22
				4 × 4		16	4,8	12
4,5 × 4,5	7	38,5	cotto	4,8 × 4,8	"	23	15,5	15
				4,5 × 4,5		20	3	6

Così per un quadretto 4,5×4,5 è sufficiente trafilare in 2 passaggi un tondino ricotto da 7 mm; il primo passaggio comporta una riduzione di mm² 15,5 che moltiplicato per 22 (carico rottura rame ricotto) dà kg 342; tale carico ripartito sulla sezione quadra 4,8×4,8 dà una sollecitazione unitaria di kg 15; confrontando le tabelle più sopra riportate si trova che in questo caso il materiale crudo risente una riduzione da 0,5÷1% e quindi piccola cosa per un passaggio intermedio. La seconda riduzione è di mm² 3 che moltiplicata per 40 (carico rottura per materiale crudo) dà 120 kg e questi ripartiti sulla sezione di mm² 20 danno kg 6 per mm², a cui corrisponde una riduzione di sezione affatto trascurabile.

Può capitare che il tondino da mm 7 non presenti una sezione esattamente circolare ed uniforme su tutta la sua lunghezza, causa restringimenti, ammaccature, ovalizzazioni ecc.; in tal caso bisogna contare sopra una misura finale alquanto inferiore: da 1,5/10 ÷ 2/10 di mm per lato.

Impiegando come punto di partenza il rame quadro laminato si eseguono una o più operazioni di trafilatura a seconda delle dimensioni della sezione finale e del rapporto tra questa e quella iniziale. Le due tabelline che seguono, spiegano lo svolgimento della lavorazione per ottenere i due quadretti 4,5×4,5 e 7×7, partendo rispettivamente da laminati 8×8 e 11×11.

La riduzione di sezione deve essere gradatamente decrescente per tener conto dell'incrudimento del materiale, che aumenta con il numero dei passaggi.

Dimensioni finali	Laminato di partenza		Passaggi	Stato del materiale	Sezione passaggio	Riduzione sezione	Carico per mm ² su sezione ridotta
	Dimensioni	Sezione					
4,5 × 4,5	8 × 8	64	6,2 × 6,2	crudo	38,5	25,5	14,5
			5 × 5	"	25	13,5	21,5
			4,5 × 4,5	"	20,2	4,8	9,5
7 × 7	11 × 11	121	9 × 9	"	81	40	10,8
			7,8 × 7,8	"	61	20	13
			7 × 7	"	49	12	9,8

Questi passaggi si possono eseguire senza ricottura intermedia.

Lavorazione delle piattine. — Per la lavorazione di piattine si parte da un laminato piatto di misura la più conveniente. Per piattine 2×8, 5×12, 3,5×11, si partirà rispettivamente da un laminato 5×10, 8×15, 5×13. I passaggi si fisseranno tenendo mente a quanto è stato detto in precedenza.

La piattina lavorata non deve mai presentare spigoli vivi, ma leggermente arrotondati. Il raggio di curvatura si fissa in base allo

spessore e varia da qualche decimo di millimetro ad un millimetro rispettivamente per piccoli e grossi spessori.

Le tabelle seguenti mostrano le operazioni necessarie per la costruzione di 2 piattine: 2×10 e $0,75 \times 8$ ricavate dai laminati 5×13 e 6×10 . La prima si può eseguire senza ricotture intermedie, mentre la seconda, causa la grande durezza che assume il materiale, ne richiede almeno una ad es., dopo il terzo passaggio, e deve inoltre essere sottoposta ad una ulteriore operazione di laminatoio avendo uno spessore inferiore al millimetro.

Dimen- sioni finali	Laminato di partenza		Stato del mate- riale	Passaggi	Stato del mate- riale	Sezione pas- saggi	Ridu- zione sezione	Carico unitario sulla sez. ridotta
	Dimen- sioni	Sezione mm ²						
2×10	5×13	65	cotto	$3,7 \times 12,4$	crudo	46	19	9
				$2,9 \times 11,4$	"	33	13	15,7
				$2,4 \times 10,6$	"	25,5	7,5	11,8
				2×10	"	20	5,5	11
$0,75 \times 8$	6×10	60	cotto	$4 \times 9,5$	"	38	22	11,7
				$3 \times 9,1$	"	27,2	11	16
				$2,3 \times 8,7$	"	20	7	14
				$1,8 \times 8,4$	cotto	15	5	13,3
				$1,3 \times 8$	crudo	11	4	8
				$1,1 \times 7,75$	"	8,55	2,45	11,5
				$0,75 \times 8$	laminato			

Le piattine di piccola sezione e di piccola larghezza si possono ottenere anche dai fili tondi con una semplice operazione di schiacciamento (limitatamente ai casi in cui lo spessore delle piattine non superi mm $1,3 \div 1,5$) oppure con una operazione di schiacciamento ed una o più operazioni di trafilatura. Così per le piattine:

$$\begin{aligned} 1 \times 2, 1 \times 3, \dots & 1 \times 8 \\ 2 \times 3, 2 \times 4, \dots & 2 \times 8 \\ 3 \times 4, 3 \times 5, \dots & 3 \times 6 \end{aligned}$$

si può partire dalla laminazione di fili tondi il cui diametro varia tra $1,5 \div 7$ mm. La tabellina mostra il procedimento per la lavorazione delle piattine: $1,25 \times 4,5 - 2 \times 5,5 - 3 \times 5$.

ϕ di partenza	Sezione mm ²	Passaggi	Sezione dei passaggi	Kg. per mm ² sulla sezione ridotta
2,9	6,6	$1,25 \times 4,5$	5,65	—
4,5	15,9	(al laminatoio) $2,4 \times 6$	14,4	—
		(al laminatoio) $2 \times 5,5$ (alla trafilatura)	11	12,3
6	28,3	$4 \times 6,2$	25,2	—
		(al laminatoio) $3,4 \times 5,4$ (alla trafilatura)	18,4	14,8
		3×5 (alla trafilatura)	15	9,1

Lavorazione delle trafilature. — Le trafilature sono di acciaio di prima qualità fuso al crogiuolo e temperato; il loro spessore varia da 12 a 25 mm (dalle piccole alle grosse piattine), e la loro altezza e larghezza (per fori quadrati) da 15 a 30 mm in più sulla misura del foro e da ambe le parti.

Per le trafilature a fori rettangolari si fissa l'altezza nel rapporto di $1,20 \div 1,25$ prendendo come larghezza base quella fissata per i fori quadrati e di $1,40 \div 1,50$ per le piattine di spessore molto piccolo rispetto alla larghezza.

Nella tabella che segue sono raccolti alcuni dati in proposito:

Piattina	2×6	4×10	8×16
Spessore . . .	14	16	20
Larghezza . . .	$15 + 15 + 2 = 32$	$17 + 17 + 4 = 38$	$22 + 22 + 8 = 52$
Altezza . . .	$32 \times 1,25 = 40$	$38 \times 1,25 = 47$	$52 \times 1,25 = 65$
Piattina	1×10	$1,5 \times 15$	3×25
Spessore . . .	12	14	20
Larghezza . . .	$15 + 15 + 1 = 31$	$16 + 16 + 1,5 = 33,5$	$20 + 20 + 3 = 43$
Altezza . . .	$31 \times 1,4 = 43$	$33,5 \times 1,4 = 47$	$43 \times 1,5 = 65$

I fori delle trafilature sono svasati sotto un angolo di $10^\circ \div 12^\circ$.

Per praticare il foro rettangolare o quadrato si procede nel modo seguente (vedi fig. 8). Per mezzo di una limatrice si porta il pezzo di acciaio alle tre dimensioni prestabilite; si tracciano sulle due facce del pezzo le dimensioni dell'apertura; si pratica sotto il trapano una serie di fori uno accanto all'altro lungo il perimetro della tracciatura sulla faccia anteriore in modo da aprire facilmente il pas-

saggio tra le due facce opposte. Si lima con attenzione lungo il contorno della tracciatura evitando di raggiungerlo con l'utensile. Si misurano con stampini calibrati le due dimensioni dell'apertura durante l'operazione di limatura a mano, arrestandola alla distanza di $1 \div 1,5$ decimi di mm dalla misura definitiva. Così per un foro di 4×10 , ci fermeremo a $3,8 \times 9,8$. Per portarlo poi alle dimensioni 4×10 si fa uso di un punzone conico, di acciaio temperato e rettificato. Esso comprende lungo il suo tratto conico tutte le sezioni tra 3×9 e 5×11 , e quindi anche quella 4×10 . Si infila il punzone nel foro e si picchia su di esso un colpo di martello. Si verifica dopo di ciò con gli stampini se il foro ha raggiunto le misure fissate; in caso contrario si torna a picchiare un leggero colpo di martello.

Per la limatura a mano si adoperano utensili di taglio duro all'inizio, e taglio dolce e dolcissimo alla fine dell'operazione. La pulitura e lucidatura del foro si ottiene con carta smerigliata.

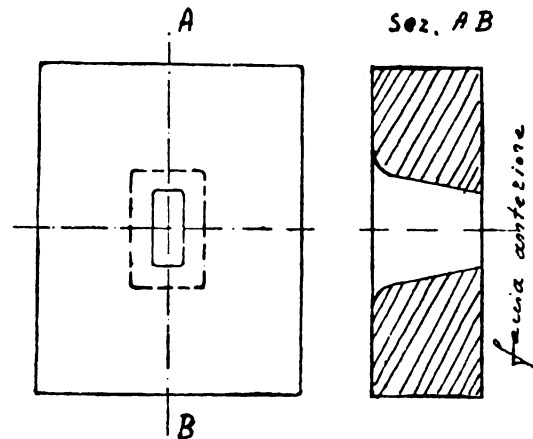


Fig. 8.

Le trafilature si possono temperare al carbone di legna. Si tengono nel fuoco fino a che l'acciaio non ha assunto il colore necessario; (rosso scuro o chiaro secondo la qualità) poi si deposita intorno al foro un pochino di polvere di cianuro di potassio che vale a conferire al materiale maggior durezza; appena fuso il cianuro la trafilatura si toglie dal fuoco e s'immerge nell'acqua fredda.

I fori delle trafilature si allargano dopo aver lavorato un certo quantitativo di rame; esse si possono però sempre adoperare nella costruzione di altre piattine.

Di massima importanza sono le dimensioni del foro corrispondente all'ultimo passaggio. Almeno ogni 100 kg di rame trafilato è necessario controllare queste dimensioni e se risultano anche lievemente superiori a quelle stabilite, occorre sostituire la trafilatura.

Tutte le volte che si rendesse opportuno allargare il foro di una trafilatura di acciaio temperato, si fa rinvenire, si aggiustano le dimensioni nel modo già descritto e si sottopone ad una nuova tempera il materiale.

Ricottura del rame. — La resistenza meccanica varia assai dal rame trafilato crudo al ricotto, mentre la conducibilità elettrica è poco differente per le due qualità (il metallo ricotto è leggermente migliore sotto questo punto di vista). Si ricorrerà al rame crudo nei casi in cui interessa una grande resistenza meccanica (fili di linea), o durezza, (sbarrare per i collettori delle dinamo). Sarà invece preferibile servirsi di rame ricotto per tutti gli avvolgimenti siano essi in filo, piattina o corda.

Il rame da ricuocere si introduce in una marmitta di ghisa o di acciaio; lo spazio tra il bordo di questa e il bordo del coperchio viene riempito con argilla, creando così una chiusura ermetica allo scopo d'impedire l'ingresso ai prodotti della combustione ed evitare che l'ossigeno dell'aria possa ossidare il materiale.

La marmitta va rivestita internamente con una lamiera di rame dello spessore di $2 \div 3$ mm. Questo perché i vapori di ossido del metallo di cui è costituita la marmitta venendo a contatto del rame lo ossiderebbero a loro volta.

Il forno deve raggiungere una temperatura di circa 700° e un paio d'ore sono sufficienti per la ricottura; questo tempo si può ridurre alla metà per fili molto sottili. Il forno verticale, in muratura, internamente è rivestito di materiale refrattario ed all'esterno è provvisto di robusti ferri infissi nel terreno e collegati tra loro allo scopo di aumentare la resistenza meccanica del complesso e reagire all'azione disgregatrice del calore.

Il raffreddamento del rame, una volta estratto dal forno, deve avvenire fuori del contatto dell'aria; quindi la marmitta si apre quando ha raggiunto la temperatura ambiente.

Quando si tratta di ricuocere giornalmente forti quantitativi di rame si adottano i forni continui: si tratta di forni a muffola della lunghezza complessiva di 6 ÷ 7 metri; per mezzo di un apparecchio di tiraggio si mantiene in movimento una catena multipla la quale provvede a portare le matasse di rame nell'interno della muffola, dove rimangono due ore circa. Le matasse, uscendo dalla muffola, non vengono in contatto dell'aria, ma cadono in acqua dove si raffreddano, evitando così il pericolo dell'ossidazione.

Determinazione del carico di rottura e della conduttività. — Il primo si determina sperimentalmente per mezzo di un dinamometro. Come valori medi delle sollecitazioni di rottura, possono ritenersi i seguenti:

Rame ricotto	kg. 22 per mm ²
» semi-crudo	kg. 30 » »
» crudo	kg. 40 » »

In generale aumentando la resistenza meccanica diminuisce la conduttività elettrica.

Il valore relativo di quest'ultima, viene definito dalla nota formula

$$C_r = (1 + \alpha t) \frac{0,02125 \cdot l}{r d^2}$$

essendo r la resistenza ohmica di un filo lungo l m e di diametro d mm alla temp. t ; oppure dall'altra:

$$C_r = \frac{P R}{l^2 + 0,0006 (20^\circ - t)}$$

dove:

- P è il peso in grammi del conduttore in esame;
- R la sua resistenza in ohm;
- l la sua lunghezza in metri;
- t la temperatura dell'ambiente in cui si trova il conduttore.

Per le determinazioni del peso si ricorre a bilance di precisione, sensibili al centesimo di grammo; per la misura della resistenza, al ponte di Wheatstone per fili fino al diametro di mm 1 ÷ 1,2 e per una lunghezza di metri 5 e al ponte di Thomson per fili di diametro superiore e per una lunghezza di un metro.

== SUNTI E SOMMARI ==

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

A. B. HENDRICKS Jr. — Un complesso di trasformatori per prove a un milione di volt. (Journal of the A. I. E. E., ottobre-novembre 1922, pag. 795 e 876).

L'impiego pratico della tensione di 220 kV per linee di trasmissione le cui singole parti (isolatori interruttori, ecc.), devono venir provate per valori superiori fino a circa 700 kV verso terra, la tendenza costante a raggiungere tensioni d'esercizio ancora maggiori unita al bisogno sempre crescente di poter disporre di mezzi di laboratorio sufficienti per intensificare ricerche per scopi terapeutici e fisici, hanno indotto la G. E. Co. a costruire un complesso di trasformatori per prove capace di generare una tensione di 1 milione di volt verso terra.

Questo complesso, previsto in origine per ottenere un sistema trifase a 1000 kV con neutro a terra, oppure un sistema monofase a 1000 kV con un'estremità o col neutro a terra, si presta ad altre combinazioni, per es., ad ottenere una tensione di 2000 kV col neutro a terra collegando in serie, al complesso che verrà descritto, un'altra unità col suo trasformatore d'eccitazione.

L'equipaggiamento completo consta di tre trasformatori principali, costruito ciascuno per la tensione di 578 kV. Per ottenere 1000 kV verso terra si collegano in serie due di questi trasformatori, eccitando il trasformatore connesso alla linea mediante un trasformatore d'eccitazione isolato e collegandone il morsetto a 1000 kV con un isolatore speciale d'estremità. Le figure 1 e 2 danno la disposizione generale e schematica di questo complesso. Come si vede, il trasformatore d'eccitazione e quello di linea, quest'ultimo privo di cassone e di isolatore d'estremità, sono immersi in una vasca piena d'olio. Sono stati costruiti tre trasformatori principali per una potenza unitaria di 500 kVA a 60 periodi con un rapporto di 2500/578000 volt. Il capo ad alta tensione dell'avvolgimento di ciascuno di essi, è collegato con un isolatore d'estremità, mentre l'altro capo congiunto con un portamorsetti posto sul coperchio del trasformatore, è messo direttamente a terra; in questo punto dell'avvolgimento possono essere inseriti un amperometro e un wattometro. Una bobina voltmetrica che circonda l'avvolgimento ad alta tensione alla base verso l'estremità a terra, avente un rapporto di 1000 o 2000 ad 1 coll'avvolgimento ad alta tensione, permette di leggere direttamente la tensione in kV o mezzi kV. Questa bobina alimenta pure il circuito in derivazione del wattometro ed è messa a terra.

È stata scelta la tensione di 578 kV per ottenere 1000 kV con tre trasformatori formanti un sistema trifase. Le figure 3, 4, 5 e 6 danno diverse viste del trasformatore principale mentre la fig. 7 rappresenta a sinistra il portamorsetti del capo dell'avvolgimento secondario ad a. t. messo a terra, nel mezzo le estremità dell'avvolgimento primario a b. t. e a destra i morsetti della bobina voltmetrica. Il trasformatore d'eccitazione isolato per 500 kV d'esercizio fra primario e secondario, ha una potenza di 500 kVA a 60 periodi con un rapporto di 2500/2500 volt, è privo di cassone e immerso completamente nell'olio della vasca di cui si è già parlato. L'isolatore speciale d'estre-

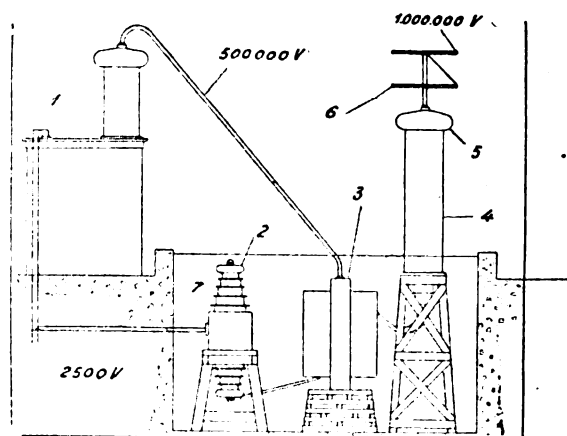


Fig. 1.

1. Trasformatore messo a terra.
2. Trasformatore d'isolamento.
3. Trasformatore isolato.
4. Tubo di porcellana.
5. Calotta di metallo.
6. Bobine di protezione.
7. Olio.

mità per 1000 kV (fig. 1), rivestito di una calotta di metallo nella sua parte superiore, è sorretto da un supporto isolante posto nella vasca d'olio ed è di costruzione del tutto identica agli isolatori di estremità per i trasformatori da 578 kV, ma di lunghezza superiore. Esso è provvisto di conduttore centrale e di due spirali induttive di protezione, munite di resistenze in derivazione. Per generare corrente monofase di curva praticamente sinusoidale serve un gruppo convertitore a 900 giri comandato da un motore a corrente continua accoppiato a due alternatori speciali, con induttore rotante privo di poli salienti, muniti parzialmente di spire d'armatura chiuse in c. c. per

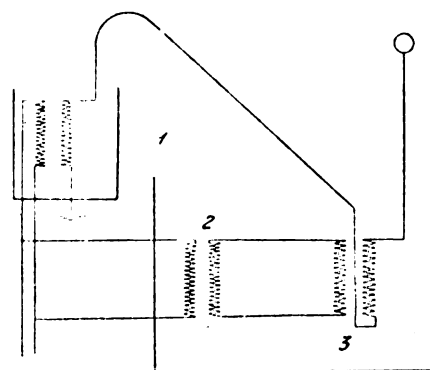


Fig. 2.

1. Trasformatore messo a terra.
2. Trasformatore d'isolamento.
3. Trasformatore isolato.

compensare la reazione d'indotto, della potenza unitaria di 500 kVA a 2300 volt, 60 periodi.

Essi permettono di alimentare indipendentemente due complessi trasformatori di prova. La loro tensione viene regolata mediante variazione di campo e commutazione serie-parallelo delle connessioni d'armatura.

I trasformatori principali da 500 kVA a 578 kV sono del tipo standardizzato dei trasformatori di prova delle G. E. Co. e rassomigliano in certi riguardi ai trasformatori industriali di costruzione corrente.

La loro altezza totale fino all'estremità superiore dell'isolatore ad a. t. è di 6,10 m. L'avvolgimento primario a. b. t. è avvolto ad elica in uno strato su un cilindro isolante che riveste il nucleo centrale; le sue estremità sono condotte fuori dal cassone nella parte inferiore. L'avvolgimento primario ad a. t. consiste di 50 bobine a disco a 2 sezioni, rivestite ciascuna di tela isolante con isolamento gradualmente rinforzato verso il coperchio ossia verso l'estremità fa-

cente capo alla linea. I due gruppi superiori di bobine sono pure rivestiti di un forte strato isolante (fig. 4).

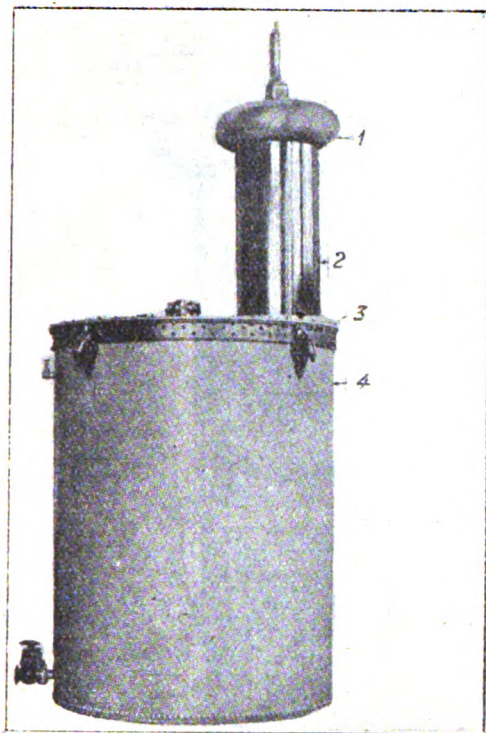


Fig. 3.

1. Calotta di ottone di 1,27 m. di diametro. (Le grandi dimensioni sono necessarie per rendere uniforme il campo elettrico in prossimità della calotta).
2. Tubo di porcellana ripieno di massa isolante.
3. Anello di alluminio.
4. Cassone di ferro.

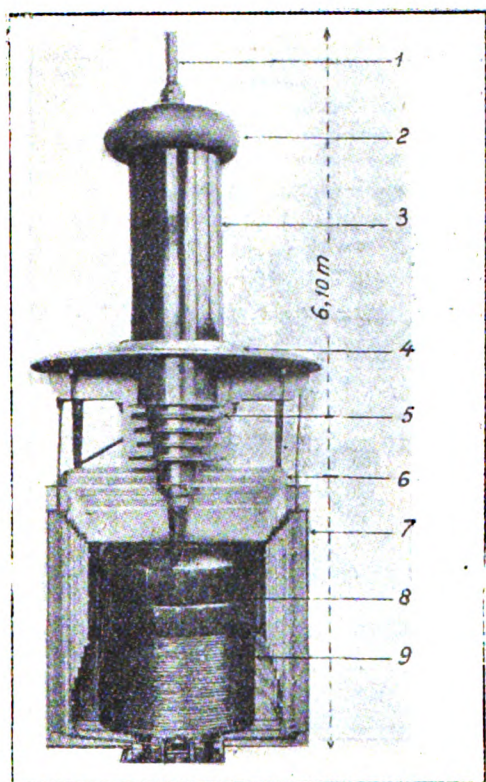


Fig. 4.

1. Conduttore centrale.
2. Calotta di metallo.
4. Tubo di porcellana.
5. Parte dell'isolatore d'estremità immersa nell'olio.
6. Isolamento rinforzato.
7. Nucleo magnetico.
8. Spire terminali con isolamento rinforzato.
9. Bobine a disco con isolamento normale.

Per assicurare una conveniente curvatura agli spigoli superiori del cilindro formato dall'avvolgimento ad a. t. un anello di legno di forte spessore e ben arrotondato ricoperto anzitutto da una lastra

di metallo e quindi avvolto in un grosso strato di tela isolante è applicato alla parte superiore dell'avvolgimento sotto il rivestimento dell'ultimo gruppo di bobine e collegato all'isolatore passante d'estremità.

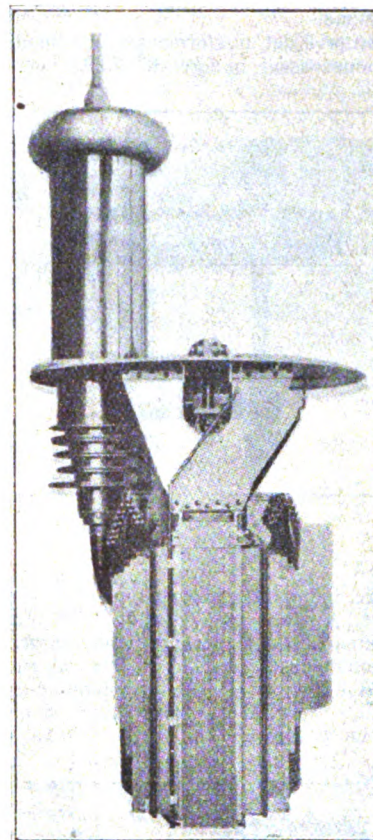


Fig. 5.

Il calibro del conduttore, lo spessore dell'isolamento fra spire, sezioni, bobine e gruppi vanno sempre aumentando verso la parte superiore, cioè verso l'estremità ad a. t. dell'avvolgimento per evitare corti circuiti causati dalle oscillazioni ad alta tensione e alta frequenza.

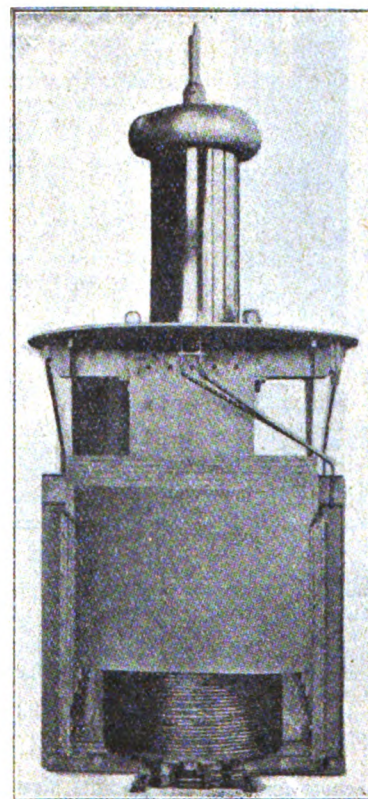


Fig. 6.

L'avvolgimento ad alta tensione consta di circa 48 km di piallina d'alluminio rivestita di carta. Questo conduttore ha una capacità di corrente corrispondente almeno a 5000 kVA; la sua scelta è determinata esclusivamente da considerazioni d'indole meccanica e elettrostatica. Per ottenere un isolamento della massima efficacia e

bobine uniformi vennero impiegate bobine a disco con una spira per strato.

Venne impiegato un conduttore d'alluminio precipuamente allo scopo di ridurre il peso delle singole bobine ed eliminare guasti durante la manipolazione.

La capacità propria del trasformatore è talmente elevata che la corrente d'eccitazione, assai minore di quella che si riscontrerebbe

tato per i trasformatori di prova di costruzione corrente e consta essenzialmente di un tubo di porcellana riempito di massa isolante con un conduttore centrale passante. Esso è provvisto all'estremità superiore di una calotta di ottone nichelata formata in modo da rendere

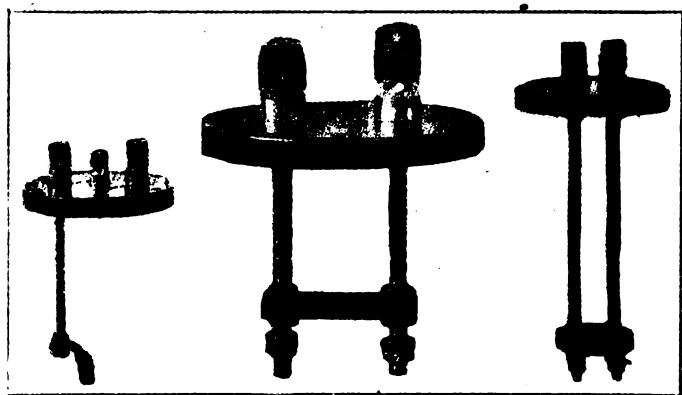


Fig. 7.

in un trasformatore industriale di egual potenza, è spostata in anticipo della tensione. A vuoto essa risultò di 76 amp. con un fattore di potenza in anticipo di 0,445 per una tensione primaria di 2500 V.

La capacità equivalente a quella propria del trasformatore misurata sul lato a 578 kV, è di 0,0015 microfarad e corrisponde all'incirca a quella di 10,6 m di cavo di un pollice con isolamento in carta dello spessore di un pollice.

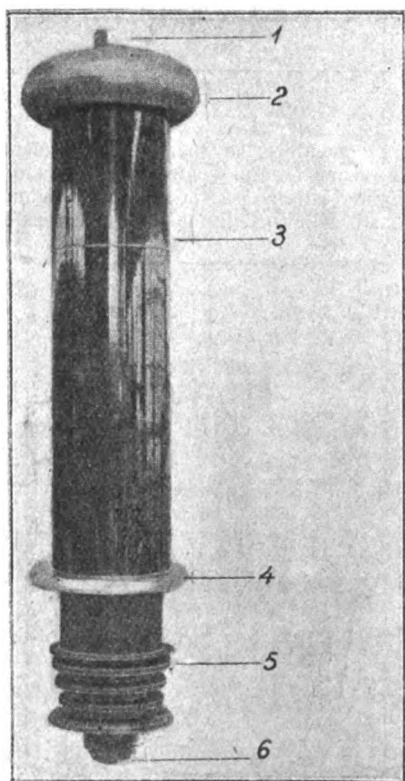


Fig. 8.

1. Estremità della sbarra di metallo passata centralmente attraverso il tubo di porcellana collegata coll'avvolgimento del trasformatore.
2. Calotta di ottone di 1,27 m. di diametro.
3. Tubo di porcellana ripieno di massa isolante.
4. Anello di alluminio fuso fissante il tubo di porcellana al coperchio del cassone di ferro.
5. Parte dell'isolatore d'estremità immersa nell'olio.
6. Estremità inferiore del conduttore centrale.

La corrente a vuoto misurata all'estremità messa a terra del lato a. t. del complesso a 1000 kV è di 0,5 amp., mentre quella a pieno carico è di 0,865 amp. L'isolamento fra avvolgimenti a bassa e alta tensione consta di una serie di cilindri isolanti concentrici e di spazi d'olio, in cui l'olio è fatto circolare. Piastre stampate di cartone pressato imbevuto d'olio e altri spazi d'olio consimili isolano l'avvolgimento ad a. t. dal nucleo (fig. 4). Il numero dei cilindri, piastre e spazi d'olio aumenta gradatamente verso l'orlo superiore del cassone in proporzione alle sollecitazioni di tensione. Il tipo d'isolatore d'estremità, ad alta tensione (figure 8 e 9) corrisponde a quello adot-

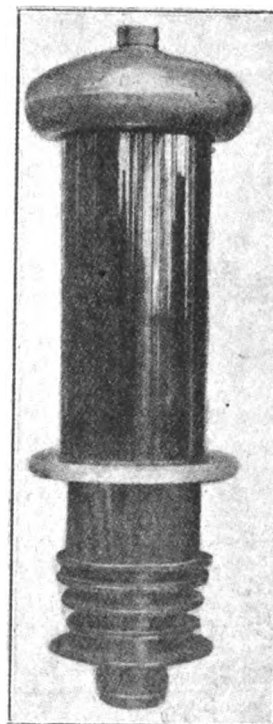


Fig. 9.

uniforme il campo elettrico e da eliminare effluvi per effetto corona e nella parte intermedia di un anello d'alluminio che serve per fissare l'isolatore al coperchio del trasformatore. La lunghezza totale dell'isolatore d'estremità per 1000 kV (fig. 8) è di 5,26 m. quella dell'isolatore passante d'estremità del trasformatore a 578 kV è di 3,78 metri.

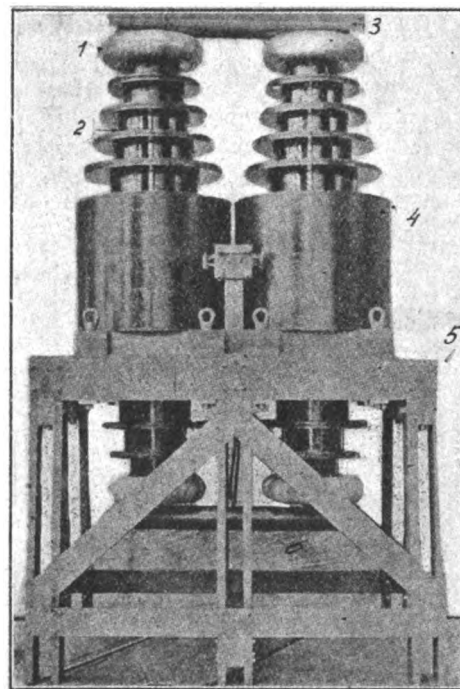


Fig. 10.

1. Calotta d'alluminio.
2. Isolamento rinforzato.
3. Tubo d'ottone che copre la parte superiore della bobina rettangolare dell'avvolgimento secondario (cfr. il tubo corrispondente alle estremità inferiori degli isolatori passanti).
4. Nucleo magnetico ricoperto dell'avvolgimento primario.
5. Supporto di legno impregnato.

Per la costruzione del trasformatore d'isolamento (fig. 10 e 11) della potenza di 500 kVA, 2500/2500 volt. 60 periodi, coll'avvolgimento secondario isolato per una tensione di esercizio di 500 kV, è stato scelto il tipo usuale adottato per i trasformatori di corrente.

Il nucleo magnetico consiste di due cilindri, formati da anelli di lamierino d'acciaio, del diametro esterno di 840 mm e privi di giunti. L'avvolgimento primario di piattina avvolta in un strato unico sul

nucleo a forma di toro e costituisce con quest'ultimo un cilindro cavo atto a venir isolato facilmente dall'avvolgimento secondario. L'isolamento in questione è fatto per mezzo di due isolatori, passanti ciascuno attraverso a uno dei suddetti cilindri, di costruzione simile agli isolatori d'estremità dei trasformatori principali. Entro questi due isolatori, provvisti ai loro estremi di calotte di alluminio a forma di anello per eliminare qualsiasi effluvio per effetto corona, passa un tubo di ottone attraversato a sua volta dall'avvolgimento secondario che, uscendo da una estremità di un isolatore viene introdotto nell'estremità corrispondente dell'altro isolatore in modo da costituire un ampio rettangolo a sezione circolare. Il trasformatore così costruito è portato da un supporto di legno impregnato ed è immerso nella gran vasca d'olio: il secondario è connesso direttamente coll'avvolgimento a bassa tensione del trasformatore isolato ed è in comunicazione metallica col nucleo di quest'ultimo e coll'anello portante l'isolatore d'estremità a 1000 kV (fig. 1).

Date le condizioni di funzionamento del trasformatore d'isolamento e il suo breve circuito magnetico le sue perdite e la sua corrente d'eccitazione sono assai ridotte.

La fig. 1 mostra, come si è detto, la disposizione più interessante per una potenza complessiva di 1000 kVA e per una tensione di 1000 kV verso terra. L'isolatore d'estremità per 1000 kV è portato da un supporto di legno impregnato, come il trasformatore d'isolamento, ed è immerso con quest'ultimo e il trasformatore principale collegato alla linea a 1000 kV in una vasca di lamiera di ferro piena d'olio affondata nel calcestruzzo, di 7,92 m di lunghezza, 4,88 m di larghezza e 4,27 m di profondità contenente 16,3 tonn. di olio.

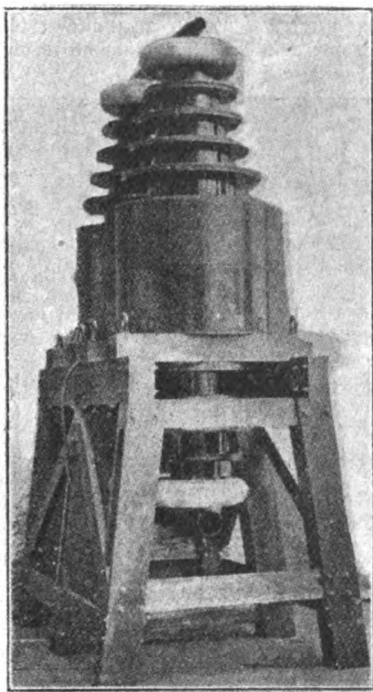


Fig. 11.

La tensione sul lato alta tensione può essere dedotta dal rapporto di trasformazione, dato il basso valore della reattanza dei trasformatori principali e dato il carico ridotto al quale funzionano di solito. Misurazioni più accurate con un errore minore del 0,5 % possono farsi col voltmetro alimentato dalla bobina voltmetrica di cui si è parlato, in virtù delle piccole variazioni a cui va soggetto il fattore d'ampiezza dell'onda della tensione in causa delle ottime caratteristiche dell'alternatore alimentante il circuito secondario e della bassa saturazione e alta capacità dei trasformatori.

Un terzo mezzo per misurare la tensione e che è specialmente adatto per indicare la presenza di tensioni transitorie sarà offerto da uno spinterometro a sfere; queste ultime sono fatte di lamiera di alluminio per renderle più leggere che sia possibile e hanno il diametro di 1 metro. L'asse dello spinterometro è verticale. Per mezzo di un congegno speciale la registrazione della distanza esplosiva, che può aver luogo anche durante le prove, si fa mediante fune senza fine, puleggie e ruote coniche ed è automaticamente indicata in millimetri sul quadro di controllo. Una resistenza di forte entità, costituita da bastoni di carborundum, collega la sfera superiore colla terra.

Oltre che nella disposizione già descritta, i trasformatori possono essere connessi in altre maniere e cioè: a) due trasformatori in serie per 1160 kV con punto di mezzo a terra; b) tre trasformatori in serie per 1500 kV col punto a 1/3 di distanza da un'estremità messo a terra; c) tre trasformatori connessi in un sistema trifase a stella con 1000 kV di tensione concatenata.

L'A. dà quindi un breve resoconto, illustrato da una serie di interessanti fotografie, sui risultati di alcune esperienze preliminari. Durante una di queste vennero formati a più riprese degli archi fra

due punte distanti 2,74 m con una tensione di 1000 kV verso terra; a tale scopo la tensione venne elevata gradatamente finché si formò l'arco, il quale poi si ruppe da sé in causa dell'abbassamento eccessivo della tensione ai morsetti dell'alternatore. L'arco fu ristabilito aumentando immediatamente la tensione per mezzo della regolazione del reostato di campo: il fenomeno si ripeté quindi a parecchie riprese in maniera simile finché per effetto delle violente oscillazioni prodotte, combinate con un aumento di tensione del 10 % si formò

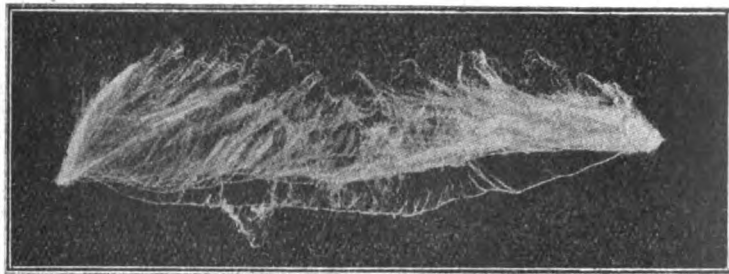


Fig. 12.

un arco ad alta frequenza fra la calotta dell'isolatore d'estremità e un riparo in ferro distante 3,96 m. In un'altra prova a 1000 kV verso terra si produsse una scarica fra una delle bobine di protezione disposte sopra l'isolatore d'estremità (fig. 1) e un tubo di ferro distante circa 5,50 m. La tensione istantanea necessaria a produrre una scarica di tal lunghezza può valutarsi a circa 2750 kV verso terra. Le figure 12 e 13 mostrano due serie di scariche successive fra punte distanti 3,35 m ottenute con una tensione di 1200 kV verso terra, con una resistenza di circa 525.000 ohm inserita nel circuito di una delle punte.

Altri archi ottenuti con una tensione efficace di 1500 kV e quindi del valore massimo di 2100 kV fra due punte distanti 4,27 m con tre trasformatori principali disposti in serie, col punto messo a terra a 1000 kV da un'estremità e 500 kV dall'altra, sono rappresentate dalle figure 14, 15 e 16.

Queste prove vennero eseguite con una resistenza di 400.000 ohm inserita nel circuito di una delle punte.

Altre esperienze interessanti vennero fatte a 1000 kV coi trasformatori principali collegati in un sistema trifase a triangolo/stella con neutro a terra e con elettrodi formati da tre sbarre di ottone appuntite disposte ai vertici di un triangolo equilatero di 2,74 m di lato. Durante queste prove, in mancanza di un elettrodo costituente un punto neutro artificiale, gli archi prodotti formarono indifferentemente sia un sistema a triangolo che a stella. Vennero successivamente prodotti altri archi con l'aggiunta di un elettrodo messo a terra costituente un neutro artificiale posto nel piano degli altri tre elettrodi. Siccome in tali condizioni predominava la formazione di archi a stella, l'elettrodo al neutro venne disposto ad una distanza di 0,305 m dal piano degli altri tre. Le figure 18-19 danno delle fotografie di archi così prodotti. Interessante l'arco della fig. 19 imitante con molta approssimazione un collegamento Scott. Gli archi delle successive figure 18-20 vennero prodotti eliminando il neutro artificiale. Durante tutte le prove coi trasformatori collegati in un sistema trifase venne esclusa qualsiasi resistenza addizionale fra i trasformatori e gli elettrodi.

L'A. dà poi il resoconto di alcune prove fatte su isolatori a sospensione colla nota disposizione di 2 trasformatori per 1000 kV verso terra, senza resistenze addizionali.

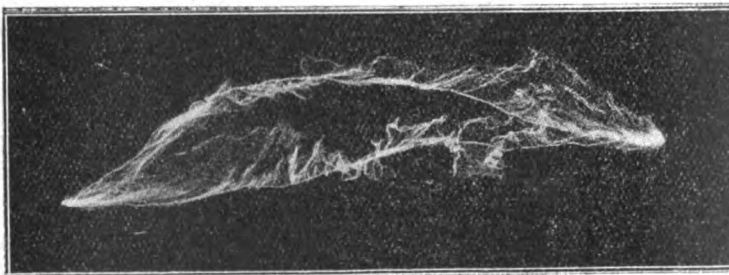


Fig. 13.

In causa dell'alta capacità del complesso così costituito la scarica iniziale, che sembra avere il carattere di una oscillazione rapidamente smorzata, rassomiglia a una scarica atmosferica diretta e tende a distruggere qualsiasi oggetto sotto prova. Essa è seguita ordinariamente da un arco a 60 periodi. La fig. 21 mostra un arco esterno a 60 periodi a 930 kV verso terra prodotto su una catena di 20 isolatori Hewlett della lunghezza totale di circa m 3,0. Dodici di questi isolatori furono sottoposti a parecchi archi successivi di cui l'ultima serie a 608 kV è mostrata dalla fig. 22. Dopo queste prove sei elementi

vennero trovati perforati dopo che i pezzi di porcellana erano stati proiettati a distanza, mentre gli stessi elementi sottoposti a ripetuti archi prodotti a mezzo di un trasformatore di costruzione meno recente e non messo a terra erano rimasti illesi. Come è già stato ac-

cipio che in ritardo. La differenza riscontrata fra il valore della tensione dedotto dal rapporto di trasformazione e quello misurato dal voltmetro per un solo trasformatore fu dell'1 % circa. Le differenze invece fra i valori delle tensioni misurati col voltmetro e quelli de-

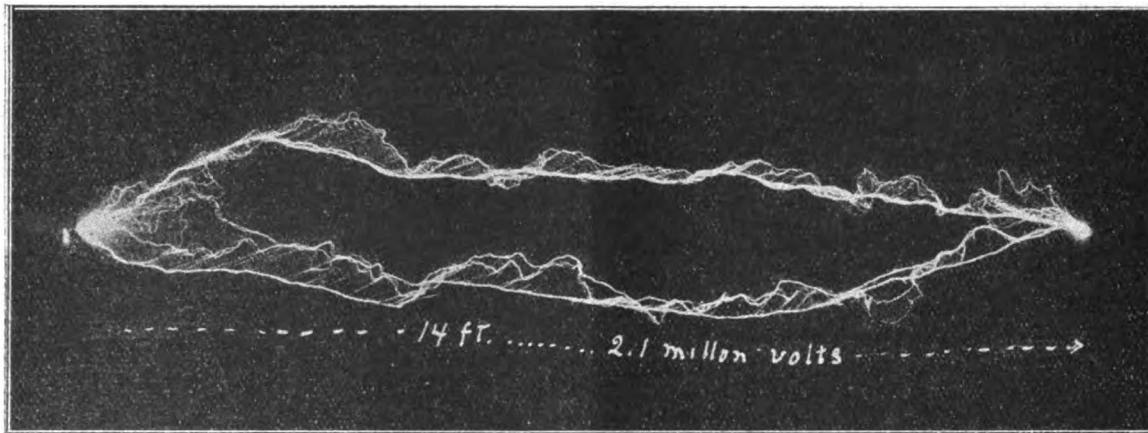


Fig. 14.

cennato, i trasformatori principali assorbono una corrente d'eccitazione in anticipo per effetto della loro capacitanza. Se connessi nel complesso monofase per 1000 kV, l'alternatore con una corrente di 97,5 amp. richiede soli 16 amp. per l'eccitazione. Quest'ultima è

dotti dalle distanze esplosive di uno spinterometro a sfere variano dal 7,5 % per un solo trasformatore al 22,5 % per due trasformatori con un'estremità messa a terra e vanno attribuite a tensioni transitorie che si riscontrano sempre in qualsiasi momento e che aumentano con

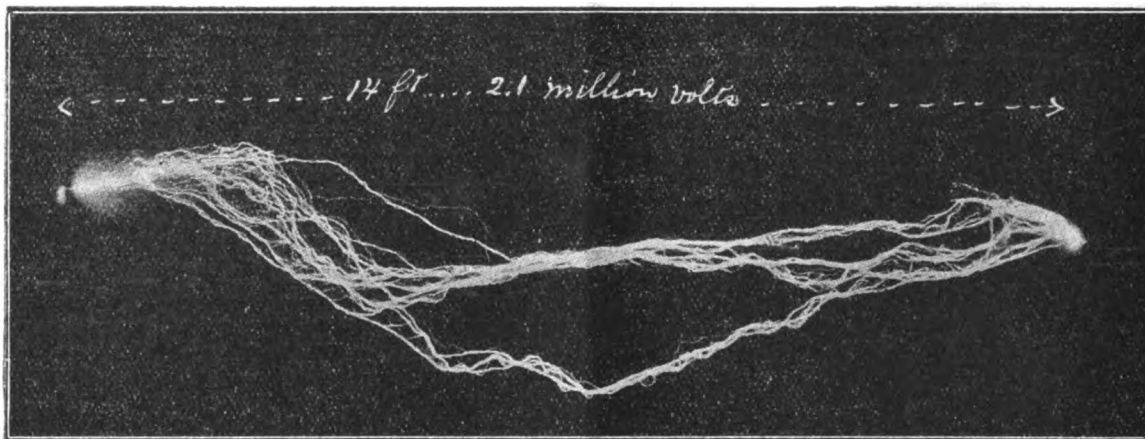


Fig. 15.

prodotta evidentemente in grande parte dalla reazione di armatura dovuta alla corrente in anticipo. Perciò la tensione non è stabile e la corrente; in anticipo quando il complesso funziona a vuoto, si sposta immediatamente in ritardo nell'istante di un c. c. prodotto da un arco, dando luogo di conseguenza a un repentino e forte abbassamento di

la tensione e raggiungono ai limiti più elevati dei valori assai considerevoli in causa evidentemente di risonanze di qualche parte del circuito.

A tali cause vanno attribuite anche le scariche di lunghezza superiore a quella corrispondente alla tensione misurata, di cui si è già

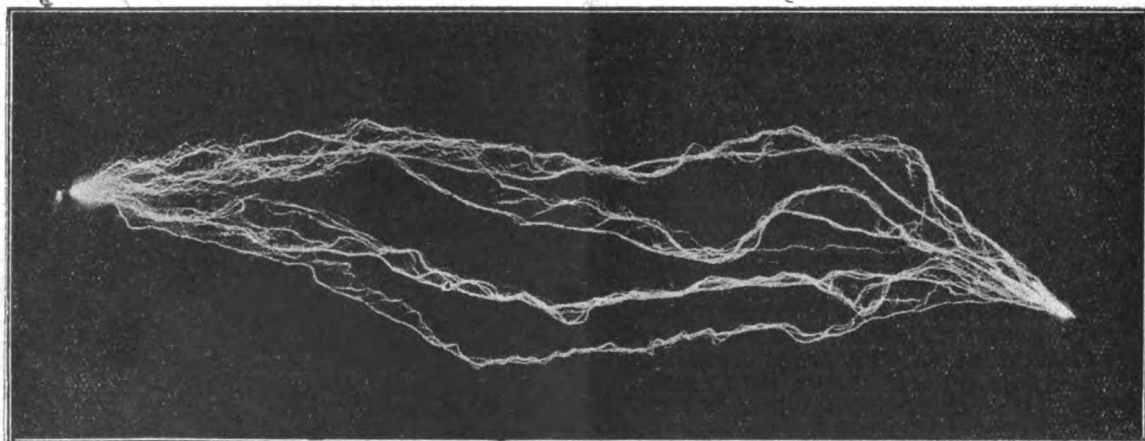


Fig. 16.

tensione. Prove eseguite dimostrano che è possibile ottenere una stabilizzazione della tensione inserendo nel circuito primario una reattanza in parallelo al lato a b. t. oppure una resistenza addizionale in serie nel circuito ad a. t., oppure combinando assieme questi due mezzi. Le prove dimostrarono che la forma d'onda della tensione prodotta dai due alternatori non viene praticamente deformata dal carico anche variante in limiti assai estesi, sia per corrente in anti-

parlato. Si spera, appena sarà pronto lo spinterometro a sfere già descritto, di estendere le prove preliminari e di eseguire tutta una serie di ricerche in un campo finora rimasto inesplorato. e. e. s.

P. S. — Si ritiene interessante di riprodurre testualmente alcune osservazioni preliminari che l'A. fa in merito al modo di interpretare le fotografie di scariche elettriche.

L'interpretazione di una fotografia richiede un'analisi dei diversi fattori che producono una traccia sulla lastra fotografica. Essi sono esposti in ordine cronologico rispetto ad una prova.

1) La scarica per effluvio (*brush discharge*) dell'effetto corona (se il potenziale è abbastanza elevato da produrlo). Questa scarica

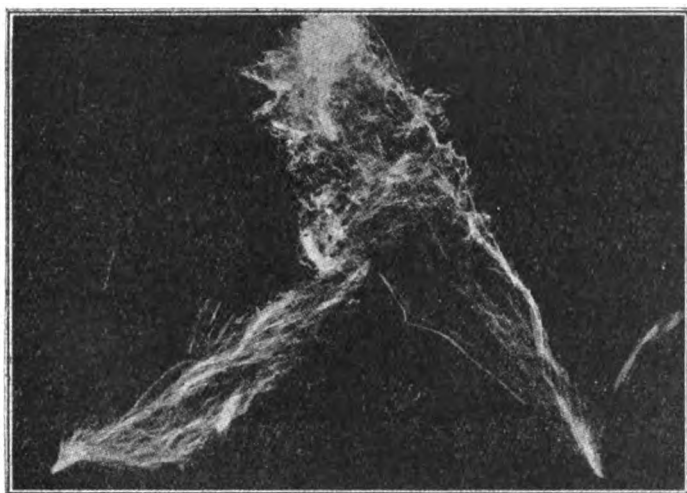


Fig. 17.

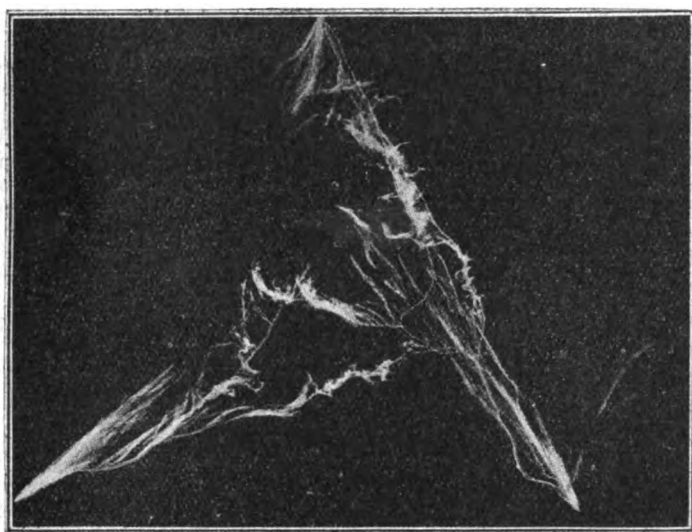


Fig. 18.

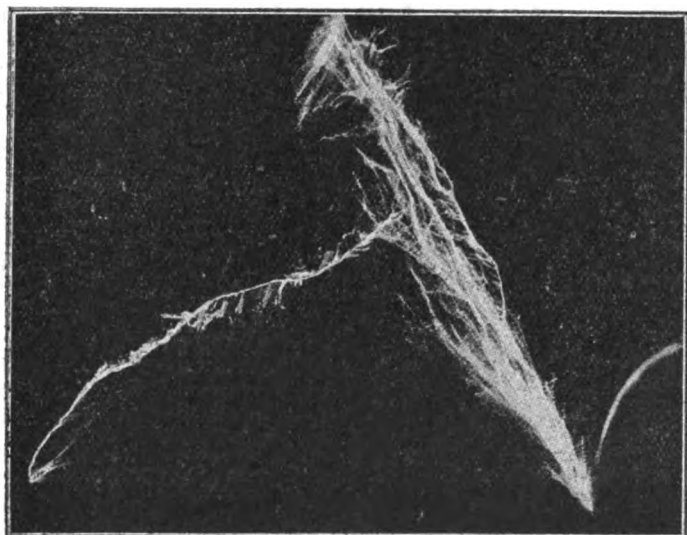


Fig. 19.

non è sì fortemente attinica come una scarica a scintilla o ad arco, e perciò il periodo d'esposizione delle lastre deve essere più lungo per produrre una immagine. Se la tensione è mantenuta per un certo tempo ad un valore assai prossimo e di poco inferiore a quello della tensione producente una scarica a scintilla, la scarica per effluvio che irradia per alcuni centimetri dagli elettrodi si sovrapporrà in modo assai sensibile alle tracce della scarica a scintilla e ad arco. La fig. 15

dà un buon esempio di questo caso per l'elettrodo ad alta tensione a sinistra al potenziale di 1000 kV da terra. La scarica per effluvio è meno marcata nell'elettrodo a destra che si trova a 500 kV verso terra; la stessa è pure meno marcata in tutte le altre fotografie di scariche.

2) La scarica a scintilla (*spark discharge*). Oltrepastato il valore della resistenza dielettrica dell'aria, l'ossigeno e l'azoto diventano immediatamente conduttori ed ha luogo una scarica di bagliore assai intenso. La tensione della scintilla è esclusivamente prodotta dal trasformatore ed ha inoltre il valore massimo dell'onda di ten-

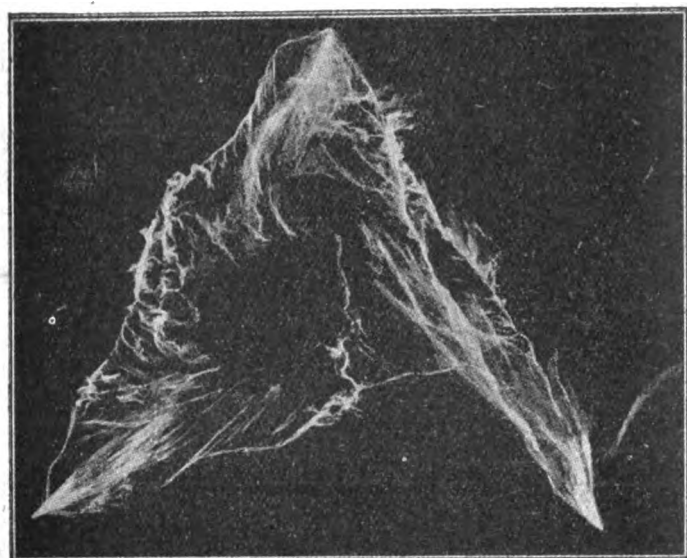


Fig. 20.

sione. Anche se la corrente è ridotta per mezzo di resistenze, il suo valore iniziale prodotto da questa tensione elevata, è più elevato di quello successivo. Poichè la tensione e la corrente si trovano al loro valore massimo, la temperatura della scintilla ha pure un valore massimo e la sua azione attinica sulla lastra fotografica ha il massimo d'intensità. Due separate strisce ben marcate dalla scarica a scintilla si possono dedurre nella fig. 14.

3) La scarica ad arco (*arc discharge*). Quando la scintilla per la sua temperatura tendente ad aumentare acquista la massima con-

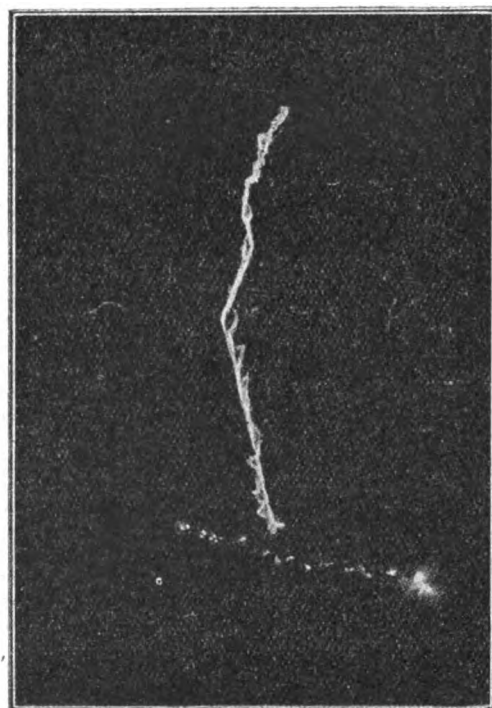


Fig. 21.

ducibilità, dei vapori di metallo staccatisi dagli elettrodi vengono convogliati dalla corrente nell'orbita della scarica e la tensione fra gli elettrodi si abbassa da due milioni a forse duecento volt lungo l'arco così formatosi. La induttanza naturale degli avvolgimenti del trasformatore e le resistenze addizionali inserite nel circuito riducono la corrente nell'arco. Se confrontata con quella prodotta dai massimi della corrente l'intensità luminosa dell'arco scompare quasi del tutto fra le singole alternazioni della corrente, così che essa non produce

alcun effetto sulle piastre fotografiche. Per incidenza vi sono sempre effetti relativi che possono venire riprodotti registrando opportunamente l'apertura della camera oscura. Di conseguenza poichè le correnti d'aria trasportano l'arco da una posizione nell'altra, si produrrà sulla lastra una striscia debole ad ogni massimo dell'onda di corrente dell'alternatore. Fra i movimenti dell'arco favorevoli ad essere fissati dalla lastra si troverà una traccia a forma di merletto (cfr. per es., la fig. 14 e altre fotografie di archi). Nella figura 14 si possono numerare nove e undici distinte alternazioni in ciascuna delle due scariche separate. È da notare che se l'arco viene effettivamente spento da correnti d'aria fredda in un punto qualunque della sua lunghezza la d. d. p. formatasi nello spazio libero prodotto da queste correnti aumenterà e si formerà una scintilla più o meno intensa mentre l'arco si forma di nuovo. In tal modo alcune strisce delle tracce di arco a forma di merletto avranno un'intensità maggiore delle altre.

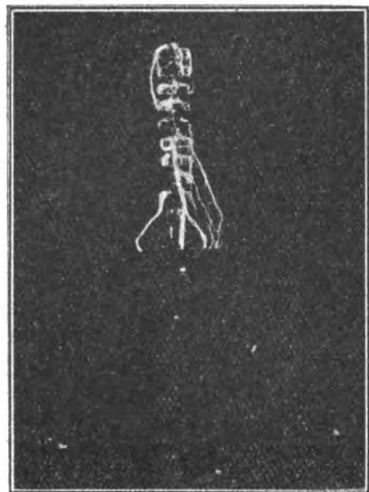


Fig. 22.

Inoltre nei casi in cui ogni successiva alternazione dell'arco cade nello stesso punto della lastra, la traccia riesce naturalmente più marcata. Queste tracce sovrapposte sono evidenti in parecchi punti dell'arco della figura 14.

4) *Durata dell'arco.* Dopo aver tenuto conto delle diverse forme di scarica il quarto fattore è o la durata (misurata sulla base del numero delle alternazioni) di un arco singolo, o il numero degli archi successivi fissati su una lastra fotografica. Gli archi della fig. 12 sono dei buoni esempi di alcune scariche di lunga durata sovrapposte.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

H. TURN — Il trasmettitore radio da 10 kW tipo Poulsen-Lorenz della Stazione di Königswusterhausen (E. T. Z., 28 giugno 1923, Vol. 44, N. 26, pag. 609)

I due apparati ad arco Poulsen forniti dalla Ditta Lorenz alla stazione di Königswusterhausen (che è la più importante stazione tedesca gestita direttamente dall'Amministrazione statale dei Telegrafi) furono dopo la guerra dotati in via sperimentale, per opera della ditta costruttrice, di numerosi perfezionamenti. Dopo che questi si furono dimostrati, in prolungato servizio, veramente vantaggiosi, l'Amministrazione ha incaricato la Lorenz di applicarli stabilmente ai due apparati della stazione.

È noto come nell'arco Poulsen la trasformazione di corrente continua in corrente oscillatoria sia agevolata dalla presenza di atmosfera di idrogeno o di idrocarburi, dall'azione di un forte campo magnetico trasversale, dalla rotazione di uno o di ambedue gli elettrodi. Il fatto che l'eccitazione totale o parziale del campo magnetico è fornita in serie dalla stessa corrente dell'arco, rende il funzionamento stabile ed autoregolatore. I principali perfezionamenti introdotti dalla Lorenz in confronto con i generatori ordinari sono, secondo l'A., i seguenti:

1) Oltre all'eccitazione principale, in serie, dell'elettromagnete è stata introdotta un'eccitazione separata, che con opportuna regolazione permette di ridurre al minimo i molesti fruscii che accompagnano spesso le emissioni ad arco;

2) Oltre alla rotazione lenta del catodo di carbone è stata adottata una rotazione rapida, in senso contrario, dell'anodo di rame (refrigerato da circolazione d'acqua), ottenendo così una maggiore regolarità e purezza dell'onda emessa, anche nel caso di emissioni su onde corte;

3) In luogo del solito collegamento diretto del circuito oscillatorio all'arco è stato applicato il dispositivo di Herzog costituito da una combinazione di induttanze in parallelo sull'arco, la quale permette sia di migliorare il rendimento anche sulle onde corte, sia di accrescere la potenza utile.

4) Per di più, con l'aggiunta di un buon circuito intermedio è stato possibile dare al sistema una grande acutezza di sintonia con eliminazione delle armoniche;

5) È stato introdotto un nuovo sistema di manipolazione, in cui durante le pause non solo è mutata la lunghezza d'onda, ma addirittura la corrente di antenna è ridotta quasi a zero. In corrispondenza la potenza assorbita dall'arco scende a un valore di « marcia a vuoto » sensibilmente ridotto, ciò che produce un notevole miglioramento nel rendimento medio. Questo sistema, a cui si accennerà più avanti, è basato sulle variazioni di permeabilità del ferro e permette anche la manipolazione ad alta velocità;

6) Con un sistema analogo è stato adattato l'arco al funzionamento come generatore per radiotelefonìa.

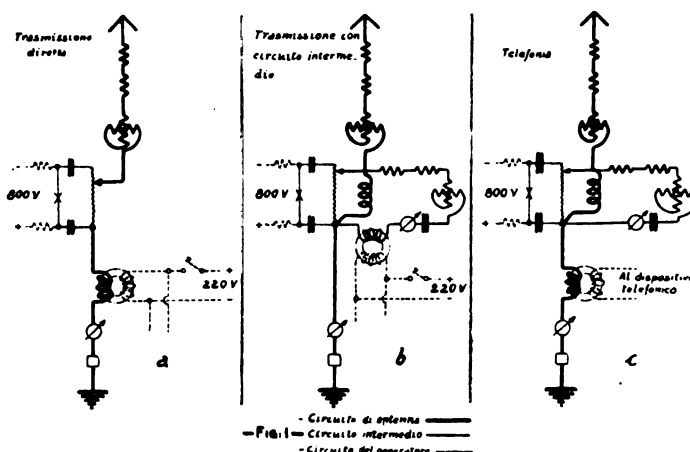


Fig. 1.

L'arco di Königswusterhausen funziona per lunghezze d'onda comprese fra 2600 e 9000 m con tensione di alimentazione fra 650 e 800 volt. Per le onde corte si usa un'antenna da 3,3 μF , per quelle lunghe una da 8,8 μF . Gli schemi a, b, c della fig. 1 rappresentano rispettivamente l'inserzione diretta, l'inserzione con circuito intermedio e la radiotelefonìa. Con l'antenna grande si hanno nel secondo caso 45 A nell'antenna e 30 A nel terzo; la corrente di alimentazione non deve superare, a regime, 50 A altrimenti intervengono nelle macchine e negli apparati riscaldamenti eccessivi. Nel funzionamento col circuito intermedio l'accoppiamento fra questo e l'antenna è regolabile. (L'A. non specifica quale sia il dispositivo a tal fine adoperato, nè si può rilevarlo dagli schemi b e c della figura 1, n. d. r.).

La capacità del circuito intermedio è costituita da due condensatori in olio, in parallelo (con scaricatore e resistenza di smorzamento per il caso di sovratensione); ciascuno di essi ha la capacità di 2,2 μF ; un terzo condensatore identico è aggiunto in parallelo coi primi per onde superiori a 6000 m. I due condensatori di arresto, che impediscono alla corrente continua di penetrare nel circuito derivato, sono di capacità assai maggiore, con dielettrico di mica, e protetti

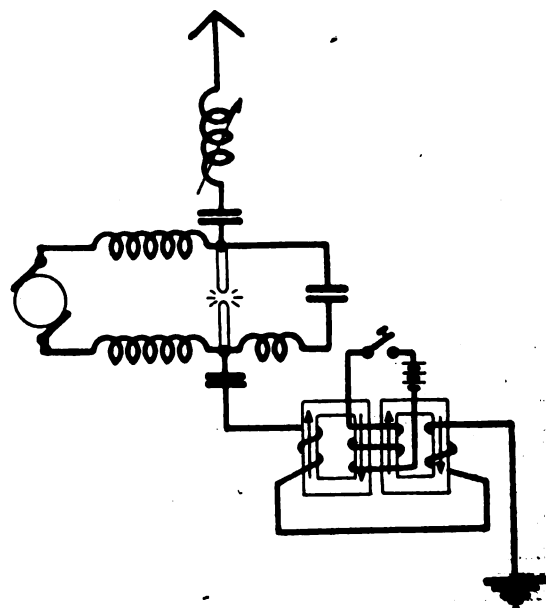


Fig. 2.

contro le sovratensioni per il fatto che è resa assai più facile la scarica agli orli (la quale si spegne da sé e non ha conseguenze dannose) che non la perforazione del dielettrico.

Il principio della manipolazione risulta dalla fig. 2 e consiste nella inserzione, in serie con l'antenna, di una reattanza a nucleo di ferro, fornita altresì di un circuito di corrente continua che può variamente saturare il ferro e far quindi variare fra ampi limiti il valore di quella reattanza. Per evitare che la tensione oscillatoria agisca nel circuito

di corrente continua, si usano due circuiti magnetici eccitati in opposizione di fase [come nei duplicatori magnetici di frequenza e nell'amplificatore magnetico dell'Alexanderson. *n. d. r.*] (¹). Il circuito oscillatorio derivato sull'arco e indicato dalla fig. 2 ha lo scopo di impedire all'arco di strapparsi durante la manipolazione. A tasto abbassato la reattanza ausiliaria è ridotta a un valore molto basso e l'arco fornisce energia oscillatoria all'antenna. A tasto alzato la reattanza ausiliaria sale a un valore molto grande, la corrente oscillatoria nell'antenna si riduce quasi a zero, ma l'arco rimane attivo sul circuito derivato pur consumando una potenza assai minore che a tasto abbassato.

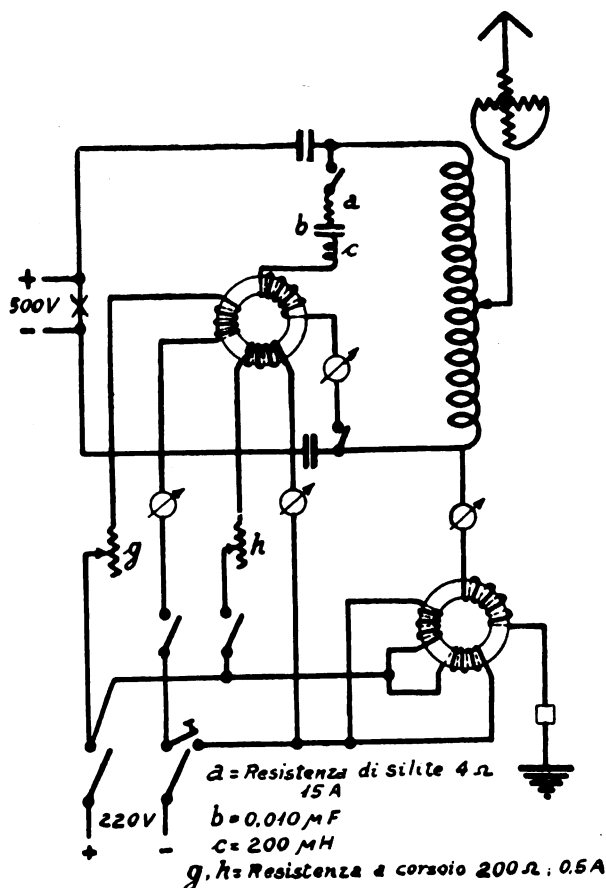


Fig. 3.

Dallo schema più completo della fig. 3 risulta che le reattanze di manipolazione sono due, l'una nel circuito di antenna, l'altra sul circuito intermedio, così che a tasto alzato è grande la reattanza di antenna e piccola quella del circuito intermedio, a tasto abbassato avviene l'opposto. Nel caso di manipolazione rapida il tasto agisce nel circuito di griglia di un triodo, il cui circuito anodico comprende le spirali magnetizzanti delle reattanze. Secondo quanto riferisce l'A questi schemi più complicati sarebbero necessari solo per il funzionamento con onde relativamente corte (minori di 6000 m). Il dispositivo per la radiotelegrafia è basato anch'esso sull'uso di una reattanza a nucleo di ferro variamente saturato dall'azione della corrente microfonica; esso è già stato descritto (²) e sembra aver dato ottimi risultati.

Riguardo al funzionamento normale dell'arco Lorenz da 10 kW sull'antenna B di Königswusterhausen ($C=5,7 \text{ m F}$) con onda 5250, l'A riporta i seguenti dati:

1) Autoeccitazione

a) con circuito intermedio:

Alimentazione a corrente continua 625 V 40 A (a vuoto 21 A); Corrente nel circuito intermedio 35 A corrente d'antenna 33 A;

b) senza circuito intermedio:

Alimentazione a corrente continua 620 V 50 A (a vuoto 26 A); Corrente di antenna 44 A.

2) Eccitazione separata

a) con circuito intermedio:

Alimentazione a corrente continua 640 V 36 A (a vuoto 19 A); Corrente nel circuito intermedio 35 A corrente di antenna 33 A;

b) senza circuito intermedio:

Alimentazione a corrente continua 630 V 47 A (a vuoto 24 A); Corrente di antenna 43 A.

(¹) L'Elettrotecnica, 25 maggio 1923, vol. X, n. 15, pag. 334 e Bollettino R. P. Vol. II, n. 23, pag.

(²) loc. cit., nota 1.

Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

Da pubblicazioni ufficiali del Ministero delle Poste e Telegraf (Direzione Generale dei Servizi Elettrici), riportate da «Telegraf e Telefoni», Anno IV, n. 2, fasc. XXI, marzo-aprile 1923, togliamo alcune notizie sui lavori telegrafici e telefonici effettuati nell'anno 1922.

TELEGRAFI

In dipendenza dei lavori di elettrificazione ferroviaria sono state impiantate nuove palificazioni, quasi tutte accoppiate, per una lunghezza di Km 500, sulle quali sono stati stesi oltre 7000 chilometri di filo di bronzo.

Lo sviluppo totale della rete telegrafica è, attualmente:

Km. 60.000 di palificazione;
Km. 300.000 di fili telegrafici;
Km. 100.000 di fili telefonici.

Nel 1922 sono stati consolidati e sistemati km. 25.000 di palificazione con l'impiego di circa 50.000 pali nuovi, e riordinati circa 60.000 km di fili esistenti.

Per l'impianto di nuovi fili telegrafici e telefonici la rete è stata ampliata di km. 3720 per fili telegrafici e telefonici interni e di km. 1600 per fili internazionali.

Sono stati impiantati ed attivati al pubblico N. 142 nuovi Uffici telegrafici e N. 25 Uffici fonotelegrafici. Per tali Uffici sono stati costruiti km. 420 di nuova palificazione e sono stati stesi km. 900 di nuovi fili.

Per lo sviluppo della rete telegrafica secondaria sono stati attivati nuovi circuiti telegrafici per uno sviluppo di km. 550 e sono in corso lavori per uno sviluppo di km. 300.

I nuovi casi sottomarini posati furono:

Roma-Messina	km. 600
Messina-Catania	» 101
Catania-Siracusa	» 56
Torchianea-Favazzina	» 9
Maddalena-Tempio	» 2

Importanti miglioramenti sono stati apportati al materiale tecnico degli uffici. Furono rinnovate le batterie di accumulatori negli Uffici di Genova, Milano, Bologna e Napoli e si sono iniziati i lavori per l'impianto di speciali accumulatori nell'Ufficio di Lecce. Sono in corso, e fino ad ora con buon esito, gli studi per l'applicazione dell'apparato celere Baudot sul cavo Roma-Messina-Siracusa, e gli esperimenti sull'apparato celere automatico Siemens fra Roma e Messina. È stata aumentata l'applicazione delle ruote foniche ai gruppi Baudot e si è proceduto all'acquisto di convertitori a mercurio per la carica delle batterie.

Riguardo la radiotelegrafia, nel 1922 sono stati emessi 91 nuovi decreti di concessione per stazioni di bordo le quali hanno così raggiunto il numero di 4550. Il traffico di tali stazioni con quelle costiere italiane è stato di 400.000 parole. La corrispondenza fra le stazioni radio terrestri ha raggiunto i 5.000.000 di parole. Con la stazione di Halifax, gestita da un gruppo di giornali americani, il servizio regolare di telegrammi di stampa raggiunge la media di 45.000 parole mensili.

La statistica del traffico telegrafico svoltosi nel 1922 in confronto a quello del 1921 ha dato i seguenti risultati:

Anno 1922

Telegrammi accettati	N. 21.059.669
» recapitati	» 27.859.002
» trasmessi	» 52.546.119
» ricevuti	» 55.196.337

Anno 1921

Telegrammi accettati	N. 23.094.820
» recapitati	» 30.487.890
» trasmessi	» 56.008.110
» ricevuti	» 58.870.633

Il totale dei telegrammi scambiati agli apparati si ottiene moltiplicando le cifre dei telegrammi *trasmessi* e *ricevuti*.

Causa principale della riduzione del traffico dal 1921 al 1922 è stata la sospensione della franchigia dei telegrammi di Stato; gli introiti invece, per l'elevamento delle tariffe, da L. 65.713.059,68 nel primo semestre 1921 sono saliti a L. 67.854.881,10 nel primo semestre 1922.

Per un più dettagliato confronto del traffico telegrafico nei due anni 1921 e 1922 si riporta un prospetto statistico del lavoro svoltosi negli Uffici principali del Regno.

Uffici	TELEGRAMMI							
	Anno 1922				Anno 1921			
	Accettati	Recapitati	Trasmessi	Trasmessi	Accettati	Recapitati	Trasmessi	Ricevuti
Ancona	83, 718	170, 949	458, 952	459, 425	92, 232	173, 652	474, 999	476, 788
Bari	170, 890	286, 653	1, 318, 264	1, 299, 131	174, 974	310, 461	1, 452, 815	1, 427, 476
Bologna	198, 397	423, 935	1, 654, 238	1, 541, 748	260, 742	496, 472	1, 759, 734	1, 751, 225
Firenze	377, 698	557, 410	1, 688, 370	1, 781, 700	391, 678	589, 109	1, 829, 109	1, 921, 392
Genova	683, 384	1, 115, 431	2, 334, 334	2, 626, 863	669, 207	1, 118, 931	2, 347, 963	2, 616, 841
Milano	1, 200, 433	1, 935, 753	4, 575, 738	4, 515, 028	1, 331, 357	2, 869, 671	5, 065, 565	4, 963, 554
Napoli	405, 550	1, 411, 548	2, 937, 348	3, 666, 242	434, 748	1, 523, 782	3, 071, 529	3, 479, 234
Palermo	190, 010	586, 120	1, 086, 127	1, 463, 409	205, 520	624, 592	1, 158, 363	1, 576, 588
Roma	1, 064, 282	2, 808, 277	4, 715, 644	4, 729, 926	1, 156, 729	2, 793, 385	4, 808, 608	4, 929, 386
Torino	452, 689	873, 964	1, 777, 817	2, 177, 591	448, 040	886, 331	1, 697, 759	2, 050, 234
Venezia	222, 500	391, 305	1, 776, 521	1, 939, 130	245, 797	436, 757	1, 936, 614	2, 126, 391

TELEFONI

Nel 1922 oltre che alla costruzione di nuovi edifici per Centrali è stato provveduto all'amplificazione di quelle esistenti ed alla trasformazione di alcune centrali a sistema manuale in quelle a sistema automatico.

Rete di Torino

Abbonati al 1° gennaio 1922 N. 7452
Nuovi abbonati nel 1922 » 285

Totale abbonati al 1° gennaio 1923 N. 7737

Per le sottocentrali di Borgo Po e Borgo San Paolo si è acquistata l'area con la spesa rispettiva di L. 71.110,56 e L. 62.790.

Il 7 maggio è stata inaugurata la centrale automatica di 10.000 numeri il montaggio della quale è stato affidato alla S. I. T. I. in base a contratto per l'importo di lire-oro 6.933.214. In relazione al montaggio della detta centrale la S. I. T. I. provvede anche alla trasformazione degli impianti degli abbonati (spesa prevista L. 800.000).

La Western (contratto per L. 101.300), ha provveduto all'aumento dell'equipaggiamento del permutatore principale della Centrale Urbana ed alla fornitura per una centrale interurbana (spesa prevista L. 423.600).

Per l'ampliamento della rete sono stati posati m. 22.600 di cavi sotterranei con la spesa di L. 700.000 ed è tuttora in corso la posa di nuovi cavi aerei per una spesa complessiva di L. 546.000.

Rete di Milano

Abbonamenti al 1° gennaio 1922 N. 17.194
Nuovi abbonati nel 1922 » 510

Totale abbonati al 1° gennaio 1923 N. 17.704

Sono in corso di ultimazione i lavori di costruzione delle sottocentrali della zona Romana e della zona Vercelli e si sono proseguiti i lavori per la costruzione del nuovo edificio della zona Venezia.

Con la S. I. T. I., per la fornitura delle Centrali automatiche per 20.000 numeri, è stato stipulato apposito contratto per lire-oro 14 milioni e 995.295.

È stata aumentata di 2600 linee la potenzialità del permutatore della zona Centro; la fornitura, dell'importo di L. 50.000, è stata fatta dalla Western.

È stata ultimata la nuova rete per la zona di Porta Romana con la spesa di L. 4.919.530,90; la costruzione della nuova rete per la zona Vercelli (ammontare previsto in L. 1.650.000), è stata affidata alla Società Italiana Pirelli; nella zona di Porta Venezia è in corso il trasporto delle linee al nuovo fabbricato con un tratto di tubazione a 30 fori che allaccia l'edificio alla canalizzazione telefonica esistente, per tale lavoro si prevede la spesa di L. 433.000.

Rete di Venezia

Abbonati al 1° gennaio 1922 N. 2522
Nuovi abbonati nel 1922 » 145

Totale abbonati al 1° gennaio 1923 N. 2667

Per la fornitura e l'impianto delle nuove Centrali: urbana e interurbana si sono stipulati con la F. A. T. M. E. due contratti per gli importi:

per la centrale urbana dollari 114.000, più L. 457.000
per la centrale interurbana » 55.250, più L. 145.000

Per la nuova rete si sono posati cavi sotterranei per una potenzialità di 6450 coppie. I nuovi cavi hanno una lunghezza di m. 19.735 ed uno sviluppo in coppie di 4.845 Km. La spesa globale è stata di L. 1.500.000.

Sono stati portati a buon punto i lavori per la costruzione della rete urbana di Venezia a cavi aerei, per i quali si prevede una spesa di L. 2.036.570.

Rete di Genova

Abbonati al 1° gennaio 1922 N. 8148
Nuovi abbonati nel 1922 » 198

Totale abbonati al 1° gennaio 1923 N. 8346

Per la fornitura e l'impianto della nuova Centrale automatica nella zona Pellicceria si è stipulato un contratto con la S. I. T. I. per l'importo di lire-oro 4.234.302 (in tale somma è però compreso l'aumento di 3000 numeri alle Centrali automatiche di Roma).

Rete di Bologna

Abbonati al 1° gennaio 1922 N. 2386
Nuovi abbonati nel 1922 » 1182

Totale abbonati al 1° gennaio 1923 N. 4468

Per l'ampliamento delle Centrali si sono stipulati con la F. A. T. M. E. i seguenti contratti:

per l'aumento di 1080 numeri alla Centrale urbana tipo Antwerp per L. 950.000;
per la fornitura di una nuova Centrale interurbana per 326.000 lire;

per l'ampliamento del permutatore della Centrale urbana per 1440 linee per L. 28.500.

Per l'ampliamento della rete e tuttora in corso la posa di nuovi cavi sotterranei ed aerei in modo da aumentarne la potenzialità a 2325 coppie.

Rete di Roma

Abbonati al 1° gennaio 1922 N. 14.041
Nuovi abbonati nel 1922 » 177

Totale abbonati al 1° gennaio 1923 N. 14.218

Per la fornitura e l'impianto della nuova Centrale automatica destinata alla zona Viminale è stato stipulato un contratto con la S. I. T. I. per lire-oro 3.455.265,40; ed alla Western è stata affidata la fornitura di una nuova Centrale multipla interurbana pure per il Viminale.

Sono stati portati a termine i lavori di canalizzazione della nuova rete telefonica del Viminale con la posa di m. 17.768 di tubo.

Nella zona Prati è stata ampliata la rete per una potenzialità di 125 coppie nuove; nella zona Salaria sono state posate 2375 coppie nuove.

Rete di Napoli

Abbonati al 1° gennaio 1922 N. 6524
Nuovi abbonati nel 1922 » 185

Totale abbonati al 1° gennaio 1923 N. 6709

È stata quasi ultimata la costruzione dell'edificio per la nuova Centrale telefonica del Rione Amedeo. Per la fornitura e l'impianto della detta Centrale, della potenzialità di 2500 numeri, è stato stipulato un contratto con la Western per dollari 292.810.

Rete di Firenze

Abbonati al 1° gennaio 1922 N. 4702
Abbonati in meno » 27

Totale abbonati al 1° gennaio 1923 N. 4675

Alla Western è stata affidata, per L. 381.500, la fornitura per una nuova Centrale multipla interurbana.

Rete di Livorno

Abbonati al 1° gennaio 1922 N. 1119
Nuovi abbonati nel 1922 » 12

Totale abbonati al 1° gennaio 1923 N. 1131

Alla F. A. T. M. E. è stata affidata:
la fornitura di una nuova Centrale interurbana per L. 160.000;
l'aumento di tre tavole, per complessivi 1080 numeri, alla attuale Centrale urbana tipo Antwerp, per L. 385.000.

Rete di Reggio Calabria

Abbonati al 1° gennaio 1922	N. 557
Nuovi abbonati nel 1922	» 5
Totale abbonati al 1° gennaio 1923	N. 562

Sono stati ultimati i lavori d'installazione del nuovo commutatore multiplo a batteria centrale della capacità di 820 numeri. Il lavoro è stato eseguito dalla Western per L. 168.500.

Rete di Messina

Abbonati al 1° gennaio 1922	N. 920
Nuovi abbonati nel 1922	» 118
Totale abbonati al 1° gennaio 1923	N. 1038

Per la costruzione della nuova rete sono in corso forniture per L. 1.200.000.

Rete di Catania

Abbonati al 1° gennaio 1922	N. 1467
Nuovi abbonati nel 1922	» 130
Totale abbonati al 1° gennaio 1923	N. 1597

È stata quasi ultimata la posa di 900 nuove coppie di fili in cavi aerei.

Rete telefonica nazionale.

È stato concluso con la S. I. R. T. I. il contratto per la costruzione della linea telefonica in cavo sotterraneo Torino-Milano-Genova per una lunghezza di 310 km di cavo della potenzialità media di 40 bicippe (spesa prevista L. 50.000.000).

Per l'attivazione di un nuovo cavo telefonico lungo il traforo del Sempione è stato fornito e posto in opera un cavo di km 22 per una potenzialità di 10 bicippe.

Si sono acquistati, per il collegamento delle Isole alla Centrale urbana di Venezia, m 2200 di cavo sottomarino con una spesa di L. 99.600; si sono acquistati inoltre, per L. 66.915, m 15.600 di cavo per il collegamento delle stazioni radiotelegrafiche e telefoniche di San Paolo e Centocelle in Roma con l'Ufficio telegrafico e telefonico di San Silvestro.

Sono stati attivati 78 circuiti telefonici mandamentali per i quali occorsero km 420 di doppio filo di bronzo da mm 2,5, km 593 di doppio filo di bronzo da mm 3, km 640 di doppio filo di acciaio da mm 3, e furono impiantati n. 106 Uffici telefonici.

Sono stati inoltre impiantati:

N. 6 posti completi di amplificazione termoionica Siemens (uno a Paola, uno a Cosenza, uno a Napoli, uno a Bologna e due a Roma).

N. 5 posti completi di amplificazione Western (tre a Roma, uno a Milano e uno a Torino).

N. 2 posti completi di amplificazione A. E. G. (uno a Milano e uno a Venezia).

N. 2 comunicazioni telefoniche ad alta frequenza (uno a Genova ed uno a Milano).

T.

*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Locomotori francesi. — La ferrovia Paris-Orléans ha in servizio, dal giugno 1920, cinque locomotori tipo 1-D-1, della C.ie Electromécanique, da 1500 kW, 650 V a corrente continua, atti a raggiungere velocità orarie di 100 km in rettilineo, 90 e 50 km, rispettivamente, in curve con raggio di m 500 e 150 (la velocità normale non supera, finora, gli 80 km); l'accelerazione in partenza è di m 0,20-0,25 al 1^{ma}, con treno di 250 tonn. Il peso è di 87,21 tonn, di cui 47,54 per la parte meccanica e 39,67 per la parte elettrica; il peso aderente è di 68,5 tonn; le ruote motrici hanno m 1,50 di diametro. I motori sono 2 a 10 poli; i contatti ai reostati sono 18, di cui 14 per l'avviamento; la regolazione di velocità, automatica, si compie mediante collegamento in serie o in parallelo e variazione del campo. La trasmissione del vuoto è a bielle laterali e manovelle; la velocità critica, inerente a questo sistema, è tenuta inferiore a quella di lavoro, mediante opportuno accoppiamento elastico che evita anche sforzi anormali; l'elasticità è anche assicurata da molle ad elica fra le armature e gli alberi. La velocità critica è intorno a 38 km-ora (motori in parallelo, eccitazione massima). Con velocità superiori a 85 km, si verifica qualche scotimento; in questi casi converrebbe accrescere il peso e la lunghezza del treno.

e. m. a.

DECRETI, LEGGI E REGOLAMENTI

Disposizioni sul prezzo della energia elettrica.

Regio Decreto-Legge 22 luglio 1923, n. 1633 della Raccolta ufficiale delle leggi del Regno (Gazz. Uff. N. 186 dell'8 Agosto 1923).

Visti i Regi decreti-legge 31 ottobre 1919, n. 2264 e 13 marzo 1921, n. 288;

Visto il decreto Luogotenenziale 27 febbraio 1919, n. 250, e i Regi decreti-legge 8 ottobre 1920, n. 1605, 9 dicembre 1920, n. 1847, 16 agosto 1922, n. 1257, 8 febbraio 1923, n. 359;

Visti i decreti-legge 28 dicembre 1919, n. 2547, 1° dicembre 1921, n. 1653 e 1° febbraio 1922, n. 61;

Sulla proposta del Nostro Ministro Segretario di Stato per i lavori pubblici, di concerto con quello dell'industria;

Udito il Consiglio dei Ministri;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Art. 1.

I venditori di energia elettrica, comunque prodotta, sono autorizzati ad applicare, fino alla scadenza dei contratti, delle convenzioni e delle concessioni in corso, gli aumenti che, in esecuzione dei Regi decreti-legge 31 ottobre 1919, n. 2264 e 13 marzo 1921, n. 288, hanno già attuati od hanno diritto di attuare, nelle tariffe e nei prezzi delle forniture in essi contemplati, a meno che non abbiano diversamente convenuto mediante accordi diretti con i compratori. Anche le rinnovazioni tacite avranno luogo sulla base dei prezzi così aumentati.

Però, alla data del 1° gennaio 1925 e del 1° gennaio 1928 potrà farsi luogo alla revisione dei detti aumenti, allo scopo di adeguare le tariffe ed i prezzi agli eventuali mutamenti nelle condizioni generali del costo di produzione e distribuzione dell'energia elettrica.

Art. 2.

La domanda per la revisione autorizzata dal capoverso dell'articolo precedente, potrà essere proposta da una delle parti entro 30 giorni dalla data stabilita nel capoverso medesimo e dovrà essere comunicata dalla parte istante all'altra, mercè lettera raccomandata con ricevuta di ritorno. Entro 15 giorni da quello di ricevimento della richiesta, l'interessato dovrà dichiarare all'istante se intenda addvenire a trattative per la revisione. Qualora esso non risponda entro il termine ora indicato o risponda negativamente o qualora non si raggiunga l'accordo fra gli interessati entro un mese dalla data suddetta l'istante potrà, a seconda dei casi, promuovere il provvedimento del Prefetto o la costituzione del collegio arbitrale a norma degli articoli seguenti.

Art. 3.

Nei riguardi dei contratti, delle convenzioni e delle concessioni che abbiano riferimento a tariffe per una collettività di utenti, in rappresentanza di questi, la revisione autorizzata dal capoverso dell'articolo 1 sarà domandata dal Comune al concessionario e rispettivamente da questo al Comune, e sarà fatta stabilendo una variazione alle percentuali già applicate in dipendenza dei citati decreti-legge 31 ottobre 1919, n. 2264 e 13 marzo 1921, n. 288.

Provvederà sull'oggetto, con suo decreto, il Prefetto della provincia, sentita la Commissione tecnica consultiva, di cui all'art. 10.

Per le ditte esercenti in più provincie, la competenza a provvedere spetterà al Prefetto della provincia in cui la ditta stessa ha il suo più importante centro di distribuzione, previ accordi con gli altri Prefetti.

Art. 4.

Nei riguardi dei contratti, delle convenzioni e delle concessioni che non abbiano riferimento a tariffe per una collettività di utenti, la revisione autorizzata dal capoverso dell'articolo 1, in difetto di accordo fra le parti, sarà fatta da un collegio arbitrale, il quale verrà costituito a norma del contratto, se questo contiene una clausola compromissoria o, altrimenti, da tre arbitri, di cui due saranno nominati rispettivamente dal venditore e dall'utente, ed il terzo, che assumerà le funzioni di presidente, verrà scelto dai due primi o, qualora essi non vi provvedano entro 30 giorni dalla nomina, dal presidente del Tribunale, sentiti gli arbitri stessi. I detti arbitri avranno i poteri di amichevoli compositori, ed osserveranno nell'esplicamento del loro mandato, le norme dettate per i giudizi arbitrali dal Codice di procedura civile.

Dovranno però pronunziare la loro decisione entro 60 giorni dalla costituzione del collegio.

Potranno anche ricorrere al giudizio degli arbitri, nominati con le norme su espresse, le parti che non credano di accettare le determinazioni adottate dal Prefetto, in applicazione dell'articolo precedente. Il ricorso non sospende, però, l'esecuzione del decreto prefettizio.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benefici della Associazione.

Art. 5.

Nei riguardi dei contratti, delle convenzioni e delle concessioni, che interessano le Ferrovie dello Stato od altre amministrazioni statali, la revisione autorizzata dal capoverso dell'articolo 1, sarà fatta dal Ministero dei lavori pubblici, su parere della terza sezione del Consiglio superiore dei lavori pubblici, la quale si pronunzierà, sentite le parti.

Art. 6.

La terza sezione del Consiglio superiore dei lavori pubblici, le Commissioni tecniche consuntive, costituite a norma dell'articolo 10, ed i collegi arbitrali, di cui all'art. 4, nel pronunziarsi sulla richiesta di revisione di prezzi o tariffe contrattuali, terranno, fra l'altro, conto della natura dei singoli contratti e delle loro particolari pattuizioni.

Art. 7.

Nei casi in cui la richiesta di revisione dei prezzi dell'energia sia stata avanzata dal venditore, il compratore che non creda di accettare le decisioni del collegio arbitrale, di cui all'art. 4, ha facoltà di risolvere il contratto col 1° del mese successivo, dandone avviso al venditore entro 10 giorni dalla ricevuta notificazione della sentenza.

Art. 8.

I contratti di fornitura di energia da aziende produttrici ad aziende elettriche municipalizzate, che siano per scadere prima del 31 dicembre 1926, sono, nell'interesse di queste ultime, prorogati di diritto fino alla detta data, nei limiti delle potenze generate presso le aziende produttrici medesime e che siano disponibili per contratti stipulati con altre aziende produttrici.

In difetto di accordo fra le parti, la determinazione dei prezzi nel periodo di proroga sarà fatta con decreto del Prefetto, sentita la commissione consultiva, a norma dell'articolo 3. Resta consentito a norma dell'articolo 4, il ricorso al collegio arbitrale.

L'azienda municipalizzata, che non intendesse avvalersi della proroga, dovrà darne avviso all'altro contraente almeno un anno prima della scadenza del contratto.

Art. 9.

Sono dichiarate nulle, e prive di effetto, tutte le clausole contenute nei capitoli di concessione o nelle convenzioni fra Comuni ed aziende elettriche, che ostacolano, direttamente od indirettamente, la sostituzione di energia idroelettrica o prodotta con l'uso di combustibili nazionali ad energia prodotta termicamente con combustibile da importarsi dall'estero, ovvero l'adozione di provvedimenti tendenti al miglioramento tecnico ed economico dell'esercizio, purchè dalla sostituzione o dalla adozione dei suddetti provvedimenti non venga aggravato finanziariamente al Comune od agli utenti, nel qual caso chi richiede la sostituzione deve assumere a suo carico l'aggravio medesimo.

Ogni contestazione al riguardo sarà deferita al giudizio arbitrale di cui all'art. 4.

Art. 10.

In ogni provincia sarà istituita, con decreto del Prefetto, una commissione tecnica consultiva composta di tre membri dei quali uno sarà l'ingegnere capo del Genio civile (servizio generale) della provincia, o chi lo sostituisce, incaricato della presidenza e gli altri due saranno scelti fra i compratori ed i venditori di energia elettrica. Si fa anche luogo alla nomina di un segretario.

La commissione siede presso la Prefettura ed è nominata nel mese di giugno di ogni anno. La sua prima costituzione avrà luogo entro un mese dall'entrata in vigore del presente decreto.

Le commissioni sono chiamate a dar parere ai Prefetti per la emanazione dei provvedimenti loro demandati dal presente decreto. Esse provvedono quindi ad accertare le spese sostenute per la produzione dell'energia idrica o termica, e se quelle denunciate per la produzione termica siano corrispondenti ad un esercizio condotto normalmente e secondo le buone regole della tecnica, ed a determinare le percentuali di variazione dei prezzi, i sovrapprezzi per l'energia termica ed i criteri di reparto.

A ciascuno dei membri della commissione tecnica consultiva spetta, per ogni seduta, l'onorario di L. 50, al segretario quello di Lire 30.

Le note degli onorari, e delle eventuali spese, sono compilate dal presidente e liquidate dal Prefetto.

Le spese occorse per la commissione consultiva tecnica sono annualmente dal Prefetto ripartite fra i venditori di energia elettrica della provincia.

Disposizioni transitorie e finali.

Art. 11.

Con effetto dal 1° maggio 1923, e fino al 31 dicembre 1924, resta prorogato il termine entro il quale il distributore di energia elettrica può, a norma dell'articolo 12 del R. decreto legge 31 ottobre 1919, n. 2264 e del R. decreto-legge 8 febbraio 1923, n. 359, continuare ad esigere dai propri clienti il compenso supplementare o sovrapprezzo, che lo indennizzi del maggior costo del combustibile ai fini dell'applicazione della disposizione che precede.

La commissione menzionata nell'articolo 7 del decreto Luogotenenziale 27 febbraio 1919, n. 250 è sostituita da quella costituitasi

a norma dell'art. 10 del presente decreto ed il collegio arbitrale, previsto dallo stesso articolo 7, sarà costituito a norma dell'articolo 4 del decreto medesimo.

Art. 12.

Tutte le disposizioni del presente decreto si applicano anche alle nuove provincie in quanto non contraddicano a pattuizioni già intercorse fra le parti prima dell'entrata in vigore del medesimo. Tali pattuizioni conserveranno la loro efficacia quando anche importino aumenti superiori o diversi da quelli consentiti in applicazione del presente decreto.

Di conseguenza, anche nelle nuove provincie si potrà fare luogo agli aumenti consentiti dai Regi decreti-legge 31 ottobre 1919, numero 2264, e 13 marzo 1921, n. 288.

Art. 13.

Resta abrogata ogni disposizione contraria o diversa da quelle contenute nei decreti legge 28 dicembre 1919, n. 2547, 1° dicembre 1921, n. 1653, 1° febbraio 1922, n. 61.

Le commissioni arbitrali istituite a norma delle disposizioni preesistenti resteranno soppresse solo dopo l'espletamento dei ricorsi ora pendenti davanti alle medesime.

Tutte le controversie che erano finora deferite alle commissioni arbitrali predette, in quanto dal presente decreto diversamente non sia disposto, saranno sottoposte al giudizio arbitrale a norma dell'articolo 4.

Il presente decreto sarà presentato al Parlamento per la sua approvazione in legge.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserito nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 22 luglio 1923.

VITTORIO EMANUELE

MUSSOLINI — CARNAZZA — ROSSI.

Personalia

L'Ing. Gr. Uff. Guido Semenza è stato invitato a tenere una conferenza, il 1° Dicembre prossimo, all'Association Française des Electriciens, sul tema: *Considerazioni sugli scambi di energia fra le reti.*

È stato inoltre destinato a tenere la XV^a Kelvin's lecture all'Institution of Electrical Engineers di Londra, nella primavera dell'anno prossimo. Rallegramenti.

Il Consocio Prof. Ing. Giuseppe Belluzzo è stato, dal Presidente del Consiglio dei Ministri, nominato Presidente della Società Anonima Ansaldo Cogne nella quale, come è noto, il Governo è intervenuto per 72 milioni. I nostri vivi rallegramenti.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

L'ELETTROTECNICA — Ogni annata	L. 60,—
più per postali	9,—
Abbonamento (nel Regno)	60,—
(estero)	70,—
Un numero separato (nel Regno)	2,50
(estero)	3,—
più per postali	1,—
STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:	
Vol. I. - II ^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente	20,—
più per postali	2,—
Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia	20,—
più per postali	3,—
Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).	
L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)	2,50
più per postali	0,80
CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia	1,—
più per postali	0,50
NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici	3,—
più per postali	1,—
NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche	4,—
più per postali	1,—
NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana	1,50
più per postali	0,80
Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACI-NOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso)	3,—
più per postali	1,—
DESCRIZIONI IMPIANTI:	
1° Fascicolo - Impianti Società Conti (Crego)	6,60
Per Soci dell'A. E. I. e abbonati al giornale	9,—
Per non Soci e non abbonati	9,—
Per spedizione sottofascia raccomandata	1,—

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

E GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Il successo della XXVIII Riunione a Venezia.

Dopo la riunione dello scorso anno a Milano che, per numero di intervenuti, perfezione di organizzazione, interesse di programma e sviluppo delle discussioni aveva notevolmente superato le precedenti, parve a più d'uno che si fosse toccato un massimo e che non sarebbe stato facile uguagliare se non superare i risultati raggiunti. E si sentì parlare della necessità di cambiare metodo organizzando con criteri radicalmente diversi le future riunioni annuali. Senza dubbio non è da escludere che una evoluzione sia non solo possibile ma anche necessaria perchè, evidentemente, ciò che andava bene per una associazione di uno o due migliaia di soci e per riunioni di cento o duecento persone può non rispondere più alle esigenze di un sodalizio di cinque mila soci e di convegni di parecchie centinaia di partecipanti. Siamo, anzi, d'avviso che, all'attuale periodo di rapido incremento dell'A. E. I. debba necessariamente seguire un periodo di riassetto e di riorganizzazione dell'Associazione nostra; ma con tutto ciò possiamo affermare col più vivo compiacimento che la riunione di Venezia ha dissipato ogni dubbio, superato ogni previsione e soddisfatto ad ogni maggiore esigenza, confermando una volta di più, sotto ogni riguardo, la potenzialità del nostro Sodalizio. Il numero degli intervenuti di poco superiore, in valore assoluto, a quello dello scorso anno, segna, in via relativa, un progresso, se si tien conto della diversa «forza numerica» delle Sezioni di Milano e di Venezia; l'organizzazione si è modellata, perfezionandosi, su quella dell'anno precedente; tutto il lungo e vasto programma si è svolto nel modo più ordinato, fra la generale soddisfazione dei convenuti che ha trovato la sua manifestazione nel vivo, cordiale applauso rivolto al Presidente Generale Del Buono alla fine dell'assemblea. E non potendo qui ricordare singolarmente quanti contribuirono e collaborarono a così lieto risultato ci sia almeno concesso di rinnovare all'Ing. A. Pitter, Presidente della Sezione Veneta, e che di tutta l'organizzazione fu l'animatore, le espressioni di plauso tributategli dai congressisti.

Se all'interesse del programma ed alla perfetta sua attuazione si aggiunge il fascino di una città veramente unica al mondo a cui un tempo quasi sempre bellissimo aggiunse la magia dei più suggestivi colori autunnali, si comprenderà come la XXVIII Riunione sociale debba essere particolarmente ricordata dai fedeli di tutti i nostri convegni.

*

Anche dal punto di vista tecnico — lo abbiamo implicitamente già detto — il risultato fu assai soddisfacente. Si poteva temere per la vastità del programma — anche se di fatto le applicazioni di cui veramente si discusse furono due o tre — e per la poca consistenza tecnica di quanto per ora ha tratto con le applicazioni elettro-agricole. Invece, col riunire nell'ambiente più ristretto di una Commissione i principali oratori che nell'assemblea avevano preso la parola sull'elettificazione dell'agricoltura, si poté giungere facilmente ad accordare le varie tendenze e ad approvare un organico ordine del giorno che se non può certo avere la pretesa di risolvere il grande problema, pone assai bene in luce le principali difficoltà da superare e le vie da seguire. E la giornata dedicata a Padova alla radiotecnica, con la bella introduzione volgarizzatrice del Prof. Lori e con l'organico gruppo di lavori presentato dagli ufficiali dell'Istituto r. t. della R. Marina, ha certamente raggiunto il principale dei suoi scopi: quello di richiamare l'attenzione e l'interesse di tutti gli elettrotecnici su questo campo finora troppo trascurato mentre potrebbe assumere importanza del tutto preminente in un non lontano avvenire. La piccola, interessante mostra di apparecchi, organizzata pure a Padova del Prof. Lori, ha contribuito assai validamente allo scopo.

Pel resto rinviando i lettori alla cronaca della riunione che diamo più avanti senza pregiudizio dei verbali ufficiali che saranno predisposti dalla Segreteria.

Regolazione correttiva o preventiva?

L'Ing. ALBERTAZZI risolveva oggi, con la sua lucida ed interessante esposizione, un problema già antico, ma veramente interessante. Tutti gli apparecchi di regolazione — anche quelli elettrici che ci sono più famigliari — agiscono in conseguenza di una variazione della grandezza che essi vogliono mantenere costante; sono, cioè, regolatori correttivi. Nel campo degli apparecchi elettrici i fenomeni sono in generale così rapidi, almeno rispetto alle nostre sanzioni, che i risultati possono essere in generale assai soddisfacenti; ma nel campo della meccanica il tempo richiesto da questa regolazione correttiva è sempre bene apprezzabile, e se noi potessimo spogliarci della nostra mentalità di tecnici abituati a tante meraviglie, troveremmo che l'ingegnosa degli odierni regolatori tachimetrici dei motori primi termici ed idraulici, ha veramente del prodigioso. Tuttavia molti da tempo si sono chiesti, come se lo è chiesto ora l'Albertazzi, se non sarebbe preferibile, appunto nel campo dei motori idraulici e termici, intervenire coll'azione regolatrice prima che la velocità vari, approfittando, appena si manifesti, dello squilibrio fra coppia motrice e coppia resistente che genera la variazione di velocità. Come ci ricorda lo stesso Albertazzi, ingegnosi tentativi fatti in addietro non ebbero fortuna per le notevoli difficoltà insite nel problema: prima fra tutte, crediamo, la necessità che sia ben nota e costante nel tempo la relazione che lega i valori della coppia motrice al grado di ammissione del fluido motore. Con tutto ciò non è detto che non si possa ritornare sul passato. Indipendentemente infatti dalla soluzione illustrata dall'Albertazzi, sulla quale richiamano l'attenzione dei competenti, è certo che i progressi ottenuti in campi affini potrebbero permettere di risolvere oggi quello che non parve possibile un tempo. L'elettricità — dato che il problema interessa particolarmente i gruppi generatori idroelettrici — potrebbe forse essere utilmente chiamata a collaborare...

Telegrafi autografici.

Come è noto, il problema della trasmissione elettrica a distanza non già delle lettere dell'alfabeto come nella telegrafia ordinaria, sibbene di segni, grafici, manoscritti, fotografie, ecc., da riprodursi fedelmente nel punto di arrivo, ha appassionato e appassionata da parecchi decenni gli inventori ed ha dato luogo ad un numero considerevole di soluzioni. Nessuna di queste si può tuttavia dire completa e definitiva e nessuna ha infatti raggiunto finora quella estesa diffusione e quell'impiego normale e corrente, che sono il più solido indice di successo. Il Dott. PIERUCCI, che si accinge, se non siamo male informati, a comunicare qualche novità in questo campo, o che almeno lavora in esso già da tempo, pubblica per ora una sistematica rassegna dell'argomento, sottoponendo a classificazione critica le varie soluzioni note e mettendo in rilievo le difficoltà contro cui ciascuna di esse, per un motivo o per l'altro, è andata ad urtare.

LA REDAZIONE.

ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica
del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,—
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentata da una quota del 20 % per spese di Amministrazione.

REGOLAZIONI "CORRETTIVE", E REGOLAZIONI "PREVENTUALI", DI VELOCITÀ NELLE MACCHINE ACCOPPIATE □ □

A. ALBERTAZZI

Con la denominazione di « macchine accoppiate » vuolsi qui intendere: gruppi costituiti da una macchina motrice, e da una macchina condotta. Ciò che nel presente scritto si intende esaminare, non è già il problema generico della regolazione di velocità, che oggi si può ritenere esaurientemente studiato, bensì si vuol far risaltare la differenza di caratteristiche fra le regolazioni tachimetriche, attualmente in uso, si può dire esclusivo, nella pratica corrente, e altri tipi di regolazione. Scopo del confronto: il vedere se la ripresa del problema con nuovi criteri d'applicazione, presenti probabilità di utilizzare le caratteristiche vantaggiose di altri modi di regolazione senza addossarsene i difetti che hanno contribuito all'abbandono quasi totale di essi.

Si esamina il quesito anzidetto sotto l'aspetto industriale, tralasciando considerazioni che non abbiano carattere d'applicazione. Si suppongono quindi noti i termini del problema generico della regolazione di velocità, e ci si riferisce in modo speciale alle macchine per le quali il problema stesso presenta particolare interesse, e cioè ai gruppi elettrogeni, e fra questi con riguardo speciale alle turbine idrauliche accoppiate ad alternatori.

Se si consulta un moderno trattato o un manuale di idraulica industriale, non si trova cenno di altri metodi di regolazione che non siano quello tachimetrico. E invero è questo che, entrato ormai nella pratica corrente, ha raggiunto un grado di precisione e di prontezza, che soddisfa alle ordinarie esigenze delle macchine industriali.

Ma tali risultati si conseguono a patto dell'introduzione di organi delicati, e di costruzione costosa, negli apparecchi cui è demandato il compito della regolazione, complicazioni che ci proponiamo di dimostrare dovute al carattere *correttivo* della regolazione tachimetrica. E spieghiamo intanto che cosa s'intende per carattere *correttivo*, in antitesi con il carattere « *preventuale* » di altri tipi di regolazione.

La regolazione tachimetrica si vale di una *irregolarità già avvenuta* per regolare il regime di marcia di una macchina, vale a dire questo sistema è inteso a *correggere* la variazione di velocità (o la tendenza all'aumento di essa) quando essa ha già cominciato a verificarsi, giacché l'impulso ad agire viene conferito agli organi di regolazione solamente in seguito allo spostamento del collare del tachimetro, effetto esso medesimo di una variazione di velocità già avvenuta.

Prima che si determini uno scarto di velocità in conseguenza di una variazione del momento resistente, un altro fenomeno si verifica, che può pensarsi localizzato nel punto di accoppiamento delle due macchine del gruppo; la variazione, cioè, del momento di torsione trasmesso dalla macchina motrice alla macchina « resistente » o condotta. Utilizzando tale variazione ai fini della regolazione, l'impulso ad agire sarebbe conferito agli organi della regolazione non appena si manifesta la tendenza cioè la causa immediata della variazione di velocità, benchè tale causa sia a sua volta effetto del variato carico sulla macchina condotta. Vale a dire: l'inizio della manovra di regolazione potrebbe aversi prima che sia avvenuta l'accelerazione (positiva o negativa) delle masse rotanti, donde la denominazione di « *preventuale* » con cui si potrebbe definire il metodo.

L'idea di ricorrere ad altri elementi per la regolazione, che non siano la forza centrifuga è stata applicata nei regolatori d'inerzia, nei regolatori dinamometrici, cronometrici, e in quelli idraulici o pneumatici. Fra queste categorie di apparecchi solo quelli dinamometrici e, entro certi limiti, quelli d'inerzia, hanno carattere « *preventuale* » gli altri funzionano in seguito a una avvenuta accelerazione della macchina.

La lunga serie di regolatori di vari generi, (di cui un elenco interessante riporta il Lecornu ⁽¹⁾) che si sono affacciati alla applicazione industriale, e che vennero messi in disparte di mano in mano che si sviluppava il tipo tachimetrico, può significare che quello, risultante da così estesa selezione, possiede meriti ragguardevoli, come in fatto nessun competente può disconoscere, onde è che parrebbe fuor di luogo battere altra via mentre quella già percorsa ha fatto capo a risultati che non lasciano margine a desideri sotto l'aspetto esclusivamente tecnico.

Ma ci proponiamo di esaminare a qual prezzo, cioè con quali mezzi meccanici, si è ottenuto l'attuale regolatore tachimetrico che per sensibilità, per prontezza, per stabilità soddisfa alle moderne esigenze, e vogliamo prospettare una possibilità di paragonabili risultati applicando un altro principio che, se non nella generalità, in una certa categoria di applicazioni potrebbe forse rappresentare una semplificazione non trascurabile.

La regolazione tachimetrica indiretta.

Il Léauté ha dimostrato che con un regolatore indiretto *semplice* se si vuole avere una macchina a regolazione stabile, cioè non soggetta alle oscillazioni (« a lungo periodo ») indefinite, è necessario — oltre a ridurre al minimo gli attriti relativi al tachimetro — consentire un'ampia zona d'equilibrio, con un forte scarto di velocità fuori di detta zona. Vale a dire che con un regolatore indiretto *semplice* non si evitano le oscillazioni indefinite se non a patto di mantenere la velocità entro limiti assai distanti, e, in generale, non compatibili con le esigenze attuali, specie per le generatrici elettriche.

Richiamiamo quei pochi punti che servono al nostro assunto, costituenti l'esame del comportamento d'un regolatore tachimetrico ad azione indiretta, da cui appare l'indole meccanica dell'apparecchio. Comunque il regolatore sia congegnato, l'organo primo di esso può essere schematicamente rappresentato da un pendolo conico che, per mezzo del suo collare, impegna, in un dato punto del suo movimento di ascesa il dispositivo di chiusura, e in un dato punto del movimento in senso inverso, il dispositivo di apertura del distributore o parzializzatore. Vi sarebbe quindi, teoricamente, una data velocità per iniziare l'apertura e una data velocità per iniziare la chiusura dell'organo che distribuisce il fluido motore, mentre, per effetto degli inevitabili attriti, il comportamento non è così semplice.

In modo espressivo lo ha dimostrato il Dwelshauers-Déry per mezzo del diagramma che qui si riproduce:

Le velocità della macchina — o se vuolsi le velocità dell'albero del regolatore che sono proporzionali ad esse — si segnino sull'asse delle ascisse, e sull'asse delle ordinate si portino le altezze del col-

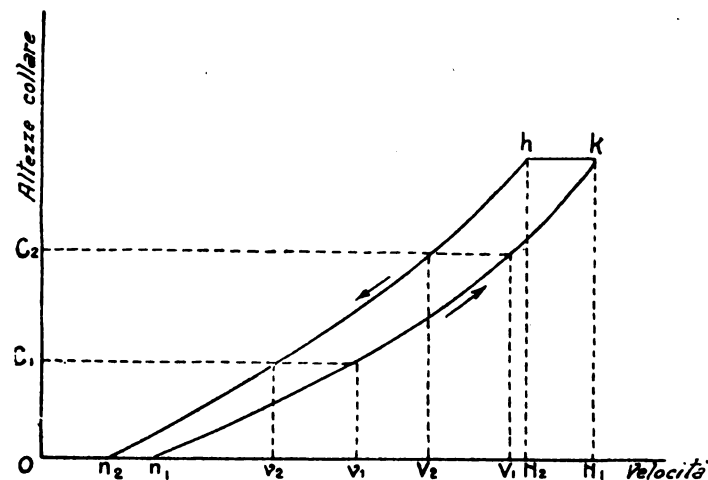


Fig. 1.

lare. Aumentando la velocità da n_1 a N_1 si ottiene una certa curva $n_1 k$ durante la corsa ascendente del collare. Se poi si fa rallentare la macchina il collare rimane per un certo periodo alla stessa altezza fino a che la velocità abbia raggiunto un valore N_2 minore di N_1 , dopo di che comincia ad abbassarsi descrivendo una seconda curva $h n_2$ col variare della velocità da N_2 a n_2 . Se C_1 e C_2 sono le posizioni del collare in cui viene iniziato rispettivamente il movimento di apertura (scendendo) e di chiusura (salendo) del distributore, si ottengono dal diagramma i punti:

V_1 e V_2 velocità di impegno e rispettivamente di disimpegno del dispositivo di chiusura;

v_2 e v_1 velocità di impegno e rispettivamente di disimpegno del dispositivo di apertura;

che possiamo convenzionalmente chiamare velocità attacco e stacco chiusura; rispettivamente attacco e stacco apertura.

Avvenuto l'impegno del meccanismo che modifica la distribuzione del fluido motore, l'ideale sarebbe, osserva il Léauté, che esso funzionasse giusto il tempo necessario per portare il distributore alla posizione corrispondente al nuovo regime. È evidente intanto dal diagramma sopra riportato, che gli attriti non consentirebbero di conseguire questo scopo, ma prescindendo dagli attriti, è ovvio che occorre un certo tempo affinché la velocità, dopo avere continuato ad aumentare durante l'impegno p. es., del meccanismo di chiusura, venga ad assumere il valore corrispondente al disimpegno. Ricorrendo al

(1) Les régulateurs des machine à vapeur, Paris 1904.

del distributore. Suppongasi che, invece di essere fisso, il fulcro si possa spostare in dipendenza dello spostamento del distributore, e cioè che quest'ultimo sia connesso al fulcro per il tramite di un organo che si può rappresentare in forma di una camma M la quale sposta il fulcro F facendogli assumere posizioni diverse per ogni diverso grado di apertura del distributore. Se il punto F viene in F' l'effetto che si otteneva per la posizione C del collare si ha solamente quando la posizione di esso è C' cioè quando la velocità del tachimetro è in certa misura maggiore che nel primo caso. La variazione della velocità di funzionamento così ottenuta dipende dalla forma della camma, ed è noto come, in relazione ad una delle conclusioni del Léauté bisogna fare in modo che l'azione dell'asservimento sia tanto più sentita quanto minore è il carico della macchina, in modo cioè che uno stesso scarto di velocità provochi spostamenti del distributore tanto minori quanto più basso è il regime di carico della macchina.

Si ottiene cioè, con la appropriata forma della camma di asservimento (sovente sostituita con un semplice manovellismo in posizione opportuna) lo scopo che si conseguirebbe con un tachimetro, *gli spostamenti del cui collare fossero tanto minori quanto più alta la posizione di partenza.*

L'asservimento, dunque, del fulcro al distributore, corrisponde a quel diverso andamento delle linee $f(V_1)$ e $f(V_2)$ del diagramma (fig. 3) che abbreviano il percorso del punto figurativo, verso il nuovo stato d'equilibrio fra il lavoro motore e il lavoro resistente, e l'andamento di tali linee, che è dato dalla forma della camma (o in generale, dal dispositivo di asservimento) si può ottenere tale, da evitare le oscillazioni indefinite (cicli chiusi del Léauté) con tanto maggiore efficacia quanto più esse sarebbero probabili, e cioè quanto minore è il carico della macchina. E in questo particolare si trova la ragione per cui alle primitive camme lineari (o piani inclinati) si siano poi sostituite nei più moderni regolatori, organi che graduano l'asservimento commisurandolo approssimativamente al carico, come avviene per i manovellismi o leve a squadra in cui il movimento di asservimento è pressoché proporzionale al seno dell'angolo descritto dalla leva.

Considerato nei rapporti del carattere correttivo della regolazione tachimetrica, il dispositivo d'asservimento provvede a rimediare a quella fra le conseguenze del tardivo intervento del regolatore, che è detta *surregolazione*, e che consiste nel succedersi alternato degli eccessi di rallentamento e di acceleramento rispetto alla velocità di regime.

Ma le esigenze di *stabilità* di molte fra le moderne macchine porta alla adozione di altri organi per la regolazione tachimetrica.

La «stabilità» può essere definita da un numero, cioè dal rapporto fra le proiezioni, sull'asse delle x , (fig. 3) dell'arco rappresentante il movimento di chiusura — o di apertura — e della linea di regime; e l'adozione di questo rapporto come misura del valore della stabilità appare razionale se si considera come, affinché la macchina, ritrovi uno stato d'equilibrio dopo il periodo di chiusura terminato in A_2 , bisogna che la proiezione dell'arco MA_2 sia minore di MN (cfr. Routin, op. cit.).

Si dimostra che:

per date ampiezze della zona d'equilibrio, e della zona d'attrito del tachimetro;

per una data velocità del distributore la quale conviene sia elevata ma che trova notoriamente limiti pratici ben rigorosi; se si vuole aumentare il valore della «stabilità» della macchina conviene inclinare quanto si può le curve come $f(V)$ che rappresentano le velocità di funzionamento della regolazione; cioè occorre avere un complesso tachimetrico a forte *decremento* (differenza fra la velocità di regolazione a vuoto e a carico — posizione alta e posizione bassa del collare — riferita alla velocità media).

Consegue che ai diversi regimi si otterrebbe l'equilibrio a velocità pure diverse; e occorre allora introdurre un nuovo organo capace di riportare la velocità di regime a un valore fisso. «Regolazione astatica o isodromica». È questo il compensatore, il quale può schematicamente pensarsi come una temporanea variazione di lunghezza dell'asta di asservimento TF . La compensazione in generale, nei moderni regolatori è fatta automaticamente, ma possiede un dispositivo per la sua manovra a mano (che dev'essere eseguita lentissimamente) per modificare entro dati limiti la velocità di regime della macchina.

In alcuni dei moderni regolatori a servomotore idraulico il compensatore è sovente connesso al dispositivo di asservimento, e può consistere in un organo simile a quello noto sotto il nome di «cateratta»; è cioè essenzialmente composto di stantuffo munito di un piccolo foro regolabile che è inserito nell'asta di asservimento foggiate a cilindro; ovvero ne è separato, ma dipendente dall'asservimento stesso. Per effetto di molle opportunamente disposte, e di un liquido interposto, mentre nel movimento in un senso (p. es., ascesa) dell'asta di

asservimento, lo stantuffo interno (compensatore) la deve seguire, esso, nell'altro senso per il lento passaggio (provocato da molla) del liquido, attraverso al suo forellino, riporta l'asta di asservimento alla lunghezza normale (o la leva principale della regolazione alla posizione iniziale).

Anche la compensazione può essere riguardata come dovuta al carattere correttivo della regolazione tachimetrica in quanto essa si adotta per riportare al punto di partenza il fulcro del tachimetro il cui spostamento si provocava al fine di evitare la surregolazione.

A prezzo della cennata adozione di organi interdipendenti, si possono ottenere regolatori *stabili e sensibili* e capaci di regolare la macchina a *velocità costante*.

Ma non sono sufficienti, ancora, tali caratteristiche allorchando si tratta, per esempio, di alternatori che devono marciare in parallelo, caso fra i più interessanti per il problema generale della regolazione di velocità, e ognora più frequente nella pratica quotidiana.

Per quanto siano bene regolati i compensatori, due turbine, per esempio, non saranno mai condotte con *perfetto* isocronismo. Avverrà allora che l'alternatore più veloce (si tratterà sempre di minuscole differenze di velocità) tenderà a far accelerare l'altro più di quanto il regolatore di questo vorrebbe; esso quindi ne chiuderà un poco il parzializzatore. Nello stesso tempo la seconda turbina tende a frenare la prima; cioè a mantenerla a un velocità inferiore quella che il suo regolatore le assegna, questa quindi apre un poco il parzializzatore. Così il secondo gruppo tende sempre più a scaricarsi e le due macchine a squilibrare la ripartizione del carico complessivo.

Riesce pertanto necessaria una *decompensazione*, cioè un dispositivo equilibratore tale che mantenga una piccola differenza (p. es., da 2 a 3%) fra le velocità di regime a vuoto e a pieno carico. Nell'esempio precedente — estensibile ben inteso a un numero qualsiasi di gruppi — avverrà che i carichi tenderanno a equilibrarsi cioè ciascun alternatore tenderà ad assumersi una parte della differenza di carico.

Il dispositivo decompensatore o equilibratore può consistere nel caso dei servomotori idraulici, (oggi quasi esclusivamente applicati) nel rendere mobile anziché fisso alla incastellatura, il tubo esterno che porta il compensatore, e facendo sì che anche la posizione di esso dipenda con una certa legge, dalla posizione del parzializzatore. (Passaggio della regolazione statica alla astatica, o anche alla «antistatica» — volantino laterale dei regolatori Tosi) ^(*).

*

A riassunto dei richiami sopra esposti, si può ricordare come la regolazione tachimetrica sia tale che:

in ragione dell'intervento necessariamente tardivo del tachimetro, e degli attriti ad esso relativi, il regolatore indiretto semplice non è capace, in generale di regolare la velocità di una macchina: che per evitare il succedersi di squilibri, in senso alternativamente opposto (caratteristiche delle regolazioni a tipo correttivo) giova l'asservimento del fulcro del tachimetro allo spostamento del distributore; che tuttavia per evitare la dipendenza del regime di velocità dal regime di carico occorre riportare per mezzo del compensatore il fulcro del tachimetro alla posizione di partenza; che infine, non potendosi ottenere il perfetto isocronismo, nella marcia di macchine in parallelo occorre l'equilibratore, e cioè una parziale decompensazione che fissi come un piccolo decremento del sistema per la equabile distribuzione del carico fra le macchine in parallelo.

L'esame delle sovraccennate complicità del sistema tachimetrico ha fatto considerare, come si disse in principio del presente scritto, la possibilità di una regolazione a tipo «preventuale» che facesse ricorso, cioè, ad una misura del momento di torsione, avvertendone le variazioni prima che se siano prodotti gli effetti di accelerazione (positiva o negativa) delle masse rotanti.

Le consultazioni della letteratura tecnica sull'argomento hanno fatto conoscere (Lecornu, op. cit.), che, oltre un certo numero di noti apparecchi: utilizzanti quello che lo Stodola volle chiamare principio di Siemens o «inerzia tangenziale» (apparecchi non atti a variare in modo permanente il lavoro motore) il Poncelet nel suo «Traité de mécanique appliquée aux machines» descrive un suo apparecchio che chiama «a molla e istantaneo», il quale rappresenterebbe una regolazione a tipo preventuale. Analogo a quello del Poncelet un regolatore Anchor descritto nell'Engineer del 1885, e un simile apparecchio Fraysinier e Tourtay, un altro del Bayle applicati a trasmissione di macchine elettriche sono tutti basati sulla torsione relativa di due porzioni dell'albero di trasmissione, a cui fanno da antagoniste delle molle: lo spostamento angolare relativo dei due tratti dell'albero viene tradotto — generalmente con viti — in un movimento lineare che comanda la distribuzione. Un regola-

(*) Cfr. Ing. M. Lo Presti: Le turbine idrauliche, pag. 497.

tore Durham ispirato agli stessi concetti, cioè munito di una molla a nastro, e di una vite che ne traduce la torsione nello spostamento lineare d'un collare, porta l'aggiunta di un volante ad alette, secondo un suggerimento dello stesso Poncelet, per aumentarne rapidamente la resistenza al moto con l'aumento della velocità.

Il Lecornu (op. cit.), partendo dalla supposizione che la potenza trasmessa dipenda solo dallo spostamento angolare dei due tratti dell'albero di trasmissione e non vari con la velocità, stabilisce l'equazione del movimento e conclude che l'espressione dell'angolo di torsione d'uno dei tratti contiene un termine variante con il quadrato del tempo, per il che non vi potrebbe essere stabilità; sola eccezione se il momento dovuto alla torsione della molla vari secondo un coefficiente rigorosamente uguale a quello che definisce la variazione della potenza applicata. Tale risultato col mezzo di una molla è senza dubbio quasi impossibile da conseguire in pratica.

Un appunto serio al suo regolatore dinamometrico è stato mosso dallo stesso Poncelet il quale osserva che se l'intensità dell'azione del fluido motore può variare per cause indipendenti dalla velocità che prende la macchina, e dall'apertura della valvola distributrice, la posizione del collare comandante la distribuzione può rimanere stazionaria per variazioni lente nel movimento dell'organo ricevente prodotte da una variazione dell'azione del fluido motore. In altri termini una modificazione nella pressione della caldaia, per regolatori di macchine a vapore, oppure nel livello a monte, dell'acqua, se si tratta di regolatori per macchine idrauliche, potrebbe indurre una variazione nella velocità di regime.

Non è noto a chi scrive se altri regolatori a tipo «preventuale» siano stati proposti o attuati, ma sembra che il principio meriti di venire considerato come capace di dar forma a qualche apparecchio che non partecipi dei difetti rimproverati a quelli sopra menzionati, nei quali le peculiarità della traduzione meccanica del principio hanno frustrato i pregi insiti nel sistema.

*

Consideriamo ancora la regolazione tachimetrica, e cominciamo con l'osservare che, qualunque sia il meccanismo per la sua applicazione l'ampiezza massima della variazione di velocità conseguente alla rottura dell'equilibrio fra coppia motrice e coppia resistente, dipende da due fattori: l'inerzia delle masse in movimento, e il tempo che occorre per spostare il distributore, e proporzionare la portata al nuovo regime. Il secondo dei detti fattori è composto di due periodi, il primo che va dall'istante dell'avvenuto squilibrio al momento in cui l'impegno del dispositivo di chiusura o d'apertura comincia ad agire (ritardo del regolatore) il secondo è la durata dello spostamento del distributore. È noto che la durata di quest'ultimo periodo trova una rigorosa limitazione nella necessità di mantenere entro la misura ammissibile, nei singoli casi, le sovrappressioni dovute ai colpi d'ariete.

In base pertanto alla durata della manovra del distributore si determina il primo dei cennati fattori cioè il momento d'inerzia (in pratica il GD^2) della macchina in modo che per date variazioni di carico non si sorpassino certi scarti di velocità costituenti in generale una delle garanzie che offre il costruttore. Del periodo: ritardo del regolatore (θ) si tiene conto poi con un termine di correzione della forma $I' = I \left(1 + \frac{2\theta}{pT}\right)$ dove p è la percentuale di scarto ammessa e T la durata della manovra del distributore.

Per meglio limitare, poi, a parità di momento d'inerzia, gli aumenti di velocità dovuti ai forti distacchi istantanei di carico, si adottano i così detti «scarichi sincroni», o, nel caso assai interessante delle ruote Pelton si usa intervenire in un primo momento con una deflessione del getto, salvo a rientrare nella normalità del getto libero, dopo avvenuto, con la necessaria lentezza, il movimento di chiusura del distributore.

Ora: la regolazione del tipo «preventuale» potrebbe intervenire prima che si accelerino le masse rotanti, e riuscirebbe pertanto eliminato sia per quanto riguarda il calcolo del volante, sia per l'inizio della manovra del distributore, il ritardo del regolatore che corrisponde adunque al periodo della accelerazione dipendente dal GD^2 e dalla variazione del numero dei giri che è necessaria per vincere l'attrito proprio del regolatore. Tale variazione si usa designare come insensibilità «completa» del tachimetro, e si inizia evidentemente dopo la variazione del momento torcente.

Quanto al primo provvedimento della deflessione del getto o dello scarico sincrono sopracennato il quale è inteso ad ottenere, pur con un certo piccolo spreco di acqua, un immediato rimedio allo squilibrio prodottosi, esso riesce tanto più efficace, quanto più pronto, ond'è che se il medesimo sia determinato dal cennato fenomeno preventivo anziché dall'azione del tachimetro (cioè dopo l'accelerazione delle masse e dopo vinta l'insensibilità del tachimetro stesso), lo scopo è certo meglio conseguito.

E ancora si può notare come il tempo che trascorre fra le due azioni di cui sopra, è tanto maggiore, a parità d'altre condizioni, quanto più rigorose sono le esigenze di regolarità per la macchina, dappoiché tanto maggiore a tale scopo si adotta il GD^2 e quindi più lungo riesce il periodo di accelerazione.

*

La differenza essenziale, però, che distingue l'uno dall'altro i due tipi di regolazione consiste nella diversa indole delle leggi che connettono il fenomeno determinante la regolazione, con la manovra intesa a ristabilire l'equilibrio fra lavoro motore e lavoro resistente.

Vediamo, con l'aiuto di un diagramma analogo a quello del Léauté, di confrontare i due comportamenti, e cioè di esaminare come possa prospettarsi l'azione di un regolatore che non dipenda dallo scarto di velocità già in essere, e che quindi possa agire simultaneamente all'acceleramento delle masse in rotazione.

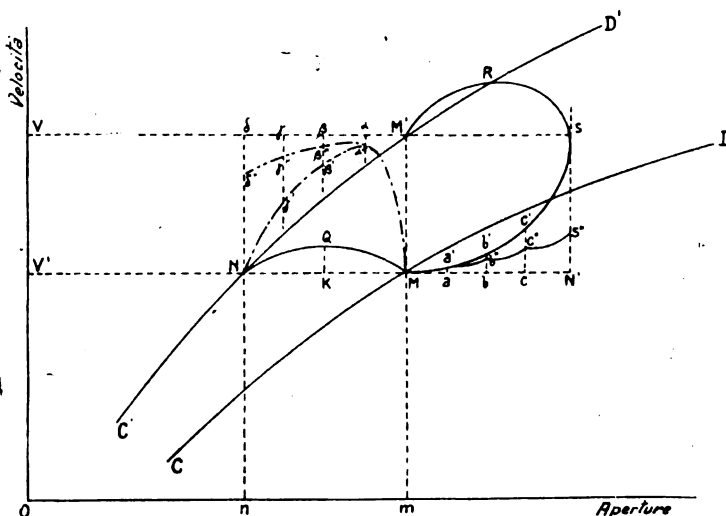


Fig. 6.

Con l'apertura m del distributore (fig. 6) sia, sulla linea di regime CD il punto rappresentativo M dello stato della macchina. Stabilendosi una minore coppia resistente tale che la linea di regime ad esso corrispondente sia la $C'D'$, tenuta presente la natura della regolazione preventuale, se si riuscisse ad avere un organo praticamente esente da attriti, e capace di avvertire la variazione del momento torcente, e trasmetterlo senza ritardo attraverso al dispositivo che muove il distributore, non vi dovrebbe essere alcun periodo di immobilità del regolatore propriamente detto a velocità crescente. (Vedremo più avanti come l'attrito possa, con dispositivi opportuni rendersi molto piccolo). La curva rappresentante gli stati successivi della macchina potrebbe iniziare la sua curvatura dal punto M stesso (in pratica si potrà avere un piccolo tratto verticale dovuto alla messa in moto dello stantuffo del parzializzatore e organi annessi). Esistendo una prestabilita connessione fra il regolatore dinamometrico, e il parzializzatore, dato il nuovo momento di torsione (momento resistente) cui corrisponde il regime $C'D'$ la curva non può che terminare sull'ordinata di n , e poiché, per una data macchina, lavorante in date condizioni, alla apertura del parzializzatore n corrisponde una certa produzione di lavoro motore effettivo, e questo viene per costruzione commisurato al lavoro resistente corrispondente alla linea di regime CD la curva in parola deve terminare anche sulla $C'D'$ stessa, e perciò la regolazione risulterebbe completata al termine di questo solo periodo (senza cicli). Lo scarto di velocità avvenuto durante la chiusura del distributore è misurato dalla freccia KQ che dipende dalla rapidità del movimento del distributore. È evidente che, se tale rapidità fosse uguale a quella del distacco di carico, la regolazione riuscirebbe completamente isodromica (retta MN) ma questo in generale non avviene, e pertanto un certo scarto di velocità si avrebbe per effetto del tempo impiegato dal distributore a compiere la sua manovra, più lungo di quello del distacco di carico, il quale si considera, di solito, istantaneo.

Ma in quanto si è ora esaminato non si è tenuto conto dell'azione del volante (dell'inerzia delle masse rotanti) che con la regolazione preventuale dinamometrica riesce praticamente simultanea a quella del regolatore, e perciò può con questa cooperare a ridurre gli scarti di velocità.

Per poter rappresentare l'inerzia delle masse rotanti, in modo analogo a quello nel quale il Léauté ha così perspicuamente rappresentato l'azione del regolatore centrifugo, supponiamo che, nel diagramma tracciato rimanga m l'apertura del distributore, quando si stabilisce la nuova coppia resistente cui corrisponde la linea di re-

gime $C' D'$. Nell'ipotesi limite di una massa trascurabile della macchina, la velocità si porterebbe istantaneamente al valore M' (il punto rappresentativo seguirebbe la retta MM').

L'influenza dell'inerzia delle masse rotanti si può prospettare portando in prolungamento positivo delle ascisse un segmento MN' uguale MN , che rappresenta l'eccesso di potenza nell'istante del distacco di carico: (paragonabile a una più grande apertura del distributore) il punto rappresentativo traccierà allora una curva come la $MSRM'$ che presenta tangente orizzontale all'origine: tangente verticale in S perchè le masse accelerano la loro velocità (assorbendo l'eccesso di potenza) fino a raggiungere quella V' che corrisponde al nuovo regime per l'apertura m del distributore; essa curva, poi, presenta tangente orizzontale (passa per un max) in R all'incrocio cioè con la linea di regime, dopo di che la velocità diminuisce fino a che il punto rappresentativo coincide con M' . I segmenti di ordinate come $a a'$; $b b'$; $c c'$; e $N' S$ rappresentano gli scarti di velocità consentiti dall'inerzia delle masse, e i loro complementi fino alla orizzontale per V' corrispondono adunque alla efficacia moderatrice di esse masse nel caso che l'apertura del distributore rimanga m , e per il periodo di assorbimento dell'eccedenza di lavoro motore.

Si otterrebbe così una curva d'azione del servomotore $M x' \beta' \gamma' N$ che dimostrerebbe come sia ammissibile un certo tardivo periodo d'avviamento, (ordinata in corrispondenza di x') senza scapito della regolazione, essendo più sensibile in tale periodo l'effetto moderatore delle masse rotanti.

In realtà, mentre avviene l'acceleramento graduale delle masse si sta chiudendo il parzializzatore, e quindi, tracciando le curve come la $MSRM'$ per varie successive posizioni, e portandone i primi tratti in prosecuzione dei precedenti tratti già tracciati, si ha la curva approssimata $M a' b' c' s'$ che rappresenta la effettiva velocità consentita dall'inerzia delle masse, e, per differenza, gli effetti frenanti di essa. Così, portati in $x x'$; $\beta \beta'$; $\gamma \gamma'$; $\delta \delta'$ i detti segmenti $a a''$; $b b''$; $c c''$, della orizzontale V in basso, si hanno i punti della curva che deve rappresentare lo spostamento del distributore per una regolazione tanto vicina che si voglia al isocronismo per effetto dell'azione simultanea coordinata della manovra del distributore e dell'inerzia delle masse.

La curva $MSRM'$ sarebbe adunque il luogo dei punti rappresentativi del comportamento della macchina, qualora l'apertura del parzializzatore rimanesse m ; la curva $M a' b' c' s'$ l'analoga successione di punti rappresentativi quando il distributore va chiudendosi; ambedue riguardano l'effetto solo delle masse rotanti; la curva $M x' \beta' \gamma' \delta'$ rappresenta i successivi stati della macchina dovuti alla sola manovra del parzializzatore. Riesce evidente dal diagramma che la combinazione dei due comportamenti può dare per risultante una linea molto vicina alla retta MN rappresentante l'isocronismo.

L'isocronismo non può essere in via assoluta, come si è visto, lo scopo ultimo della regolazione; ma un sistema che permette di avvicinarsi molto è evidentemente atto a conseguire i risultati voluti di una conveniente stabilità della macchina.

Il diagramma del Léauté non considera esplicitamente i tempi; quindi, le curve tracciate in esso, che riguardano l'effetto dell'inerzia delle masse rotanti non determinano detto elemento che invece si introduce beninteso nello svolgimento analitico del problema (*) o in un tacogramma opportunamente studiato. Tuttavia ci sembra che i grafici sopra riprodotti diano una evidente rappresentazione comparativa dei sistemi di regolazione esaminati.

Si può concludere che — ove un mezzo meccanico applicante il principio non ne faccia perdere i vantaggi — la regolazione preventiva dinamometrica, per il suo intervento prima dell'acceleramento delle masse può riuscire più pronta; e per l'indipendenza dagli attriti del regolatore, non che per la simultaneità con l'effetto frenante delle masse in rotazione, può più avvicinare la macchina alle condizioni di sincronismo, che non la regolazione tachimetrica.

*

La regolazione dinamometrica è basata sul principio praticamente realizzabile, che per un dato momento di torsione, e per una data

apertura del distributore esiste una pure determinata velocità angolare.

Essa comporta dunque una connessione determinante fra l'organo che misura lo sforzo torcente e quello che regola il passaggio del fluido motore.

Vari possono essere i modi atti ad avvertire e a trasmettere le variazioni del momento torcente, e abbiamo fatto cenno di quelli riferiti nell'opera del Lecornu, tutti basati sulla deformazione di molle, e corrispondente spostamento assiale d'un organo meccanico. Si è anche toccato di quelli che sono i difetti accusati dal precursore stesso di detto sistema (Poncelet).

Si riproduce ora lo schema di un modo di trasmissione e di comando che si vuole sottoporre alla critica degli studiosi della materia, e che sarebbe inteso a rendere effettivamente pratico il sistema, e anche relativamente economico l'apparecchio della regolazione, a parità di risultati.

Nella figura schematica annessa, sia a l'albero della macchina motrice (p. es. turbina) b l'albero della macchina condotta (p. es., alternatore). Fra l'uno e l'altro una camera c (del tutto chiusa in recipiente elastico stagno, o semplicemente costituita da una cavità, all'estremo dell'albero a ovvero in corrispondenza dell'accoppiatoio) contenga un liquido, per esempio, olio.

Una chiavetta elicoidale o un tratto filettato dell'albero a , o del mezzo accoppiatoio g provocherà e reggerà la spinta assiale da cui sarà generata una pressione nel liquido, proporzionale al momento di torsione.

Lo stesso scopo si potrebbe ottenere con l'introduzione di cilindri tangenziali rettilinei, o curvi circolarmente, nell'accoppiatoio. Un dispositivo di questo genere, la cui precisa struttura deve essere studiata in relazione alla migliore applicabilità meccanica del concetto, permetterà di tradurre in pressioni del fluido interposto fra la macchina motrice e la macchina condotta, i valori del momento di torsione: per la natura della trasmissione è evidente che debba esistere una proporzionalità praticamente esatta fra i due elementi, e che la sensibilità del mezzo come la prontezza nell'avvertire le variazioni di pressione debbano essere essenzialmente diverse che nel caso delle molle. Gli attriti, non dovendosi avere, praticamente, un vero spostamento di fluido, devono risultare pressochè trascurabili.

L'inclinazione del filetto (chiavetta elicoidale) essendo *ad libitum*, si possono, per date dimensioni dell'apparecchio, e che per dati momenti di torsione, ottenere pressioni comprese entro limiti prescelti.

Dalla camera c un tubo congiuntivo per mezzo di premistoppa a rotazione, va al dinamometro che in tal caso è un manometro, e come tale può essere costituito da un tubo curvo estensibile, ovvero da lastra ondulata, o da stantuffetto, o ancora da un recipiente di metallo corrugato come è adottato in taluni misuratori di pressione (Arca).

È in questa misura del momento torcente, per mezzo della compressione sopra una massa liquida, che si compendia il nuovo modo proposto per introdurre nella pratica industriale la regolazione dinamometrica o preventiva. La successiva azione del dinamometro (manometro) può esercitarsi in diversa maniera, comandando un servomotore. Allo scopo di rappresentare la semplicità della connessione (univoca) occorrente fra il dinamometro e il parzializzatore si espone anche un abbozzo di sistema del servomotore.

Il manometro trasmette i suoi movimenti a un diaframma otturatore d che può chiudere una o l'altra delle luci di efflusso praticate nella parete di un cilindro m al cui stantuffo, fisso, fa capo il tubo che adduce il liquido rifluito dalla pompa r . Il liquido esce dalle due facce dello stantuffo nelle opposte camere del cilindro m . Questo comanda direttamente, o per interposta trasmissione la spina o il parzializzatore (dimensionato con tendenza a chiudere). Secondochè la pressione nella camera c diminuisca o aumenti, si chiude la luce a sinistra ovvero a destra dello stantuffo e ne consegue lo spostamento del cilindro m in misura proporzionale al movimento del manometro, e cioè — come è possibile ottenere — proporzionale alla pressione regnante in quel momento nella camera c , cioè ancora proporzionale al momento di torsione. Le luci dei condotti praticati nello stantuffo del cilindro m saranno di dimensioni tali da imprimere al cilindro m e quindi al parzializzatore (in ragione della pressione del fluido pompato) una velocità compatibile con le soprapressioni ammissibili nella condotta dell'acqua motrice. Il servomotore funziona quindi come un *relais* a ritardo.

In relazione a quanto si è accennato trattando delle azioni simultanee, da coordinare, del regolatore e del volante (inerzia delle masse rotanti) poichè l'effetto moderatore di questo può non compensare totalmente il ritardo alla messa in moto del dispositivo di chiusura nei repentini distacchi di carico, potrà occorrere la manovra di scarico sincrono o la deflessione del getto, e perciò nella figura è anche dimostrato un dispositivo per il deflettore. Il cilindro O è pure in comunicazione colla tubazione di mandata della pompa r la sua luce

(*) Lo svolgimento analitico di questa parte del problema non è che un caso particolare del calcolo dei volanti per turbine: si tratta di istituire per i diversi punti considerati le equazioni che esprimono essere il lavoro dello acceleramento delle masse $I \omega \delta \omega$ uguale al lavoro motore meno il lavoro della resistenza; equazioni che risultano semplici quando si ammetta, come di norma, che il rendimento (funzione della velocità) rimanga costante per il periodo dello squilibrio fra motore e lavoro resistente, e che potenze sviluppate dalla turbina siano proporzionali all'apertura del distributore. Le espressioni, per le unità del metro, del kg. e del minuto secondo, diventano della forma: $75 p^2 N T = I (\omega_1^2 - \omega^2)$ dove p è la percentuale di variazione della potenza; T la durata dell'apertura del distributore, e ω la velocità considerata.

d'efflusso (segnata per comodità di graficismo nella parete superiore) è tale da permettere un'uscita sufficientemente facile al liquido del servomotore affinché il deflettore q rimanga nella posizione di « getto libero » per l'azione del contrappeso f o di una molla o di una cateratta inserita nella bielletta di comando. Col manifestarsi di una diminuzione di pressione nella camera c (distacco di carico) la luce d'efflusso sopra indicata si chiude immantinente: e lo stantuffo per mezzo del suo stelo e della biella annessa provoca la deflessione del getto tanto più efficace quanto più rapido è stato il movimento del manometro, e cioè quanto più intensamente è stato turbato l'equilibrio del gruppo. L'entrata in azione dell'otturatore del cilindro O è pronta qualunque sia il regime di marcia dappoichè per mezzo della ruota dentata s (o di analoga trasmissione, all'occorrenza non reversibile) il cilindro o è spostato in concordanza con la posizione del cilindro m in modo che le posizioni relative del detto cilindro o e del diaframma superiore non variano col variare del regime di carico della macchina.

Se il principio della regolazione « preventuale » tradotto nella sopradescritta applicazione, reggerà al cimento della prova pratica, è

Il genere di trasmissione fra il dinamometro manometrico e la piastra distributrice d del cilindro m può essere tale da tenere conto con la voluta approssimazione del rendimento della macchina ai diversi carichi.

*

NOTA. — È inutile rilevare come non si possa accostare il tipo di regolazione proposto, a quello usato da una ben nota Ditta Italiana (La Calzoni di Bologna) che utilizza pure un organo manometrico per la regolazione. Il sistema Calzoni è tachimetrico come gli altri in uso corrente, pure non facendo ricorso a effetti centrifughi sopra masse pesanti, il tachimetro è una pompa condotta dalla turbina, che, col variare della velocità, aumenta o diminuisce la pressione dell'olio rifluito inflettendo una lamina ondulata che chiude la « campana manometrica ». L'impulso ad agire del regolatore avviene anche qui dopo l'accelerazione delle masse come negli altri regolatori a tipo correttivo e come in parecchi regolatori Molinié e del suo derivato Larivière (*Annales des Mines, metrico*) di Moncrieff (1874) dove una vera, (benchè rudimentale) pompa centrifuga producendo una pressione statica proporzionale alla sua velocità sotto uno stantuffo connesso agli organi della regolazione, funziona come un tachimetro.

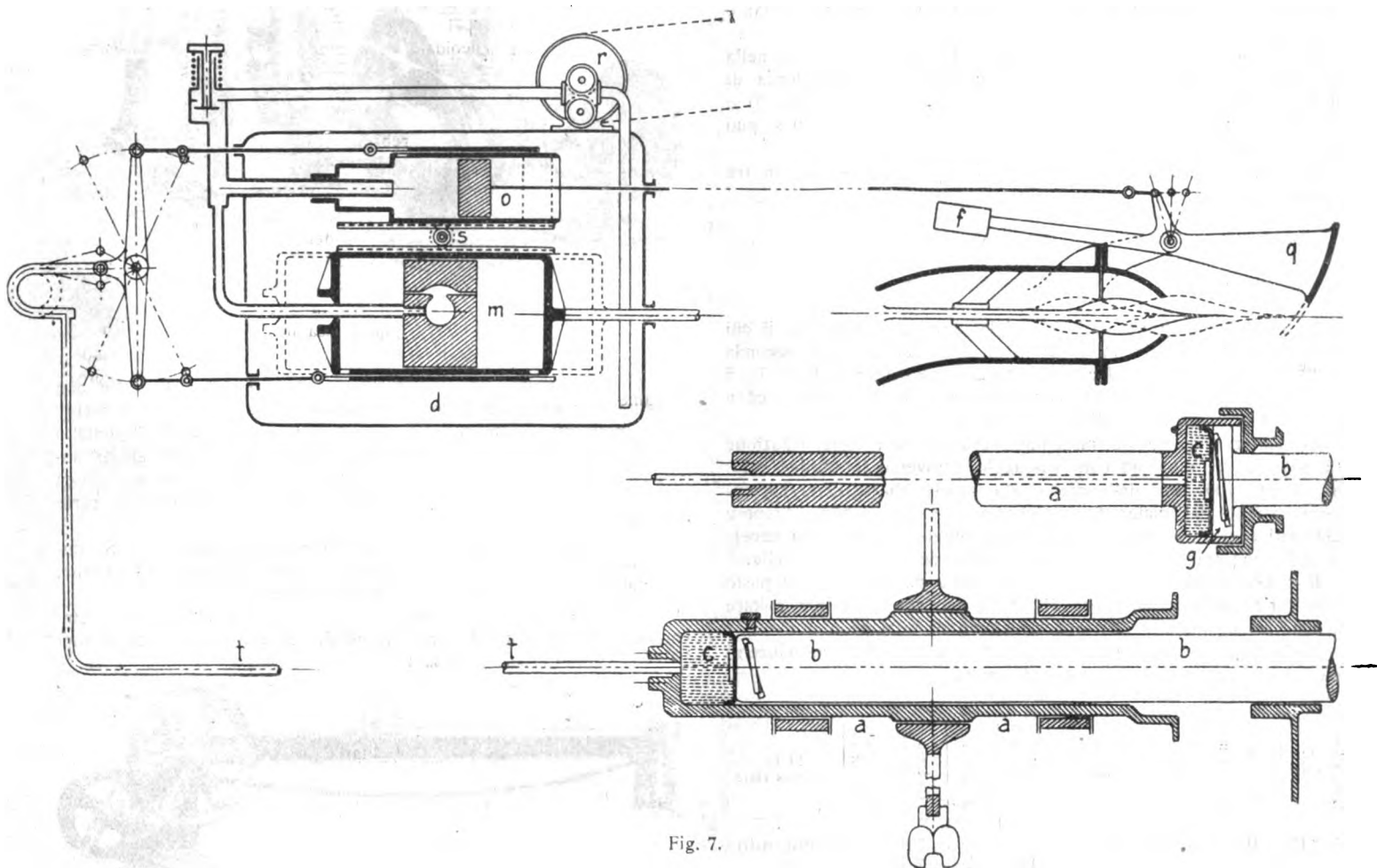


Fig. 7.

evidente che l'apparecchiatura di un simile regolatore debba riuscire relativamente semplice; sembra anche essere il funzionamento poco soggetto ad anormalità. A regime stabilito la sola pompa è in movimento; ad equilibrio turbato si hanno spostamenti assiali degli organi del comando e di quelli della regolazione propriamente detta, con velocità limitata, e che possono avvenire simultaneamente alla azione moderatrice delle masse rotanti della macchina il che deve permettere una buona approssimazione all'isocronismo.

Nell'eventualità di interruzioni nel funzionamento del regolatore (scarrucolamento della cinghia della pompa, ecc.) si avrebbe la chiusura del parzializzatore, opportunamente frenata dal liquido contenuto nel cilindro m che deve laminarsi attraverso alle luci praticate nello stantuffo fisso.

Rettifiche o correzioni di funzionamento si possono ottenere in marcia spostando lo stantuffo del cilindro m a mano, per mezzo di apposito volantino con mozzo filettato (non segnato in figura) e di giunto a scorrimento assiale sul tubo di pressione. Inoltre, ben inteso, si possono disporre valvole regolatrici del passaggio del fluido del servomotore. Lo spostamento del detto stantuffo nel cilindro m può anche essere reso dipendente dalla posizione del parzializzatore quando si vogliono ottenere effetti comparabili a quelli di un equilibratore.

Analogamente funzionavano da tachimetro le pompe ad aria dei regolatori Molinié e del suo derivato Larivière (*Annales des Mines*, 1878), che producevano pressioni o depressioni — sulle facce di stantuffi comandanti le distribuzioni di macchine a vapore — proporzionali alla velocità di rotazione.

La campana manometrica della Casa Calzoni (come gli accennati cilindri di lamiera corrugata dei misuratori « Arca ») può dimostrare la praticità di un organo sensibile alle variazioni di pressione, quale trasmettitore di movimenti a un servomotore, così come si suppone per l'applicazione della regolazione « preventuale » argomento del presente scritto.

Elenco dei Fabbricanti in Italia di macchinario e materiale elettrico

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3ª edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di Commercio, Consolati, ecc. E' quindi interesse di tutte le Ditte Costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale — Via S. Paolo, 10 — Milano (3).

□ SULLA LAVORAZIONE DEL RAME □

G. MANGANI

(Continuazione, v. n. precedente)

Costruzione delle sbarre. — Si parte da un laminato possibilmente adatto allo scopo: dico possibilmente perchè il rame in parola si impiega in macchinario elettrico che si costruisce quasi sempre dietro ordinazione e non rappresenta quindi una vera lavorazione in serie quale potrebbe, per es., essere quella dei motori asincroni trifasi di piccola potenza; ed è preferibile mettere a disposizione della trafileria poche sezioni di sbarre convenientemente scelte anzichè molte; in questo caso l'eventuale maggior tempo richiesto dalla lavorazione di una determinata sbarra è compensato dal fatto che la trafileria non è costretta a mantenere una scorta di rame il cui consumo è molto ridotto rispetto a quello del filo e delle piattine: sopra una produzione di 50 tonnellate mensili di rame lavorato, si può ritenere che uno stabilimento per la costruzione di macchine elettriche, consumi soltanto l'8 ÷ 10 % di rame in sbarre.

Se il laminato presenta una sezione abbastanza uniforme nella sua lunghezza, basta prevedere per la lavorazione un'eccedenza di mm 1,5 ÷ 2 sulle dimensioni lavorate. Così per una sbarra 6×30 è sufficiente ordinare un laminato 8×32 e per una sbarra 8×70 si può partire da un laminato 10×72.

Riguardo alle dimensioni possiamo distinguere le sbarre in tre categorie:

- sbarre di piccola sezione (fino 100 mm²);
- » » media » (da 101 ÷ 200 mm²);
- » » grossa » (oltre 200 mm²).

Le sbarre della prima categoria si lavorano con macchine il cui tamburo avvolge 10 ÷ 15 m di rame al 1'; quelle della seconda con macchine a tamburo ed a catena la cui produzione è di m 3 ÷ 5 al 1'; infine quelle della terza con macchine pure a tamburo ed a catena la cui produzione è di m 1 ÷ 2 al 1'.

La lentezza di queste macchine permette una forte riduzione della sezione del rame ad ogni passaggio attraverso la trafila; riduzioni di 50 ÷ 100 mm² dalle medie alle grosse sbarre sono correntemente subite dal materiale in lavorazione; ma è bene ritenere questi dati come massimi onde evitare eventuali rigature sulla superficie del rame trafilato ed un rapido logorio del foro della trafila.

Il rame, nell'ultimo passaggio non deve mai essere sottoposto ad un carico unitario maggiore di 13 kg per mm²; ciò per evitare riduzioni di sezione per effetto dello sforzo di trazione.

Nella tabella che segue sono riportati alcuni dati riproducenti le fasi di lavorazione di alcuni tipi di sbarre.

Dimensioni finali	Laminato di partenza	Sezione	Passaggi	Sezione dei passaggi	Riduzione di sezione	Carico unitario sulla sezione ridotta	N.° ricotture intermedie	Stato del materiale
7×17	10×20	200	8×18,5	148	52	7,8	1	Semicrudo
			7×17	119	29	7,3		Crudo
2,8×38	4×42	168	2,7×40	103	60	12,2	1	Semicrudo
			2,2×38	84	24	8,6		Crudo
5×40	8×46	368	6,7×44,5	295	73	5,45	1	Semicrudo
			5,7×42	240	55	6,90	1	Semicrudo
			5×40	200	40	6		Crudo
5,5×66	8×70	560	6,8×68,5	466	94	4,45	1	Semicrudo
			6×67	402	64	4,8	1	Semicrudo
			5,5×66	362	40	3,3		Crudo

Il carico unitario sulla sezione ridotta è calcolato in base ad un carico medio di rottura di kg 22, 30, 40 rispettivamente per il rame laminato o ricotto, semi crudo, crudo.

La tabella mostra il numero delle ricotture intermedie necessarie durante la lavorazione; si tratta in realtà di mezze ricotture, poichè è sufficiente tenere le sbarre nel forno dai 45 ai 60 minuti. Per questa ragione le sbarre stesse si ritengono semicrude (carico medio di rottura kg 30 per mm²).

Può accadere di dover costruire una sbarra partendo da un laminato di dimensioni non adatte allo scopo; in tal caso si fa subire al laminato un passaggio al laminatoio (fig. 1) e poi uno o più passaggi alla trafila secondo i casi. La tabella seguente mostra l'anda-

mento della lavorazione per l'ottenimento di una sbarra 6×30 da un laminato 12×30.

Dimensioni finali	Laminato di partenza	Passaggi	Sezione passaggi	Riduzione di sezione	N.° ricotture intermedie	Carico unitario sulla sezione ridotta	Stato del materiale prima del passaggio alla trafila
6×30	12×30 mm ² 360	8×32 al laminatoio a caldo	256	30%	—		Semicrudo
		6,7×31	206	50	1	5,2	Semicrudo
		6×30	180	26	—	4,3	Crudo

Per le dimensioni e la lavorazione delle trafille vale quanto si è detto a proposito della lavorazione delle piattine; come pure è iden-

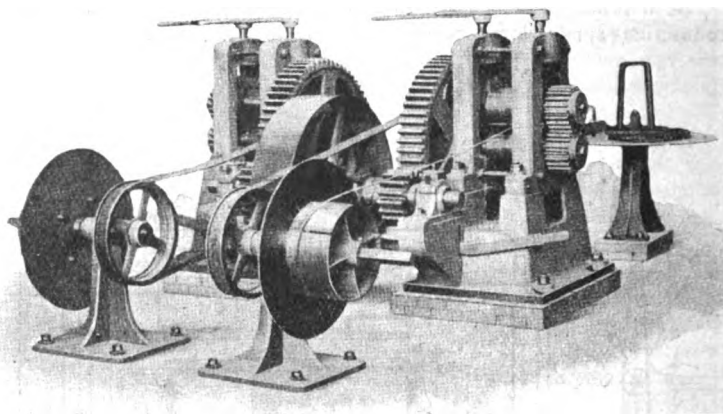


Fig. 1.

tico di procedimento per la ricottura e il lavaggio. Alle volte può presentarsi la necessità di dover ricuocere delle sbarre in un ambiente non ermeticamente chiuso e di doverle ritirare dai forni al contatto dell'aria; si ha in tale caso la formazione di uno strato superficiale di ossido; allora invece di passarle direttamente alla vasca di lavaggio, si immergono in acqua fredda dove la maggior parte dell'ossido si distacca dalla massa.

Macchinario impiegato nella trafilatura delle sbarre. — Si impiegano macchine a tamburo ed a catena. Delle prime ho già parlato; delle seconde si costruiscono tipi di varia potenza.

La figura 2 mostra una trafila a catena per accoppiamento a cinghia con due rapporti di forza. In fondo, a sinistra, si vede il sop-

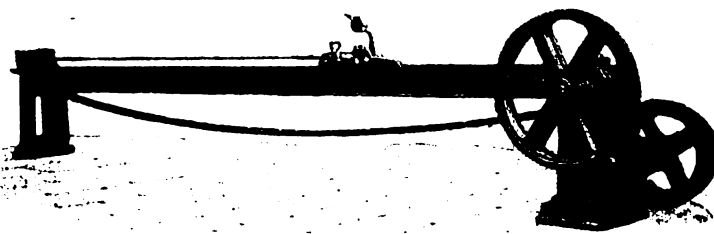


Fig. 2.

porto porta-trafila e, sopra i lungheroni, il carrello che agganciato alla catena serve al tiro della sbarra. La macchina può esercitare uno sforzo di trazione di 6 tonnellate.

La figura 3 rappresenta una macchina simile alla precedente ancora con accoppiamento a cinghia, ma con 3 rapporti di forza e con un sforzo di trazione di 10 tonnellate.

Infine la fig. 4 mostra una macchina per accoppiamento a cinghia, con vari cambi di velocità ottenuti con puleggia a gradini e quattro rapporti di forza. La macchina può esercitare uno sforzo di trazione di 15 tonnellate.

Oggi si costruiscono macchine di questo tipo per tirare anche tre sbarre alla volta: esse presentano una lunghezza utile di 9 ÷ 10 metri, ma sono impiegate solo nel caso di una forte produzione.

Le sbarre, quasi sempre, vengono tagliate in pezzi la cui lunghezza varia da 5 a 9 metri; in tal caso la macchina a catena serve egregiamente allo scopo: quando il carrello ha percorso la lunghezza desiderata si ferma e si procede al taglio della sbarra; indi si ri-

porta indietro per riprendere la stessa nella posizione dove il taglio è avvenuto.

Come regola generale i passaggi intermedi per le sbarre si eseguono sulle macchine a tamburo, ad asse orizzontale o verticale, sul quale si raccoglie il rame a spirali sovrapposte quando questo è di grosse dimensioni; le macchine a catena invece vanno impiegate per eseguire il passaggio finale: solamente nel caso di sbarre di pochi metri di lunghezza di adoperano per tutti i passaggi. Per

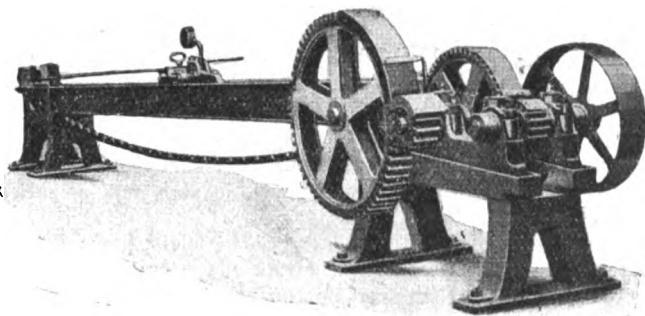


Fig. 3.

infilare la testa della sbarra nella trafila il procedimento è semplice: si schiaccia con una mazza a mano o meccanica per la lunghezza di $10 \div 15$ cm e poi si taglia sui due lati dandole una forma alquanto conica.

La lubrificazione si eseguisce bagnando in modo continuo il rame con olio di lino crudo, curando che questo sia ben fluido e privo di sostanze estranee.

Costruzione dei trapezi (per collettori di dinamo, motori, ecc.).

— Si parte da un laminato trapezoidale o rettangolare; nella mag-

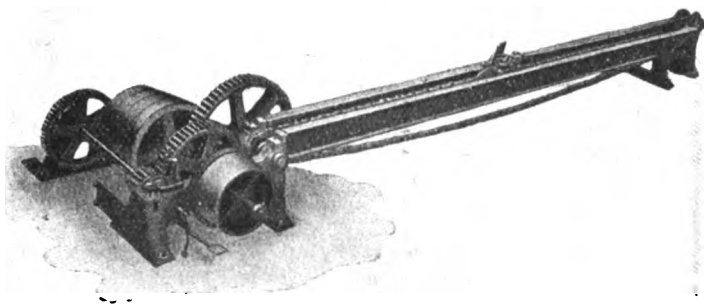


Fig. 4.

gior parte dei casi il secondo è preferito per la ragione che il laminato trapezoidale costa da $8 \div 10$ lire di più al ql. del rettangolare.

Nella lavorazione di trafilatura si impiegano trafille tutte trapezoidali quando si parte da un laminato a sezione trapezia mentre con laminati rettangolari si usano trafille a foro trapezoidale oppure trafille a foro rettangolare nella prima fase della lavorazione e a foro trape-

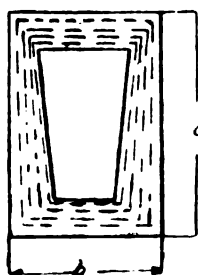


Fig. 5.

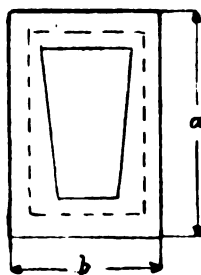


Fig. 6.

zoidale nella seconda fase; così facendo si ha il vantaggio di adoperare le trafille del primo tipo anche per la lavorazione di sbarre e piattine.

Per meglio chiarire i due procedimenti esposti nel caso di laminati rettangolari faccio un esempio pratico (fig. 5 e 6).

La fig. 5 mostra le diverse fasi della lavorazione della sbarra rettangolare di dimensioni a, b per ottenere il trapezio interno. Le linee punteggiate rappresentano le dimensioni che assume la sbarra nei vari passaggi sino a raggiungere le dimensioni finali.

La fig. 6 mostra le diverse fasi per la costruzione dello stesso trapezio di cui in fig. 5 e partendo dallo stesso laminato. La linea punteggiata rappresenta il limite di riduzione ottenuto con la trafila

a foro rettangolare; oltre la punteggiata si raggiungono le dimensioni finali del trapezio con il sistema di prima.

Il procedimento della fig. 6 è molto adatto nel caso di sbarre largamente dimensionate rispetto al trapezio finale; a questo sistema si riferisce la tabella che segue; quando invece le prime sono di dimensioni poco superiori al secondo si applica il sistema fig. 5.

Dimensioni finali	Laminato di partenza	Passaggi	Sezione passaggi	Riduzione di sezione	N° ricotture intermedie	Carico unitario sulla sez. ridotta	Stato del materiale
$12 \times 4 \times 2,7$	8×15 mm ² 120	6×14	84	36	—	9,5	Crudo
		$5 \times 5,5 \times 13,5$	71	13	—	7,3	Crudo
		$4,3 \times 5 \times 13$	60	11	1	7,3	Semicrudo
		$3,3 \times 4,4 \times 12,4$	48	12	—	7,5	Crudo
		$2,7 \times 4 \times 12$	40	8	—	8	Crudo
$16 \times 3 \times 2,4$	6×20 mm ² 120	$4,6 \times 18,5$	85	35	—	9,1	Crudo
		$3,6 \times 4,2 \times 17,5$	68	17	—	10	Crudo
		$2,8 \times 3,4 \times 16,7$	52	16	1	12,3	Semicrudo
		$2,4 \times 3 \times 16$	43	9	—	6,3	Crudo
$34 \times 4,6 \times 3,7$	8×38 mm ² 304	$36,7 \times 6,8$	249	55	—	4,9	Crudo
		36×6	216	33	1	6,1	Semicrudo
		$34,8 \times 5,2 \times 4,7$	172	44	—	7,7	Crudo
		$34 \times 4,6 \times 3,7$	141	31	—	8,85	Crudo

Per le dimensioni e la lavorazione delle trafille vale lo stesso procedimento usato per le sbarre; l'unica variante si ha nei punzoni i quali debbono essere evidentemente di forma trapezoidale.

Non è possibile dare una regola fissa per stabilire il valore dei singoli passaggi nella trafilatura delle sbarre e dei trapezi: essi dipendono dalle dimensioni di partenza del laminato, dal numero dei passaggi che questo può subire, dalle ricotture intermedie, dalle dimensioni e dallo spessore finale richiesti; nei trapezi, in ispecie, dipendono dallo spessore della base minore. Soltanto la pratica di officina può suggerire i dati migliori.

Il macchinario impiegato per le sbarre, serve anche per la costruzione dei trapezi; i passaggi intermedi si eseguono sulle macchine a tamburo e il passaggio finale sulle macchine a catena dove si tagliano in pezzi della lunghezza desiderata; per le grosse sezioni invece si preferisce tagliare prima il laminato ed eseguire poi i passaggi necessari sulle macchine a catena.

Ricupero dei sottoprodotti della lavorazione del rame. — I due più importanti sottoprodotti della lavorazione del rame sono: il solfato di rame ed i cementi.

I cementi si ottengono nel modo seguente: si mette nei bagni di lavaggio saturi, del rottame di ferro e si ricava così un deposito di rame e una soluzione di solfato di ferro. Questa generalmente si getta, mentre il primo (cemento) si asciuga e si conserva per venderlo poi alle fabbriche di solfato di rame. È conveniente il ricupero dei cementi per quelle trafilerie la cui produzione mensile non supera le $30 \div 40$ tonnellate. Per quantitativi rilevanti invece riesce vantaggioso il ricupero del solfato di rame.

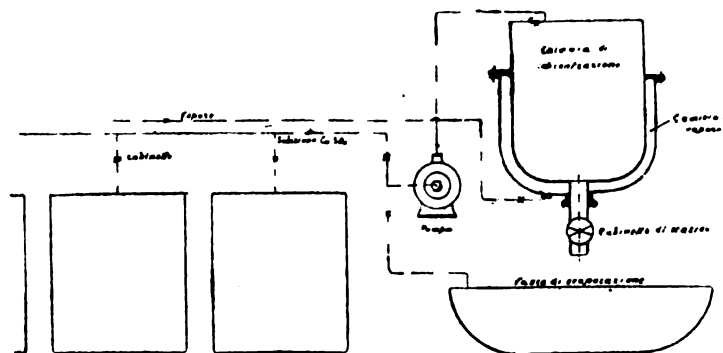


Fig. 7.

In tal caso l'impianto richiede: (fig. 7)

- Una pompa per acidi;
- Tubazioni di piombo con relativi rubinetti anti-acido;
- Una caldaia di concentrazione;
- Una vasca di evaporazione.

La caldaia e la vasca sono di metallo anti-acido.

La soluzione satura di solfato contenuta nei vari bagni di lavaggio viene aspirata e spinta per mezzo della pompa nella caldaia di concentrazione la quale è provvista di una camicia esterna per la circolazione del vapore.

Il liquido così concentrato passa, per mezzo di un rubinetto applicato sul fondo della caldaia, nella vasca di evaporazione dove si raccolgono i cristalli: questi ultimi, allo scopo di ottenere un prodotto più puro si disciolgono ancora in acqua e la soluzione si fa passare di nuovo nella caldaia per mezzo della pompa; dopo la concentrazione il liquido ritorna nella vasca di evaporazione.

Per evitare l'impiego di caldaie e di vasche troppo ingombranti e costose si vuota un bagno alla volta; la caldaia è della capacità di $m^3 1 \div 1.5$ e la vasca deve essere di piccola profondità ($40 \div 50$ cm) e presentare una estesa superficie di evaporazione.

In media si può ritenere che l'ossido ammonti al 0,75% del rame laminato e che da 1 kg di ossido si ricavano circa 3 kg di solfato.

L'impianto per il ricupero può costare dalle 10 alle 12 000 lire, e la spesa mensile di esercizio si aggira intorno alle $400 \div 500$ lire per una produzione di $50 \div 70$ tonnellate di rame trafilato.

□ □ SUI TELEGRAFI AUTOGRAFICI □ □

MARIANO PIERUCCI

1. - Introduzione.

Come è ben noto, fu un italiano, l'abate Caselli, che risolse per il primo, ed in maniera assai elegante, il problema della trasmissione telegrafica degli autografi e dei disegni.

Dopo di lui (che pubblicò il suo lavoro sul «Nuovo Cimento» nel 1856) sorsero moltissimi studiosi e tecnici a perfezionare il metodo primitivo o ad idearne dei nuovi, al fine di rendere più rispondente una tale trasmissione alle esigenze della vita moderna.

Non è facile compito il dare un'idea, sia pure sommaria, di tutti gli studi compiuti su questo argomento; e ciò per due principali motivi:

1) perchè la produzione è così vasta, che il riferirla richiederebbe uno spazio assai più largo di quello impostomi;

2) perchè una buona parte di tali ricerche non sono comparse su vere riviste scientifiche; ma si trovano descritte soltanto in certificati di privative industriali, od in periodici di carattere più propriamente pratico, se non addirittura in quotidiani politici.

Perciò in questa breve nota non mi propongo di descrivere tutti i metodi di trasmissione sinora ideati, molti dei quali, d'altra parte, non sono che variazioni di pochi prototipi; ma voglio invece limitarmi ad un rapido esame critico dei prototipi stessi, dal quale il lettore possa farsi un'idea della difficoltà del problema e della ragione per cui nessuno di questi numerosi metodi (alcuni dei quali, invero, assai ingegnosi) ha potuto avere un'applicazione nel campo della pratica telegrafica.

Chi fosse desideroso di approfondire le sue cognizioni sull'argomento può valersi delle numerose note bibliografiche.

2. - Gli apparecchi telefotografici.

Per comodità di esposizione è utile distinguere gli apparecchi in questione in due categorie: 1) teleautografi; 2) telefotografi. I primi pur potendo trasmettere fotografie e disegni, sono particolarmente adatti per la trasmissione dei telegrammi in autografo; i secondi, pur riproducendo perfettamente i manoscritti, servono meglio a trasmettere fotografie che non a far da telegrafi. Requisiti necessari per il primo tipo sono la semplicità di operazione e la velocità; per il secondo una nitida riproduzione delle fotografie con i chiaroscuri, ecc.

Gli apparecchi teleautografici, per entrare sicuramente nella pratica, dovrebbero in qualche modo fare la concorrenza ai telegrafi rapidi; i telefotografici, invece, hanno il loro campo di applicazione nelle questioni di polizia; un campo abbastanza diverso, quindi, da quello della telegrafia vera e propria.

Tale distinzione è da notarsi che si può fare solamente in linea generale; essa ha il solo scopo di rendere più agevole e più chiaro un rapido esame di questi apparecchi; non ha, nè vuole avere, altri significati.

Ciò posto, diciamo due sole parole dei telefotografi, per passare subito poi agli apparecchi del primo tipo che formeranno l'oggetto principale di questo studio.

I telefotografi sino ad oggi conosciuti sono in gran parte fondati sulla proprietà che ha il selenio di cambiare la sua resistenza elettrica al variare della illuminazione: proprietà, come è noto, scoperta da Willoughby Smith nel 1873.

Non molti anni dopo tale scoperta vediamo già qualche risultato degli studi intrapresi per applicare detta proprietà al problema della trasmissione delle fotografie, dei disegni, ecc. Difatti (per ac-

cennare soltanto ai principali) nel 1885 si hanno degli apparecchi telefotografici di E. von Taund-Szyls⁽¹⁾ e di F. Larroque⁽²⁾, mentre già si erano avuti studi in proposito di Ayrton, di Bidwell e di Nipkow⁽³⁾.

Connessa con la telefotografia era la «televisione», sulla quale, nei primi anni che seguirono la scoperta dello Smith, si nutrivano grandi speranze.

Nel 1889 abbiamo ancora un telefotografo per merito del Sutton⁽⁴⁾ e nel 1891 un altro dell'Amstutz⁽⁵⁾; poi, tralasciando alcune modificazioni, si arriva al 1893; anno in cui H. C. Johnson⁽⁶⁾ espone un nuovo fototelegrafo, nel quale già si vede lo schema del fototelegrafo del Korn, che descriveremo fra poco. Pure del 1893 è il «telectroscope» di L. Le Pontois⁽⁷⁾, fondato anch'esso sulla cella a selenio, e del 1894 l'apparecchio di F. Jenkins⁽⁸⁾.

Nel 1902 abbiamo un tentativo di televisione per parte di Cobllyn⁽⁹⁾. Nello stesso 1902 il problema della telefotografia è preso in serio esame e portato a buon punto, poi, in vari anni di pazienti e ingegnose ricerche, da A. Korn.

Il più grave difetto di tutti i precedenti telefotografi era la straordinaria lentezza di trasmissione dovuta alla isteresi del selenio. Il Korn rese più veloce l'apparecchio con una cella compensatrice. Rimandando il lettore che volesse conoscere meglio il sistema alle numerose memorie originali⁽¹⁰⁾, dirò brevemente in che cosa consiste il metodo.

La parte essenziale (oltre il sistema compensatore) è una cella di selenio, intorno alla quale gira un cilindro di vetro, (scorrevole lungo l'asse) sul quale si pone la pellicola fotografica. Una lampada Nernst, mediante una lente, concentra i suoi raggi su un punto del cilindro, racchiuso in una scatola metallica munita di un piccolo foro. Alla stazione ricevitrice vi è un simile cilindro (muovendosi sincronamente al primo) che porta la pellicola fotografica sulla quale deve prodursi l'immagine. Un galvanometro a corda porta un disco otturatore che lascia passare più o meno la luce proveniente da una lam-

(1) E. von TAUND-SZYLIS. - «Selen - Differential - Schreibtelegraph und Relais», (*Elektrot. ZS.*, p. 484-487).

(2) F. LARROQUE. - «Sur un procédé de transmission électrique des images des objets», (*Lum. Electr.*, XVIII, p. 532-533).

(3) Vedi in proposito la memoria del VALLENTIN: «Ueber das Fernsehen mittels Elektrizität mit besonderer Berücksichtigung des elektrischen Teleskopes» von Nipkow». (*Elektr. Rundsch.* 1888 1,16).

(4) SUTTON - «Tele-photograph» (*Electr. Rev.*, 27, p. 549, e *Lum. Electr.* 38, p. 538).

(5) AMSTUTZ - «Pictorial telegraphy» (*Electr. Rev.* 29, p. 643, 1891).

(6) H. C. JOHNSON - «A photo-telectroscope» (*Electr. New York*, 15, p. 485).

(7) L. LE PONTOIS - «The telectroscope» (*Electr. New York* 15, p. 485).

(8) F. JENKINS - «Transmitting pictures by electricity» (*Electr. New York*, p. 62-63, 1894).

(9) J. H. COBLYN (*C. R.*, 135, p. 684-685, 1902).

(10) A. KORN - Ueber gebe- und Empfangsapparate zur elektrischen Fernübertragung von Photographien» (*Physik Z. S.* 5 p. 113-119, 1904).

— «Empfangsapparate für Teleautographie und Fernübertragung von Halbtongravuren» (Ebenda, p. 164-168).

— Ueber ein Verfahren der elektrischen Fern-photographie» (*Munch. Ber.* 32 p. 39-41, 1902; *Elektrot. Z. S.* 23, p. 454-455 1902).

— «Elektrische Fernphotographie» (*Electrot. ZS.* 26, p. 1131-1134, 1905).

— Vedi anche *Compt. Rend.* 143, p. 892-895, 1906;

— » » *Ecl. Electr.* 49 p. 476-478, 1906;

— » » *Phys. Zeitschr.* 8, p. 19-20, 1907;

— » » *Phys. Zeitschr.* 8, p. 119-120, 1907;

— » » *Electrician* 58, p. 577, 1907;

— » » *Elektrische Fernphotographie und Ähnliches* (87 pag. Lipsia - Hirzel, 1907);

— » » *Natur. Rundsch.* 23 p. 521-523 e 533-536, 1908;

— » » Per gli ulteriori progressi del suo metodo vedi «Die Entwicklung der Bildtelegraphie»; (*Fortchr. d. Natur. Forschung*, I. p. 177-194, 1910);

— » » «Über die jüngsten Fortschritte der Bildtelegraphie» (*Verh. d. D. Physik Ges.* 13 p. 257-265, 1911);

A. KORN e Br. GLATZEL - «Handbuch der Phototelegraphie und Teleautographie» (488 p. Lipsia - O. Nemnick 1911).

(È un trattato storico, critico e descrittivo delle esperienze dell'autore. È studiata anche la questione della telefotografia attraverso ai cavi. Vi si accenna infine al problema della visione a distanza, che non sembra molto prossimo ad essere risolto).

S. CARAZZOLO. - Di un nuovo metodo di fototelegrafia del prof. Arthur Korn. (*L'Elettrotecnica*, V. 1^o, XVIII degli Atti, 1904, p. 304-328).

pada, a seconda che è più o meno intensa la corrente; ossia a seconda che la cella del trasmettitore è più o meno illuminata.

Mentre il Korn stava perfezionando il suo metodo, T. Thorne Backer ne studiava l'applicazione alla telegrafia senza fili ⁽¹¹⁾; altri poi, come il De Groot (1907), il Sanlecq, il Dosajuhaty (1909) e il Glatzel ⁽¹²⁾ riprendevano un po' diversamente lo studio della telegrafia; e i fratelli Andersen ⁽¹³⁾ e più tardi W. Stephan ⁽¹⁴⁾ tentavano nuovamente il problema della visione a distanza.

Un'altra categoria di telefoto è quella degli apparecchi stereografici. Prototipo di essi è il telestereografo del Belin ⁽¹⁵⁾. Il metodo è basato sull'utilizzazione dei rilievi che presentano, dopo lo sviluppo, certe prove fotografiche; e più in generale sull'utilizzazione di ogni tracciato in rilievo. Al trasmettitore le variazioni di rilievo si traducono in variazioni d'intensità di corrente. All'arrivo la corrente è ricevuta in un galvanometro di oscillografo Blondell, il cui specchio occupa uno dei punti coniugati di una lente, della quale l'altro punto coniugato è l'orifizio di una camera oscura, contenente il cilindro ricevitore con sopra la pellicola da impressionare ⁽¹⁶⁾. Altri telestereografi sono quelli del Berjonneau ⁽¹⁷⁾ che richiede la preparazione precedente di una foto-incisione e quello di Rodolfo Leonardie ⁽¹⁸⁾, abbastanza simili al Belin. Guillen Garcia ⁽¹⁹⁾ riprendendo il problema ne studia l'applicazione alla telegrafia senza fili.

3. - Gli apparecchi teleautografici.

Tali apparecchi si possono distinguere in due sottogruppi: uno nel quale chi invia il dispaccio lo scrive mentre avviene la trasmissione telegrafica; l'altro in cui si fa la trasmissione di un telegramma già scritto. L'apparecchio più celebre del primo tipo è quello di Elisha Gray ⁽²⁰⁾. Esso si basa sul fatto che il movimento di un punto nel piano può scomporsi in due movimenti ortogonali fra loro. Alla matita che traccia i caratteri si fissano due cordicelle, che, avvolgendosi e svolgendosi su due puleggie secondo due tangenti fra loro perpendicolari, inviano in due differenti linee telegrafiche delle successioni di corrente.

Queste sono ricevute da due relais, che fanno eseguire a due asticelle, pure ortogonali tra di loro, degli spostamenti proporzionali a quelli delle cordicelle del trasmettitore. Una punta fissata nell'incontro di due bacchette (che son disposte sui prolungamenti delle asticelle e articolabili alle estremità di queste) riproduce i caratteri tracciati dalla matita di colui che trasmette.

Con questo ingegnoso apparecchio occorrono però 4 fili di linea. Il Macpherson, allievo del Gray, ridusse i fili a due soltanto ed un altro allievo, il Ritchie ⁽²¹⁾, riuscì a semplificare il meccanismo, invero assai complicato, del Teleautografo Gray. Il Gruhn ⁽²²⁾ vi apportò ulteriori miglioramenti, modificando specialmente il ricevitore, si da rendere la trasmissione più rapida. Altro apparecchio ingegnoso è quello del Cerebotani ⁽²³⁾ in cui si scompongono pure i movimenti della punta scrivente (secondo coordinate ortogonali) in due movimenti sincroni.

Il più antico apparecchio del secondo tipo è il primo fra tutti i pantelegrafi: il «Telegrafo autografo» di Giov. Battista Caselli ⁽²⁴⁾. Due punte di ferro, una al trasmettitore, l'altra al ricevitore, sono animate, per mezzo di pendoli, di moti alternativi sincroni e descri-

vono linee parallele, vicinissime, su dei sostegni metallici curvati ad arco di cerchio. Al trasmettitore il sostegno metallico porta un foglio di stagnola; al ricevitore un foglio di carta imbevuta in soluzione acquosa di ferrocianuro di potassio. I sostegni metallici sono a terra; le punte sono collegate invece alla linea; i poli della pila sono collegati alla punta ed alla foglia di stagnola. Quando la punta tocca la stagnola avviene un corto circuito; ma quando essa passa sul carattere scritto con inchiostro isolante viene abolito il corto circuito e la pila manda una corrente al ricevitore. Mentre la corrente passa, il sale di cui è imbevuta la carta del ricevitore si decompone e la punta del ricevitore stesso lascia sul foglio un segno di bleu di Prussia. Rimando il lettore desideroso di conoscere i particolari della trasmissione e del sincronismo alla memoria originale; del resto la sua descrizione completa si trova su molti trattati. Qui mi preme invece notare come la riproduzione sia perfetta; e come il grave difetto di questo apparecchio (almeno oggi, giacché ai suoi tempi tale difetto era assai meno grave) è la sua estrema lentezza; occorrono difatti diversi minuti per riprodurre una firma; ciò deve essere soprattutto al fatto che il bleu di Prussia seguita, se l'apparecchio va velocemente, a segnare anche quando la corrente non passa più.

Dal 1856 passarono moltissimi anni senza che si fosse fatto un passo nel campo degli apparecchi autografici del secondo tipo della nostra classificazione. Soltanto (che io mi sappia) nel 1898, per merito di Hummel, fu portato avanti lo svolgimento della questione. Il suo concetto è analogo a quello del pantelegrafo Caselli; il meccanismo d'orologeria però — invero assai complicato — è mosso da un motorino elettrico; ma la modificazione essenziale al pantelegrafo Caselli consiste nell'aver posto al ricevitore una elettro-calamita in luogo della carta imbevuta di ferrocianuro; l'elettro-calamita, al passare della corrente, attira un braccio mobile che porta la punta scrivente. Altri apparecchi di questo tipo sono l'Elettrografo di Palmer, Mille e Dunlany; e quello Greville-Villiams.

Sui primi del 1903 Luigi Pierucci (mio padre) costruiva un altro teleautografo di cui si trova la descrizione in certificato di privativa del Gennaio 1903 e in un articolo di M. Salvadori sulla «Rivista di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali» (1907). Il ricevitore è munito, come nel telegrafo Hummel, di un'elettro-calamita. Il trasmettitore e il ricevitore portano i due cilindri metallici muovendosi sincronicamente. Il cilindro metallico completo compare (che io sappia) per la prima volta nei teleautografi. La punta del trasmettitore passa sopra lo scritto (o disegno) tracciato su carta metallizzata; in tali condizioni la corrente passa attraverso il circuito e fa sì che la elettro-calamita del ricevitore attiri un'ancora portante una rotella con tampone (come nei telegrafi Morse); quando la punta passa sullo scritto (isolante) s'interrompe la corrente nel circuito e l'elettro-calamita del ricevitore lascia cadere l'ancora, e così la rotella segna un punto. Il sincronismo è ottenuto ponendo alle due stazioni dei regolatori Watt, muniti di spazzolini metallici. Con tale metodo è assai facile e rapido il processo di trasmissione ⁽²⁵⁾.

Poco dopo il Carbonelle ⁽²⁶⁾ ideava il suo «teleautoincisore». Due cilindri metallici girano pure qui sincronicamente. Al ricevitore, invece dell'elettro-calamita, si trova un piccolo telefono che porta una membrana munita di una punta che incide la superficie del cilindro ricevitore tutte le volte che la corrente cessa di passare nella linea. Interponendo, tra un foglio steso sul cilindro e altri fogli successivi, altrettanti fogli di carta calcante, si hanno diverse tirature del dispaccio trasmesso. L'autore pensa di ottenere una velocità di trasmissione straordinaria, maggiore di quella dei telegrafi rapidi di Crehore e Squier ⁽²⁷⁾ e perfino di quello di Pollak e Virag ⁽²⁸⁾. Sembra però che l'apparecchio non possa funzionare bene che per piccole distanze.

Il fototelegrafo dei signori Senlecque e Tival ⁽²⁹⁾ (che nonostante il suo nome è un teleautografo) ha il trasmettitore simile a quello dei sistemi testè nominati; il ricevitore utilizza invece il galvanometro a corda già adoperato dal Korn.

Ma, nonostante la grande velocità ottenibile da questi tre ultimi

⁽¹¹⁾ T. THORNE BAKER - «Telegraphy of Photographs, wireless and by wire» (*The Electrician*, 1910, Vol. 65, p. 96-100).

Vedi pure Nat. 82 p. 309-311, 1910 e Nat. 84 p. 220-226, 1910).

⁽¹²⁾ B. GLATZEL - «Neuere Versuche über Fernübertragung von Bildern» (*Elektrot.*, ZS. 31, p. 1062-1064 e 1092, 1095, 1910).

⁽¹³⁾ Vedi E. RUHMER - «Der Fernseher der Gebrüder Andersen» *Mechan.* 18, p. 160-161, 1910).

⁽¹⁴⁾ W. STEPHAN - «Construction eines elektrischen Fernsehers» (*Mech.* 14 p. 159 e 173, 1906).

⁽¹⁵⁾ E. BELIN - «Il telestereografo» (*Soc. Franc. di Fisica* n. 277, p. 3-4, 1908 e *Compt. Rend.* 1922, 1^o sem. p. 678-680).

⁽¹⁶⁾ - Col telestereografo di Belin una fotografia 13x18 si trasmetteva in meno di mezz'ora. Pare che le riproduzioni siano molto più fini di quelle che dà l'apparecchio di Korn; la sua messa a punto richiede però una grande abilità e molto lavoro. Secondo notizie comparse pochi giorni fa su qualche giornale quotidiano tale trasmissione si compirebbe in appena dieci minuti.

⁽¹⁷⁾ Vedi J. BLONDIN - «Sopra alcuni apparati per la trasmissione a distanza di disegni e fotografie» (*Soc. Franc. di Fisica* 277, p. 4-6, 1908).

⁽¹⁸⁾ e ⁽¹⁹⁾ Vedi la nota già citata del Blondin.

⁽²⁰⁾ ELISHA GRAY - Teleautografo (*Electr. World*, 21 p. 220-222, 1893).

⁽²¹⁾ RITCHIE - (*Electrician*, 46 p. 115-118, 1900).

⁽²²⁾ GRUHN - (*Elektrotechn. Zeitschr.* 23 p. 117-119, 1902).

⁽²³⁾ L. CEREBOTANI - *Meine Telegraphie* (257 p. Monaco - Tip. Ackermann, 1900).

— Vedi pure: K. FRANCK - «Einiges über Cerebotani'sche Apparate» (*Centralzeitung f. Opt. Mech.* 21 p. 2-4, 1900).

⁽²⁴⁾ Giov. Battista CASELLI - «Telegrafo autografo» (*Il Nuovo Cimento*, 4, p. 40-41, 1856).

⁽²⁵⁾ Modificando alquanto il trasmettitore tale apparecchio può servire da telefoto. Mio padre operava nel modo seguente (come è testualmente descritto nel citato articolo della *Rivista di Scienze Fisiche Mat. e Nat.*, gennaio 1907 p. 68 e 69). «Si spalma di gelatina un cilindro metallico e lo si sensibilizza con una soluzione di bicromato ammonico, vi si applica poi della carta fotografica contenente la scrittura da riprodurre o una pellicola fotografica; si impressiona il cilindro alla luce diretta e dopo, con apposito bagno, si asporta la gelatina non impressionata; il cilindro è così pronto per la trasmissione.

⁽²⁶⁾ Vedi la più volte citata nota di J. Blondin.

⁽²⁷⁾ Crehore e Squier (*Sepab. Trans. of the Am. Inst. of El. Ing.* 14, 1897).

⁽²⁸⁾ POLLAK e VIRAG: *Machine Telegraph*, (*Electr. World and Engineer*, 34, p. 84-85, 1899).

⁽²⁹⁾ Vedi ancora nota di J. Blondin.

apparecchi nominati, i teleautografi non sono entrati nella pratica. Un primo inconveniente che subito si presenta all'osservatore è quello che in tutti questi tipi occorre che il dispaccio sia scritto su carta metallizzata.

Un passo piuttosto notevole per ovviare un tale inconveniente fece mio padre nel 1904; egli pensò cioè di adoperare una carta che fosse conduttrice e che potesse mettersi facilmente in commercio, per la sua praticità. Costruì difatti una carta nella quale, impastata insieme con la cellulosa, si trovava una polvere estremamente sottile di carbone di storta. Vi si poteva poi scrivere sopra con inchiostro isolante, purché non fosse nero (per esempio inchiostro rosso). Grandi difficoltà furono incontrate nella fabbricazione della carta stessa perché essendo il carbone di storta assai duro ne è difficile la macinazione; mentre è necessario ridurlo a polvere impalpabile, se si vuole che la carta abbia conducibilità uniforme. Del resto tale difficoltà è puramente di carattere tecnico.

Ma un altro, e ben grave, inconveniente dei telegrafi autografici, è certo la loro minore rapidità rispetto a quella dei telegrafi rapidi moderni. Difatti, mentre nella trasmissione telegrafica a scrittura convenzionale con pochi punti e linee si fa una lettera (nei telegrafi stampanti con un solo colpo), nei teleautografi occorrono numerosi punti affinché la lettera sia riprodotta in modo netto.

A causa di ciò: 1) si incontra presto un limite dato dall'inerzia dei sistemi mobili del ricevitore; 2) anche potendo abolire qualsiasi sistema mobile, si incontrerebbe tuttora un limite imposto dai disturbi delle autoinduzioni, delle capacità e delle resistenze (almeno nelle lunghe linee telegrafiche). Potendo abolire ogni sistema mobile, rimarrebbe, dunque, ancora il secondo limite. Il quale, potrebbe però — almeno in molti casi — essere portato abbastanza in alto. Difatti, mentre per piccole distanze i disturbi di capacità, di autoinduzione e di resistenza sono trascurabili, per distanze maggiori si potrebbe anche ricorrere alla radiotelegrafia. (Per distanze grandissime potrebbero, forse, sorgere delle difficoltà dipendenti dai disturbi dovuti alle interferenze). Sarebbe forse possibile, ad ogni modo, raggiungere, ed anche oltrepassare, la velocità dei telegrafi ordinari.

Si può opporre, però, che potendo costruire simili ricevitori, se ne avvantaggerebbero pure i telegrafi comuni (esclusi, si capisce, quelli stampanti); di modo che la velocità dei teleautografi così perfezionati sarebbe sempre minore di quella che verrebbero ad acquistare i nuovi telegrafi con ricevitore privo di sistema mobile. Ma è da notarsi, d'altra parte, che, raggiunta una sufficiente «velocità di trasmissione» (velocità con cui il telegramma viene trasmesso sulla linea), poco gioverebbe aumentarla ancora, almeno nella massima parte dei casi — eccettuate soltanto, cioè, le linee di enorme traffico — mentre sarebbe invece interessante aumentare la «speditività» — diciamo così — di operazione, dipendente dal tempo che occorre perché il telegramma, dopo la sua presentazione, arrivi a destinazione; dipendente, cioè, dalle operazioni preliminari alla trasmissione e successive alla ricezione; vale a dire — eccettuate i telegrafi stampanti — dipendente dal tempo necessario alla foratura delle striscie, alla trascrizione del telegramma, o allo sviluppo ed al fissaggio della pellicola, ecc. (Per i telegrafi stampanti non occorrono tali operazioni; ma d'altra parte, come si è detto, essi non sono suscettibili del perfezionamento sopra accennato). Quando si potesse, ad esempio, trasmettere in un minuto primo un lungo pantelegramma, poco gioverebbe, nella maggior parte dei casi, poterlo trasmettere (si parla di trasmissione sulla linea) in mezzo minuto; mentre molto utile sarebbe invece eliminare ogni lavoro precedente e successivo del telegrafista; ottenendo insieme, oltre ad una semplificazione di lavoro e di personale, un guadagno effettivo di tempo, dal ricevimento alla consegna del dispaccio; giacché tutte le operazioni ausiliarie richiederebbero certo assai più di trenta secondi.

Come si vede, dunque, il problema diventa, insieme, oltre che tecnico, economico.

Il fatto che da oltre dieci anni non si siano avuti notevoli lavori sull'argomento della teleautografia dimostra chiaramente le grandi difficoltà che presenta la questione e il conseguente scoraggiamento degli studiosi di tecnica telegrafica.

Non sembra però, dopo quanto si è detto sopra, che tale scoraggiamento sia del tutto giustificato; quello della teleautografia pare insomma un problema, difficile, sì, ma aperto tuttora.

4. - Conclusione.

Ho dato un rapido cenno degli apparecchi costruiti per la trasmissione delle fotografie, dei disegni e dei manoscritti e ho detto come essi possano distinguersi in due categorie: 1° telefotografi; 2° teleautografi. I primi, utili per le indagini della polizia, ma lenti, non possono in alcun modo sostituirsi ai telegrafi; i secondi, inadatti a riprodurre particolari fotografici, sono più rapidi dei primi, ma pur sempre meno rapidi dei più recenti telegrafi ordinari.

Ho osservato come tale maggior lentezza dipenda da due fatti. 1° - A causa dei moltissimi punti necessari per formare un pantelegramma, si incontra presto un limite dato dalla inerzia dei sistemi mobili. 2° - Per questa stessa causa, anche aboliti i sistemi mobili, vi è un limite imposto dalla autoinduzione e dalla capacità delle lunghe linee telegrafiche (o dai disturbi di interferenze nelle trasmissioni radio-telegrafiche a grandissima distanza).

Abolendo i sistemi mobili, rimane ancora una speranza di poter applicare questi teleautografi su linee telegrafiche non molto lunghe, servendoci poi per maggiori distanze della radiotelegrafia; giacché in tali casi si può forse arrivare prima al limite in cui non si possono più ricevere in alcun modo i segnali nella odierna telegrafia ordinaria, che non al limite in cui i disturbi di autoinduzione e capacità (o di interferenze) impediscono la trasmissione teleautografica.

Con ciò che precede ho inteso, semplicemente, di richiamare l'attenzione dei tecnici sopra la possibilità, che ancor si mostra, di risolvere un quesito posto sessantasette anni addietro; e di far notare, nello stesso tempo, quali sono le difficoltà (niente affatto trascurabili) che la risoluzione di un tale quesito presenta tuttora.

Mi riservo di far conoscere in seguito i risultati di nuove ricerche sperimentali intraprese in questo campo.

Pisa, Istituto di Fisica della R. Università.

:: SUNTI E SOMMARI ::

GENERATORI.

J. ROSEN — **Alcuni problemi relativi agli alternatori veloci, e la loro soluzione.** (Journal of the Inst. of Elec. Eng., Londra, aprile 1923, pag. 439).

L'interessante articolo del Rosen riguarda alcune delle maggiori difficoltà costruttive che si sono incontrate negli ultimi anni, negli alternatori di grande potenza e destinati all'accoppiamento con turbine a vapore e perciò dotati di una rilevante velocità periferica, con particolare riguardo a quanto è stato fatto dalla Ditta Parsons.

Gli alternatori, anche per frequenze di 50 periodi, e costruiti con due soli poli, non possono avere una velocità maggiore a quella corrispondente a 3000 giri. Poiché tale velocità non è ancora sufficiente per ottenere il migliore rendimento delle turbine per altissime potenze, vennero costruiti dei gruppi con riduttori di velocità cosicché la turbina può fare circa 6000 giri mentre l'alternatore ne compie solo da 500 a 750. Ciò permette di ridurre il costo dell'alternatore potendosi evitare molti degli speciali accorgimenti che si rendono necessari alle fortissime velocità.

L'A. mette in evidenza il rapido aumento verificatosi nella potenza delle singole unità ricordando che mentre nel 1915 si considerava come notevole la potenza di 3750 kVA (a 3000 giri) attualmente in Inghilterra vi sono delle unità da 20.000 kVA, mentre in America la massima potenza è di 9375 kVA (a 3600 giri) (sic. N. d. R.). L'A. asserisce che la causa di tale limitazione nella potenza massima delle unità usate in America, risiede non nella turbina, ma nell'alternatore e più precisamente nella difficoltà di assicurare una sufficiente ventilazione.

Negli anni 1916-1917 si ebbero parecchi casi di guasti in grossi turboalternatori, dovuti a eccessivi riscaldamento, a insufficiente protezione meccanica contro gli sforzi derivanti da corti circuiti, ad umidità dell'aria di ventilazione. Negli ultimi anni invece i guasti nelle grandi unità si sono fatti assai rari. Quasi sempre i guasti si verificano nello stator. Un interessante caso che l'A. ricorda fu quello di un alternatore nel quale si riscontrarono erosi i tubi isolanti intorno ai conduttori dello stator; si riconobbe che ciò era dovuto ad una azione erosiva dovuta a granelli di sabbia che l'aria di ventilazione toglieva da una piccola alterazione nelle pareti del canale d'aria lungo le fondazioni della macchina; questi granelli venivano portati nei canali di ventilazione del rotore e nell'intraferro, e venivano lanciati per la forza centrifuga contro lo stator danneggiando le porzioni dell'avvolgimento che ne venivano investite.

I problemi più gravi, d'indole meccanica, si incontrano nella costruzione del rotore. Il tipo di rotore a tamburo, cogli avvolgimenti di eccitazione situati in canali radiali praticati fra i poli, si dimostrò la più adatta per alternatori veloci. Quando nel 1914 si costruì il primo alternatore da 14700 kVA a 2400 giri, il Parsons unitamente all'A. ebbero a studiare e confrontare con cura i pregi dei vari tipi costruttivi di rotore; venne infine prescelto il tipo in un sol pezzo forgiato che si dimostrò perfettamente adatto. Si adottò una velocità periferica non superiore a 100 metri per secondo. Naturalmente la lunghezza del rotore risulta rilevante ed infatti le dimensioni del rotore dell'alternatore suddetto sono di circa m 2,60 di lunghezza e di m 0,73 di diametro; il rapporto, la lunghezza di un polo e il solo spessore risulta di 3,62.

Un problema costruttivo serio è presentato dalle piastre di estremità destinate a sostenere le testate delle bobine, e qui si fa specialmente sentire il vantaggio di mantenere relativamente bassa la velocità periferica, per non indurre eccessive sollecitazioni per forza centrifuga.

Siccome le testate delle bobine non sono distribuite uniformemente sotto le piastre d'estremità, queste, venendo sollecitate in modo non uniforme, tendono a deformarsi durante il moto. Questo effetto è particolarmente sensibile nelle macchine a due poli, nelle quali le piastre tendono ad ovalizzarsi. Questo fenomeno nei primi tempi preoccupò alquanto i costruttori; la Ditta Parsons condusse in proposito una apposita serie di esperienze nel 1921 su di un alternatore da 15 000 kVA ruotante alla velocità di 3000 giri. Le esperienze furono condotte misurando l'intervallo fra un indice fisso e la periferia della piastra ruotante; il metodo più opportuno si dimostrò quello di fissare fotograficamente la lunghezza di una scintilla che si faceva scattare fra l'indice fisso e la piastra. Si riconobbe che la massima deformazione si verificava in vicinanza all'attacco al corpo del rotore; la deformazione del diametro della piastra era di mm 0,63 in rispondenza ai poli; valori quindi non preoccupanti.

Il metodo comune di costruire gli avvolgimenti, secondo il quale si mettevano prima nei canali della armatura i tubi isolanti e suc-

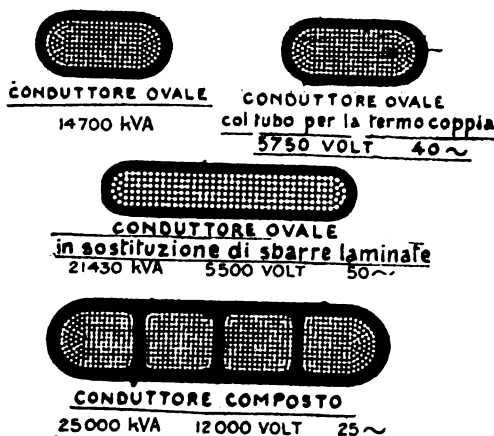


Fig. 1.

cessivamente si eseguiva l'avvolgimento a mano, si dimostrò inadatto per macchine di grandi potenze sia per l'alto costo che ne derivava sia per la incompleta utilizzazione dello spazio disponibile. Si preferì tenere distinti durante la costruzione, i conduttori destinati all'interno dei canali, da quelli di connessione, sulla testata della macchina, salvo eseguire poi le relative saldature.

Per i conduttori destinati ad entrare nei canali dell'armatura, la Ditta Parsons ha studiato dei tipi di conduttori multipli senza anima e che vengono costruiti nelle dimensioni e nelle forme esattamente rispondenti ai canali a cui sono destinati. I singoli conduttori elementari sono isolati fra loro e disposti a spirale secondo norme

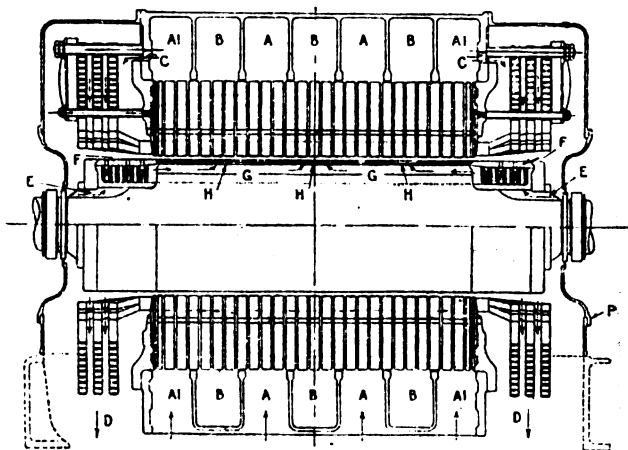


Fig. 3a.

definite, per evitare le correnti parassite. Le connessioni di estremità sono fatte con nastro di rame, ciò che rende anche più facile assicurare le testate contro gli sforzi meccanici derivanti da eventuali corti circuiti.

I cavi multipli sagomati di cui sopra, vengono eseguiti meccanicamente da macchine che possono dare qualunque sagoma direttamente, senza bisogno di ricorrere a deformazioni forzate dopo la composizione del cavo, come si praticava nei cavi ad anima deformabile. Si ha così il vantaggio di una migliore utilizzazione dello spazio disponibile, mancando l'anima, e di non rovinare l'isolamento dei conduttori elementari. La connessione di estremità, negli ultimi tipi, è essa pure multipla onde ridurre anche qui al minimo le correnti parassite (fig. 2).

Coi cavi sagomati suddetti, il tubo isolante entro il canale è sostituito da un isolamento generale esterno che viene costruito solidalmente al cavo stesso sul quale viene applicato da apposita macchina, che può essere usata sia con cavi di pochi chili di peso, sia

con elementi pesanti fino a 3 quintali. L'isolante impiegato è sempre la mica. Anche i conduttori per le connessioni di testata sono isolati separatamente prima di essere messi in opera, cosicchè una volta compiuta la bobina, non resta che da compiere l'isolamento delle saldature fra i conduttori dei canali e quelli di testata. In anni recenti si vantavano certi metodi di confezione delle bobine coi quali si otteneva una bobina compatta in cui l'isolamento formava quasi un tutto coi conduttori, cosicchè l'insieme pareva presentarsi coi migliori requisiti. Negli ultimi anni si ebbero delle messe a terra di tali avvolgimenti, causate da screpolature nei rigidi e compatti rivestimenti isolanti. Si riconobbe che ciò derivava dalle ineguali dilatazioni che per effetto del riscaldamento avvenivano rispettivamente nel rame e nell'isolante.

Non essendo praticamente possibile ottenere degli isolanti aventi lo stesso coefficiente di dilatazione del rame, si cercò di ottenere un isolamento elastico e flessibile. A ciò si riuscì mediante speciali isolamenti flessibili in mica. Qualora si sia costretti a usare un isola-

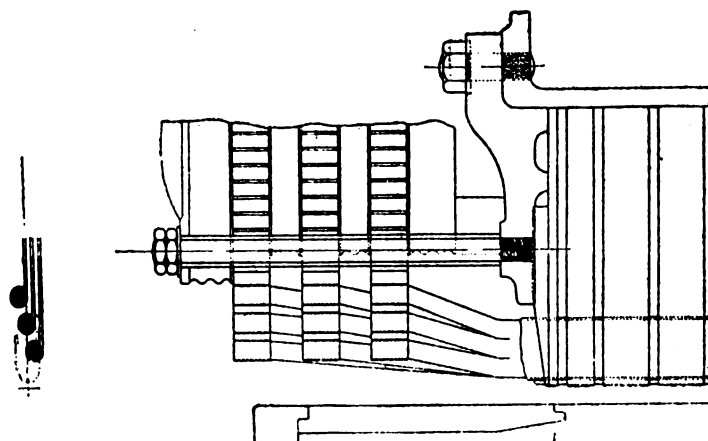


Fig. 2. — Collegamenti di testata

mento rigido, bisogna usare la precauzione di inserire un sottile strato di isolante flessibile fra il rame e il tubo rigido non solo, ma anche fra questo e il ferro del canale poichè anche qui si generano dei movimenti relativi e quindi degli strisciamenti; può servire allo scopo uno straterello di vernice bituminosa che diventi plastica col riscaldamento.

Per quanto riguarda i canali dello stator, l'A. ritiene che sia preferibile il tipo a canali completamente chiusi, anche se riesca un poco più costoso di fabbricazione. Oltre a vantaggi di indole pratica, di ispezionabilità, l'A. osserva che coi canali chiusi le pulsazioni del flusso sono ridotte al minimo; presentando lo statore un contorno metallico

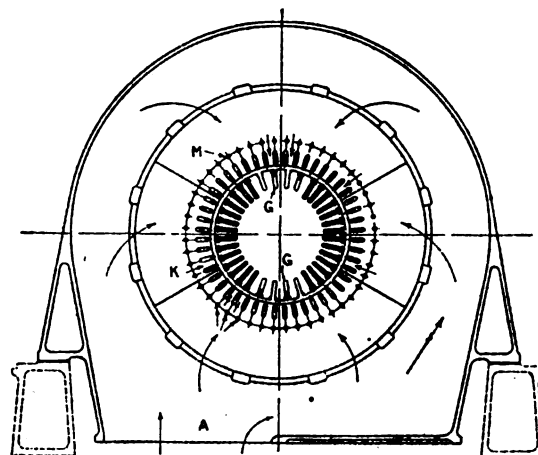


Fig. 3b.

continuo, le correnti indotte nella massa del rotore sono ridotte al minimo, con vantaggio del rendimento dell'alternatore. La curva della tensione ottenuta si avvicina nel modo migliore alla sinusoidale. L'A. riporta alcuni oscillogrammi in cui l'onda appare regolarissima; a pieno carico la massima deviazione dell'onda di tensione dalla sinusoidale, in un turbo alternatore da 8000 kVA, è dal 2,1 per cento circa.

Il problema più serio è quello del raffreddamento. Col metodo usuale nel quale l'aria è soffiata entro la macchina alle sue estremità, negli alternatori molto lunghi avviene che l'aria si riscalda prima di raggiungere la zona centrale, la quale perciò non è sufficientemente raffreddata. Questa considerazione mette dei limiti alla potenza massima realizzabile.

La Ditta Parsons ha studiato in proposito una disposizione particolare colla quale si ottiene un raffreddamento uniforme lungo tutta la lunghezza dell'alternatore. La macchina a questo scopo, è divisa in tanti circuiti di aerazione disposti in parallelo, ciascuno di piccola resistenza al passaggio dell'aria. Come si vede in fig. 3a e 3b l'aria

è forzata in tanti compartimenti *A*, ricavati nella copertura dello stator, alternati con altrettanti compartimenti di scarico *B*. Da ogni condotto di arrivo *A*, l'aria passa attraverso condotti radiali nel corpo della carcassa; una parte dell'aria poi passa fra i denti *K* dello stator nell'intraferro dove corre assialmente per raggiungere i condotti *B* di scarico; l'altra porzione dell'aria circola invece nei fori assiali *U* praticati nella carcassa dello stator in immediata vicinanza dei canali

periodica rimozione della polvere accumulata, parte della quale raggiunge sempre gli avvolgimenti ad onta di ogni precauzione. Si sono perciò preferiti i filtri ad umido nei quali l'aria viene portata in intimo contatto con l'acqua, ciò che permette non solo di pulire l'aria di ventilazione ma anche di diminuirne la temperatura di entrata con evidente vantaggio dell'effetto raffreddante. Il grande svantaggio dei filtri ad umido consiste però nell'impossibilità di eliminare completa-

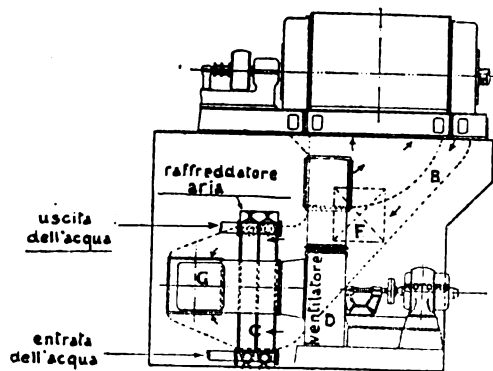


Fig. 4a.

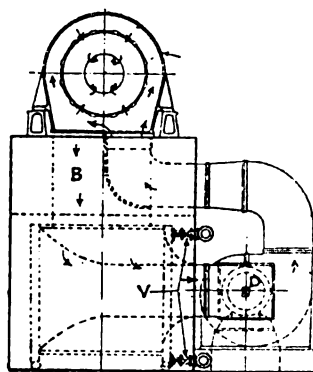


Fig. 4b.

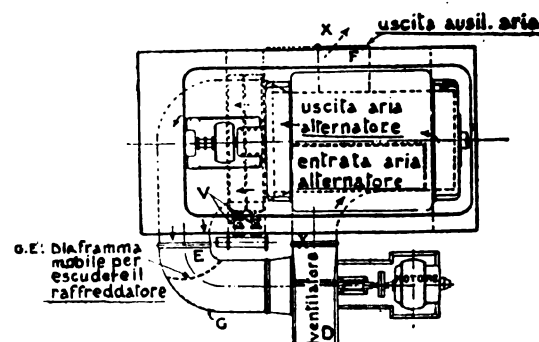


Fig. 4c.

pei conduttori; le quantità d'aria che passano nell'intraferro e nei fori *U* sono calcolate in modo da ottenere un raffreddamento uniforme in tutti i punti dello stator e del rotore.

Le testate delle bobine dello stator sono raffreddate dagli appositi condotti di ventilazione *Al*, dai quali l'aria è forzata attraverso i fori *C* nelle camere di estremità dove si trovano le testate da raffreddare, e opportunamente fatta circolare mediante appositi schermi.

mente nell'aria che abbandona il filtro, le goccioline d'acqua sospese. Esperienze condotte in merito dalla Ditta Parson hanno appunto portato a dimostrare che la presenza di questa umidità può avere conseguenze gravi per gli isolamenti.

Nei più recenti tipi di filtri ad umido l'inconveniente è ridotto a più piccole proporzioni, tuttavia essi richiedono sempre molta precauzione nel loro impiego.

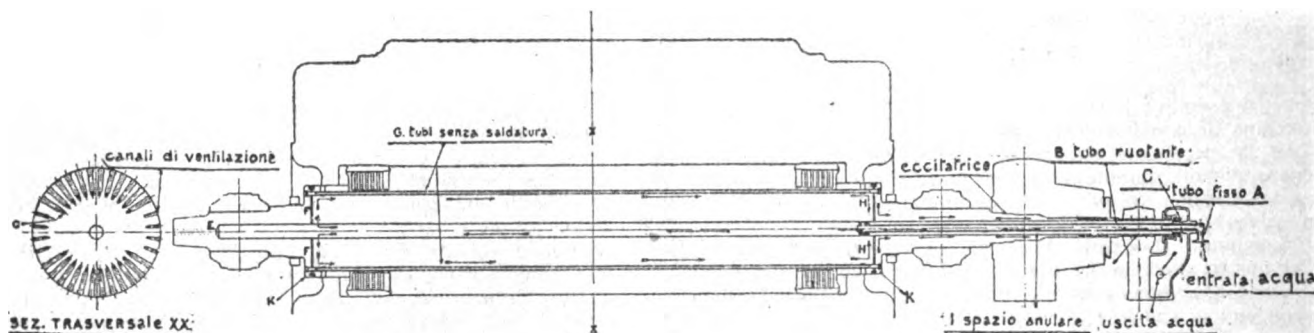


Fig. 5.

Il rotore è raffreddato specialmente sulla superficie, ma una certa quantità d'aria vi è anche fatta pervenire attraverso i condotti *E*; di questa una parte passa nei fori *F* nelle camere di estremità del rotore, e l'altra parte circola nei condotti assiali *G* dai quali poi viene scaricata nell'intraferro in rispondenza agli scomparti *B* di scarico dello stator.

L'A consiglia l'adozione di ventilatori indipendenti, ritenendoli preferibili sia dal lato del miglior funzionamento che dal lato dell'economia.

La soluzione più conveniente del problema della ventilazione consiste nella circolazione chiusa con incluso raffreddatore dell'aria calda. La Ditta Parsons ha studiato un tipo di raffreddatore che si può considerare come un radiatore d'automobile funzionante a rovescio, e che ha dato buoni risultati in parecchi impianti.

I vantaggi della circolazione chiusa sono parecchi. Lo spazio richiesto è piccolo poichè generalmente è possibile installare il raffreddatore d'aria entro il blocco stesso di fondazione dell'alternatore. La polvere è ridotta al minimo poichè praticamente è sempre la stessa

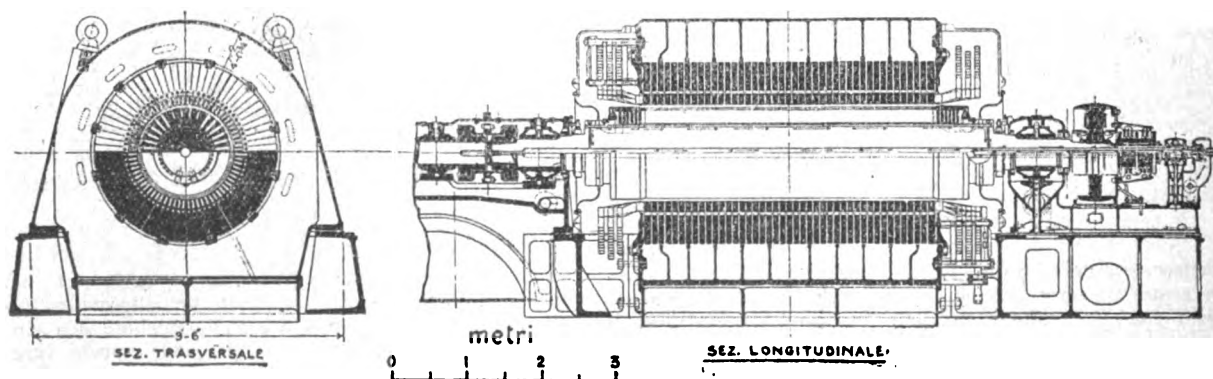


Fig. 6.

Il volume d'aria di circolazione è generalmente fortissimo, e si rende perciò indispensabile che l'aria stessa sia il più possibilmente pulita.

Negli impianti più recenti la ventilazione avviene con una circolazione chiusa d'aria, cosicchè il volume complessivo dell'aria in moto è sempre lo stesso. Ma quando si prenda l'aria dall'esterno in modo che si rinnovi continuamente è necessario che l'aria venga filtrata.

I filtri a secco occupano uno spazio rilevante e richiedono una

aria che circola nell'alternatore; anche l'aria necessaria a supplire le piccole fughe inevitabili si può fare in modo che sia preventivamente filtrata; l'A. crede però che questa sia una complicazione superflua. I pericoli di incendio sono ridotti data la piccola quantità d'aria disponibile, che produrrebbe lo spegnimento di ogni inizio di fuoco. Nella Centrale di Gennevilliers si è anche provveduto ad arricchire d'azoto l'aria di circolazione così da rendere impossibile ogni combustione.

La fig. 4 a b c illustra una installazione di ventilazione. L'aria è forzata dal ventilatore *D* attraverso l'alternatore e successivamente

entro il raffreddatore *C* collocato nel blocco di fondazione, e da esso per il condotto *E* ritorna al ventilatore. Nel raffreddatore generalmente i tubi d'acqua sono disposti orizzontalmente, e i singoli tubi possono essere estratti per riparazioni o pulitura; il raffreddatore è costruito in due sezioni montati su rotelle ed estraibili. La valvola *V* sul condotto d'acqua permette di isolare una delle due sezioni che può così venire estratta. In *F* e *G* sono praticati due passi d'uomo per ispezione. Aprendo la porta *G* si apre l'accesso all'aria dall'esterno mentre si chiude la circolazione del raffreddatore; si può così in caso che questo vada fuori servizio, mantenere la ventilazione con circolazione aperta e scarico da *F*.

È opportuno che i tubi d'acqua del raffreddatore siano inseriti sull'aspirante della pompa di circolazione anziché sul premente. In tal modo l'acqua nei tubi è a pressione inferiore dell'aria esterna, diminuendo così il pericolo di fuoriuscita d'acqua.

Fino dal 1884 il Parsons aveva applicato alle macchine elettriche il raffreddamento a circolazione d'olio, spinto attraverso l'albero cavo. Il sistema, presto caduto in disuso, è stato ripreso negli ultimi anni.

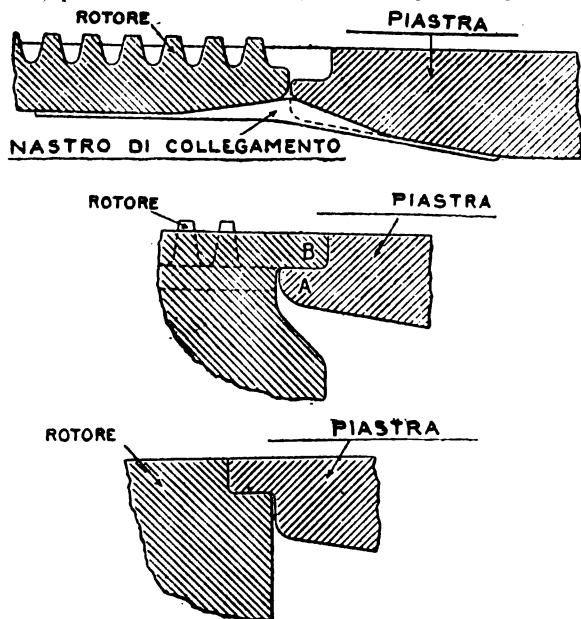


Fig. 7.

La fig. 5 rappresenta il più moderno dispositivo di questo tipo; il rotore è raffreddato dall'acqua che entra ed esce alla stessa estremità producendo un raffreddamento uniforme e evitando la complicazione di avere delle connessioni idrauliche sull'asse dalla parte del giunto. Nella figura 5 l'acqua entra dal piccolo tubo fisso *A* nel tubo rotante *B* fissato all'albero del rotore, circola entro l'albero fino all'altra estremità e per mezzo dei fori radiali *F* raggiunge i tubi d'acciaio senza saldatura *G* posti longitudinalmente sotto gli avvolgimenti del rotore, da cui per i fori radiali *H* e lungo lo spazio anulare fra l'albero e il tubo assiale *B*, arriva al coperchio forato *C* da cui finalmente si scarica. Le congiunzioni coi tubi *G* sono fatte esternamente alla carcassa dello stator cosicchè ogni eventuale perdita riesce subito apparente e non dannosa allo stator; i tubi sono mandrinati nei fori degli appositi collari *K* ricavati dall'albero del rotore. L'acqua di circolazione è sempre la stessa e viene raffreddata in apposito radiatore che di solito è servito dalla stessa acqua di circolazione del condensatore della turbina. La circolazione chiusa dell'acqua si è adottata per la necessità che si è riscontrata di trattare chimicamente l'acqua per prevenire corrosioni.

La figura 6 rappresenta un alternatore da 18 000 kVA con raffreddamento ad acqua; il rapporto del $G D^2$ alla potenza è di 17 700, inferiore al valore usuale per macchine di questa potenza. Però nella maggior parte dei casi l'aumento della potenza massima ottenibile da una data carcassa, non compensa la maggiore spesa di lavorazione necessaria per ottenere la circolazione d'acqua. Questa può convenire in molti casi quando si abbia a disposizione dell'acqua a temperatura molto inferiore a quella ambiente; in tal caso però bisogna stare molto attenti che non si producano delle superficie di condensazione. Un vantaggio indiretto è quello di poter avere un controllo molto facile e preciso delle perdite mediante misure della temperatura dell'acqua circolante.

Inconvenienti seri si sono avuti per il riscaldamento provocato dalle correnti parassite nel rame del rotore e nella carcassa di questo specialmente in vicinanza alla periferia; tali riscaldamenti in certi casi raggiungono valori così elevati da compromettere perfino le proprietà meccaniche delle parti metalliche. Il fenomeno è reso in queste macchine particolarmente sentito per le grandi pulsazioni del flusso che si generano per il fatto dell'elevato rapporto fra le dimensioni dell'intraferro, e la larghezza dei denti dello stator. Gli effetti del riscaldamento si rilevano spesso più intensi sul bordo posteriore (rispetto alla direzione del movimento) dei poli del rotore per il fatto che ai carichi

ordinari il flusso è, per effetto dell'ampere-spire di armatura, distorto in tale direzione raggiungendo ivi una maggior densità.

Un'altra difficoltà proviene dallo scintillamento susseguente alle tensioni generate nella carcassa del rotore. I primi effetti di tale scintillamento si verificarono in alcune macchine fra le sezioni adiacenti dei pezzi di fermo delle bobine nei canali. Il fenomeno fu evitato con dei collegamenti metallici fra i vari pezzi.

In altre macchine furono scoperte delle screpolature sul bordo delle piastre d'estremità del rotore, dove queste erano collegate a incastro entro i bordi sporgenti della carcassa del rotore stesso. Da prima non si riuscì a comprenderne la causa, ma in seguito si dovette riconoscere che, se le correnti normalmente indotte nella massa del rotore non erano sufficienti a produrre uno scintillio, a ciò bastavano invece le forti correnti che in esso venivano indotte durante accidentali corti circuiti sull'alternatore, o da scatti di interruttori rapidi. Esperienze condotte in proposito su macchine da 7500 kVA hanno manifestato il fenomeno in modo evidente. Per rimediare a tale inconveniente si ricorse a stabilire un buon contatto permanente fra le piastre e il corpo del rotore; dopo aver provocato dei corti circuiti si trovarono alcuni dei nastri di rame usati come collegamento parzialmente fusi ciò che dimostrava che avevano subito il passaggio di correnti assai intense. Coll'uso di tali collegamenti ben proporzionati l'inconveniente della scintillazione fu completamente eliminato.

Tuttavia spesso questi collegamenti, che devono essere largamente proporzionati, riescono ingombranti; si ricorre allora a nastri di rame di sezione variabile atta a riempire integralmente un apposito solco ricavato profilando, come indicato in fig. 7 i bordi del rotore e della piastra.

Per il collegamento fra la piastra e il rotore l'A. consiglia di attenersi al tipo di fig. 7a, anziché a quello più in uso di fig. 7b. Ciò per evitare l'inconveniente, altre volte riscontrato, che verificandosi nel bordo della piastra delle screpolature per effetto delle correnti parassite, se ne staccino dei frammenti metallici che possono danneggiare seriamente l'alternatore.

R. S. N.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Recenti perfezionamenti nei locomotori elettrici a scartamento ridotto. (R. G. E., anno 7°, tomo XIII, N. 7 del 17 febbraio 1923).

Le locomotive a scartamento ridotto hanno assunto una importanza rilevante specie nelle miniere, nelle cave, nei cantieri, ecc. È per ciò che, quantunque il numero dei tipi si sia ridotto a quanto è strettamente necessario a seconda dei vari usi, la potenza delle dette locomotive è andata aumentando.

Le difficili condizioni d'esercizio cui sono soggette in genere queste locomotive rendono in esse necessari congegni robusti e pratici ed hanno fatto adottare su larga scala la trazione elettrica a preferenza di quella a vapore, a benzina, ad aria compressa, ecc.

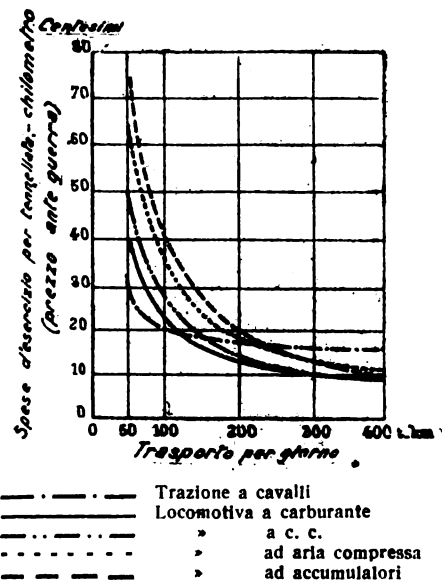


Fig. 1. - Confronto dei diversi sistemi di trazione dal punto di vista delle opere di esercizio.

Il diagramma 1 dà il confronto dei diversi sistemi di trazione dal punto di vista delle spese d'esercizio. Da esso risulta che per intensità di traffico inferiore alle 250 tonn-kW la locomotiva a carburante è più conveniente. Al di sopra di detta cifra conviene la trazione elettrica. Naturalmente nulla v'è di assoluto in ciò e le conclusioni pratiche dipendono dalle condizioni locali di esercizio.

Per esempio, le condizioni di facilità di condotta e di manutenzione possono far scegliere un sistema piuttosto che un altro e se si tien conto di tali circostanze la conclusione è favorevole alla trazione elettrica.

Ed infatti, nel caso delle miniere (eccezione fatta per quelle ove vi siano forti pericoli di «grisou» la trazione elettrica ha avuto un impiego quasi generale e si tende a costruire locomotive sempre più potenti.

La General Electric Co. ha recentemente costruito due tipi di locomotiva da miniera che oltrepassano in potenza quelle fino a poco fa in uso.

Una di esse del peso di 30 500 kg a scartamento 1,22 è montata con tre motori da 125 HP ciascuno. La tensione della conduttura alimentatrice è di 500 V e, al gancio vien sviluppato uno sforzo di trazione di 5400 kg alla velocità di 16 km-ora.

Il secondo dei tipi pesa 40 600 kg per 0,92 di scartamento con quattro motori, 500 volts a c. c. Lo sforzo al gancio è di 7300 kg a 13 km-ora.

La lunghezza è di m 9,50, larghezza m 1,83, altezza al tetto della cabina m 2,74.

Il tipo classico della locomotiva da miniera è munita di motori da tram collegati agli assi mediante ingranaggi riduttori.

Le officine Gottwald Müller di Berlino hanno, invece, costruito di recente delle locomotive da miniera nelle quali un motore a grande velocità fa girare gli assi mediante vite perpetua. Ciò permette di piazzare motori più potenti ed in posizione più accessibile.

Si trova pure talvolta nelle locomotive a scartamento ridotto l'applicazione della trasmissione a mezzo di bielle: ciò però rende più alta la macchina ed è quindi poco opportuna nelle comunicazioni sotterranee.

La ferrovia del Bernina adottò nel 1916 una locomotiva a bielle per treni merci da trarsi in condizioni difficili (1 m di scartamento, 70 per mille di pendenza, velocità 18 km-ora, peso utile trainato 100 tonnellate). Allo scopo, la Società Brown Boveri ha fornito delle locomotive da 42,6 tonn. da 620 HP. Le principali curve di funzionamento dei motori sono riprodotte nel diagramma Nn. 2 (fig. 5 a pagina 259).

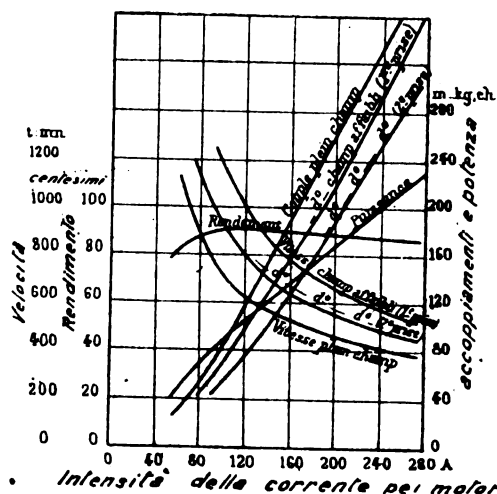


Fig. 2. — Caratteristiche dei motori di trazione.

Tutte le locomotive sopra accennate sono alimentate a c. c. ed è tale sistema che vien generalmente usato nelle miniere. Tuttavia non mancano buone ragioni per preferire talvolta l'adozione della corrente alternata.

Ragioni di incolumità personale consigliano ad adottare corrente a tensione non elevata e per ottenere ciò con la c. c. e per reti un po' estese si debbono impiantare parecchie stazioni alimentatrici con trasformatori rotativi costosi anche dal lato della sorveglianza. Con la corrente alternata le sottostazioni non hanno che trasformatori statici di esercizio più economico e facile.

Per locomotive a corrente alternata di piccola potenza i motori sono posti come nei tram e comandano l'asse mediante ingranaggi come per le locomotive a corrente continua. Per potenze più elevate il piazzamento presenta maggiori difficoltà. Per superare tale difficoltà la Brow-Boveri ha creato dei motori monofasi speciali: solo la parte attiva del motore è collocata all'interno del telaio, mentre il collettore sporge oltre il cerchione delle ruote motrici. La lunghezza dell'indotto risulta aumentata ciò che permette un minor diametro ed un numero di giri da 1250 a 1500 al minuto.

Il motore muove gli assi mediante doppio ingranaggio. Con un motore da 25 HP con opportuni ingranaggi si può avere un rapporto di riduzione da $\frac{1}{11}$ a $\frac{1}{26,5}$. Questo tipo di motore si costruisce per corrente monofase 50 periodi, tensione da 110 a 750 volt, velocità di 1250 giri al minuto e per potenza da 5 a 25 HP a seconda che lo scartamento vari da 45 a 60 centimetri.

Dal punto di vista meccanico non si ebbero in questi ultimi tempi notevoli modificazioni costruttive per le locomotive da miniera.

G. V.

Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

ASSOCIAZIONI, CONGRESSI, ECC.

Conferenza Internazionale di Losanna dei Fabbricanti di Lampadine Elettriche. — Nei giorni 28-31 Agosto u. s. all'Hotel Beau Rivage di Ouchy (Losanna) si riunirono i rappresentanti di quasi tutte le Fabbriche Europee ed Americane di lampadine sotto gli auspici della International General Electrical Co. di New York.

Erano presenti 62 delegati di cui 19 rappresentanti fabbriche del Nord America, 11 delegati Inglesi, 7 Olandesi, 8 Germanici, 2 Svedesi, 3 Svizzeri, 4 Ungheresi, 1 Austriaco, 2 Francesi, 3 Italiani e 2 Spagnuoli.

La conferenza fu presieduta dal Presidente della International Electrical & Co. Sig. A. W. Burchard che diresse con raro tatto le discussioni a cui per la prima volta dopo la guerra presero parte i rappresentanti di nazioni ex-nemiche.

La Conferenza però fu solo una presa di contatto. Gli Americani, sia per la parte tecnica che per la parte commerciale spiegarono i vantaggi della loro organizzazione e della standardizzazione. In linea tecnica i problemi più discussi furono quelli della unificazione delle unità di intensità luminosa (candela internazionale) e sulla necessità di studiare quale sia la durata più economica delle lampade nei vari paesi. Per la parte commerciale si discusse sulle condizioni di vendita, specie per le Colonie Britanniche, e si auspicò un accordo generale.

Ogni decisione venne rimessa ad una nuova riunione della Conferenza Internazionale che si terrà il 18 Aprile 1924 parimenti a Ouchy, alla quale i delegati dei vari paesi presenteranno i risultati dei loro studi.

ELETTROTECNICA GENERALE.

Elettrodi per saldatura di materiali non ferrosi. — La «Alloy Welding Processes Co. ha messo in commercio, in seguito a numerose esperienze, alcuni tipi di elettrodi per materiali non ferrosi. Essi sono costituiti da un'anima di rame puro, con guaina di fondente bene aderente, così da non soffrire nel trasporto e nell'uso, e atto a produrre un'atmosfera potentemente riducente. Il rame e le varie sue leghe, hanno temperatura di fusione e saldatura assai prossime, sicché occorre molta pratica per evitare che il metallo diventi fluido o resti pastoso, o si abbiano perforazioni, per esagerato calore. La conduttività termica del rame è molto alta, così che il metallo depositato comunica il suo calore al materiale adiacente, e si rende difficile, all'inizio, la completa amalgama, a meno che non vi sia un sufficiente preriscaldamento. Con gli elettrodi su citati, quest'ultimo è sempre molto consigliabile, lungo la linea da saldare; è anche opportuno che il giunto sia sostenuto da materiale refrattario, come carbone, asbesto, mattoni da forni.

e. m. a.

GENERATORI ELETTRICI.

Turbo alternatori da 62 500 kVA. — La Westinghouse ha costruito per una centrale della Edison a Brooklyn, un turbo-alternatore da 62 500 kVA, trifase a 60 periodi, 13 800 V, $\cos \varphi = 0,8$. La turbina lavora con pressione di 18,6 kg/cm², 93° C di surriscaldamento, mm 725 di vuoto; i meccanismi ausiliari sono mossi elettricamente. L'impianto conterrà otto di questi gruppi, che rappresentano un record mondiale; la prima parte dell'impianto, pronta da qualche mese, costa oltre 41 milioni di lire-oro; il costo totale si prevede di lire-oro 414 per kW installato. La trasmissione dell'energia si fa a 27 600 V, anziché a 13 800 V, come in tutti gli impianti di New York, per rendere meno difficile la posa dei necessari «feeders» nel limitato spazio stradale.

e. m. a.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Energia elettrica galleggiante. — L'Ing. Donnelly diede notizia mesi or sono, di un suo sistema di propulsione a «energia elettrica galleggiante». Egli riferisce di aver compiuto lunghe navigazioni nei canali interni del Nord America con due piccoli yachts, il Dawn e il New Era. Il primo di questi, lungo circa 16 metri e largo 4, è provvisto di un generatore elettrico da 50 kW azionato da un motore a gas da 86 HP e di un motore elettrico da 20 HP, calettato sull'asse dell'elica. Il secondo invece è provvisto di un solo motore elettrico per la propulsione. I due yacht navigarono insieme e il Dawn dava l'energia necessaria per la sua propulsione e per quella del New Era. Il Donnelly, dopo una descrizione dei suoi viaggi piena di entusiasmo e di poesia, dà alcuni dettagli sulle modalità del sistema e mette in rilievo i forti vantaggi economici che ne derivano. Il generatore elettrico del Dawn può funzionare a tensioni variabili fino a 220 V mediante il sistema di controllo Ward-Leonard cioè con una eccitatrice separata calettata sullo stesso asse del generatore e della potenza di 2 kW, che fornisce la corrente di eccitazione sia al generatore, sia al motore. Sul Dawn è pure sistemata una dinamo da 4 kW a 110-140 V che serve per la carica di accumulatori, per illuminazione e per motorini secondari. La corrente generata sul Dawn è portata a una specie di rullo sistemato in coperta a prora e su cui sono avvolti circa 30 metri di cavo concentrico stagno, che viene

disteso in acqua e fa capo alla poppa del New Era. È risultato che la distanza più opportuna, a cui devono rimanere i due yacht durante la navigazione è fra 16 e 23 metri.

La prima obiezione che può esser fatta è quella naturalmente che riguarda la praticità di un tale sistema nei riguardi della manovrabilità dei due yacht, dovendo essi forzatamente navigare di conserva. Il Donnelly asserisce che nessuna difficoltà interviene durante la navigazione e che i due yacht per un percorso complessivo di circa 6500 miglia hanno navigato anche con tempo cattivo con la stessa sicurezza di manovra come se fossero stati isolati.

A prevenire ogni eventualità di messa in forza del cavo elettrico, fra i due yacht è disteso anche un cavo di manilla, il quale compensa le eventuali differenze di velocità e mantiene, per così dire, al sincronismo i due bastimenti. In sostanza il produrre l'energia elettrica su uno dei battelli perchè questo la distribuisca ad uno o più altri per la propulsione, non deve essere considerata nè difficile nè complicata. Il Donnelly riferisce circa prove comparative, nei riguardi della convenienza economica, in confronto col sistema solito del rimorchio. Un dinamometro era inserito fra il rimorchiatore e le barche rimorchiate. Il convoglio procedeva a una velocità oraria di circa 5 km. La potenza sviluppata dall'apparato motore del rimorchiatore risultò di 170 HP mentre quella effettivamente trasmessa al rimorchio era di 37, vale a dire soltanto del 22 %. Tenendo conto della potenza necessaria al solo rimorchiatore per la propria velocità e giudicata di 6,3 HP risulta che il rendimento complessivo era del 25 %. Tale bassissimo rendimento è naturalmente dovuto alle pessime condizioni in cui viene a funzionare l'elica del rimorchiatore. Col nuovo sistema invece, a pari potenza sviluppata, lo stesso convoglio può procedere a una velocità doppia e quindi la efficienza di trasporto a pari mezzi aumenta del 100 %. Uno poi degli argomenti importantissimi a favore del nuovo sistema di propulsione sta nel fatto che la stessa corrente elettrica, fornita alle barche rimorchiate, può essere utilizzata in parte per azionare frigoriferi, ventilatori, ecc. e quindi servire ottimamente per la conservazione delle merci facilmente alterabili. Inoltre, nei vari scali di approdo nei paesi interni, ancora privi di mezzi e di comodità, l'energia elettrica può essere utilizzata per fabbricazione di ghiaccio, illuminazione, ecc. Viene così ad aumentare grandemente il rendimento dell'impianto, il quale anzichè rimaner inattivo per lunghi periodi, come nel caso dei soliti rimorchiatori, resterebbe quasi costantemente in funzione.

U. So.

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Elettrica Bresciana — Brescia — Cap. L. 40.000.000.

Nella recente assemblea venne approvato il bilancio chiuso al 31 maggio. L'esercizio registra un utile di L. 6.916.347 interamente devoluto a ridurre la perdita dell'anno scorso che viene così ridotta da L. 7.463.800 a L. 547.425. Venne anche deciso di cedere agli azionisti la partecipazione posseduta nella Società Emiliana di Esercizi Elettrici. Il problema finanziario della Società Bresciana viene così sistemata.

Unione Esercizi Elettrici — Milano — Cap. L. 80.000.000.

Si è tenuta recentemente l'Assemblea per l'approvazione del bilancio chiuso al 30 giugno 1923. L'esercizio 1922-1923 ha procurato un utile netto di L. 10.970.725 sul quale vengono distribuite agli azionisti L. 7,50 per azione pari al 15 per cento.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Anonima per l'Elettro-Agricoltura A. P. E. — Bologna.

È stato deliberato l'aumento di capitale da Lire 1.500.000 a L. 2.500.000.

Società Lucana Imprese Idroelettriche — Napoli.

Aumenta il capitale sociale da L. 3.500.000 a L. 10.500.000, mediante emissione di 70.000 azioni da L. 100.

Officine Elettrochimiche Dott. Rossi — Milano.

È stato deliberato di ridurre il capitale sociale da L. 9.500.000 a L. 4.750.000 mediante svalutazione delle azioni a L. 5, riportandole successivamente al valore di L. 100 dividendo il capitale sociale in 4750 azioni. Il capitale viene poi aumentato a L. 20.000.000 mediante una prima emissione di 105.000 azioni da L. 100.

Società Italiana Conduttori Elettrici Isolati e Affini — Livorno.

È stato deliberato di ridurre il capitale sociale da L. 4.991.140 a L. 2.495.570 riducendo il valore nominale delle azioni da L. 140 a L. 70, dando facoltà al Consiglio di aumentare il capitale stesso fino a L. 7.000.000.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti di Società.

Società An. Energie Elettriche Alta Valle Seriana — Milano.

Si è costituita questa Società per l'impianto e l'esercizio di imprese elettriche ed industriali in genere e il commercio di macchinari. Il capitale è di L. 100.000 diviso in 400 azioni da L. 250.

Società Generale Elettrica Tridentina — Milano.

Questa Società è sorta per la fusione della Società Idroelettrica Alto Noce e della Società Industrie Elettriche Trentine. Il capitale della nuova Società risulta di L. 17.000.000.

Industrie Elettriche di Robbio — Novara.

Si è costituita questa Anonima per la produzione e utilizzazione di energia elettrica. Il capitale sociale è di L. 1.500.000 in azioni da L. 500.

Imprese Elettriche Francesco Mambretti — Milano.

Si è costituita col capitale di L. 20.000 divisa in 200 azioni da L. 100.

Società Italiana per la trazione elettrica ferroviaria — Milano.

In assemblea straordinaria è stato deliberato lo scioglimento della Società e la sua messa in liquidazione.

Società Anonima Tramvie Elettriche Pistoiesi — Pistoia.

È stato deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

* *

L'inevitabile è accaduto. Dopo avere per mesi giurato su tutti gli Dei dell'Olimpo germanico, che la resistenza nella Ruhr non sarebbe stata sospesa fino allo sgombero di quelle terre, dove aver giocato d'audacia fino allo estremo nella vana speranza, caratteristica della mentalità tedesca, che la paura del peggio dovesse scuotere l'energia degli avversari, improvvisamente, di colpo, il Governo tedesco ha riconosciuto l'impossibilità della lotta e si è deciso a ritirare le ordinanze promulgate per la resistenza passiva. Non a torto i giornali tedeschi parlano di una seconda sconfitta, poichè in verità la Germania si era impegnata a fondo nella Ruhr, dedicando a quella lotta di nuovo genere tutte le proprie energie. Calcolare quanto sia costata alla Germania questa sua ostinazione, che per essere ammantata di patriottismo non rimane sostanzialmente meno errata, non è possibile. Nelle ultime settimane la resistenza nella Ruhr costava somme che si calcolavano, prendendo per unità non più il milione, nè il miliardo, ma il bilione di marchi! La valuta tedesca ha cessato di essere un mezzo di acquisto e di scambio restando una vuota parola. Il prezzo della vita è salito ad altezze vertiginose, sproporzionate anche all'enorme svalutazione monetaria; la disoccupazione ha raggiunto proporzioni vastissime dando luogo ad una tensione pericolosissima fra le classi sociali. L'industria è profondamente disorganizzata per il caos monetario per la mancanza delle materie prime fondamentali già provenienti dalle terre occupate e per il rialzo delle paghe operaie che la mette in condizione di non reggere più alla concorrenza straniera. Tutto l'organismo germanico è profondamente scosso ed attraversa certamente il momento più critico che abbia incontrato dopo la guerra.

Da parte francese si canta naturalmente vittoria, ma giustamente si osserva, specialmente nella stampa inglese, che si tratta di una vera vittoria di Pirro. Lo scopo di tutta la campagna condotta dalla Francia è quella di poter finalmente metter le mani sui famosi miliardi delle riparazioni tedesche. Ora non si vede proprio come la enorme dispersione di forze e la gravissima diminuzione di ricchezza a cui ha dato luogo la recente lotta franco-tedesca possa facilitare il pagamento delle tante discusse indennità. Non è nemmeno ben chiarita la portata del nuovo provvedimento del Governo tedesco che può essere un indizio di resipiscenza come può essere anche soltanto una constatazione di uno stato di fatto ineluttabile. Infatti mentre nel primo momento la notizia della mossa tedesca aveva fatto nascere ampie speranze per l'apertura di una via di conciliazione e per una più rapida soluzione della crisi che da tanto tempo travaglia l'Europa, la situazione accenna di nuovo a cristallizzarsi sulle attuali posizioni. Da parte germanica si pensa di aver fatto il massimo delle concessioni e si attende da parte della Francia una mossa di *détente*. In Francia al contrario si giudica con scetticismo la sincerità dell'iniziativa tedesca e ci si limita a prenderne atto senza accennare a modificare la politica di sfruttamento dei pgni o ad alleviare la mano forte nella Ruhr. La questione capitale, il pagamento delle indennità, sembra lontana quanto prima e forse di più.

In questa occasione più che mai nuoce all'Europa l'assenteismo pratico dell'Inghilterra, assenteismo causato da una evidente mancanza di una linea politica ben definita; manca anche in Inghilterra l'uomo del momento. Così la sua azione incerta e saltuaria non è riuscita ad altro che ad alimentare dannose illusioni in Germania e a suscitare malumori e profonde diffidenze in Francia. Nel momento attuale un'abile mossa dell'Inghilterra potrebbe aprire la via ad una soluzione da tutti sospirata; ma l'Inghilterra per bocca dei suoi ministri non sa dire altro se non ch'è attende dalla Francia nuove proposte in seguito alla modificata situazione!

L'inconsistenza della politica britannica si è rivelata in modo palese nell'incidente italo-greco. Questo incidente che ha dato luogo a tanti salutarî ammonimenti si è chiuso con piena soddisfazione dell'Italia che vide riconosciuto non solo il suo diritto ma la legittimità della sua condotta del più alto consesso interalleato. L'energia dimostrata dall'Italia ha avuto facile ragione dei vani schiamazzi della Società delle Nazioni la quale era giunta fino a minacciare una guerra per evitare un'altra guerra che entrambi i contendenti dichiaravano per conto loro di non voler fare!

Ma le cannonate di Corfù hanno turbate molte tradizionali tranquillità di possesso, ed hanno sonato male a molte orecchie use ad udire nel Mediterraneo e altrove soltanto la voce dei propri possessori! E si è visto così l'Inghilterra che pure aveva fatto la corte

all'Italia ai tempi recenti dei dispiaceri Renani, abbracciare con fraterno cuore la cara alleata di Parigi confondendo insieme il pianto e il compianto dei poveri Greci perseguitati dalla prepotenza italiana oltrechè dalle baionette turche!

Si è detto che l'Italia è oggi più sola che mai! Non crediamo che questa frase debba impressionare. Non siamo più soli oggi di quello che lo fossimo ieri o che saremo domani. Saremo solissimi sempre quando difenderemo gli interessi nostri; ebbimo ed avremo molti carissimi amici quando il nostro interesse coinciderà con quello altrui. La verità si è che oggi l'Italia è nel Mediterraneo una quantità di primissima importanza e che tale fatto urta contro vecchie convinzioni ed obbliga a rivedere molti vecchi schemi, suscitando perciò, come tutti i fatti nuovi, molti malumori. Ma i fatti sono quello che sono e non crediamo ad esempio che l'Inghilterra, coi grattacapi che maturano in India ed altrove in Oriente, voglia, in questi tempi di sommergibili e di aeroplani trascurare od alienarsi l'amicizia italiana per pensare che sia la flotta greca quella che possa, in caso di bisogno, coprire Suez e la via delle Indie.

Ma sopra tutto vogliamo credere e pensare che l'Inghilterra non ignori come l'amicizia italo-inglese trovi nel nostro paese una accoglienza sinceramente cordiale, e come tutti in Italia desiderano che un maggior intendimento del nostro valore come nazione e dei nostri giusti diritti come popolo, inducano l'Inghilterra a riannodare i rallentati vincoli di fiducia e di collaborazione.

*

La questione di Corfù, che in alcuni momenti sembrò acutizzarsi in modo gravissimo, ha assorbito in gran parte l'attività del Presidente dei Ministri. Non minori preoccupazioni gli recò la situazione interna per il moltiplicarsi e l'inasprirsi delle polemiche in seno al partito fascista. L'opera di risanamento del partito condotta con fermezza dall'on. Mussolini e dai migliori esponenti del partito stesso non incontra naturalmente il favore di molti. Si è andata così creando una situazione sempre più tesa che è culminata nelle dimissioni di tutta la Giunta esecutiva del Partito fascista. È augurabile che la prova veramente nobile di obbedienza al capo del partito e del Governo che il fascismo ha dato anche in questa occasione, faciliti la definitiva eliminazione degli elementi eterogenei e meno desiderabili.

Non per questo fu minore l'attività del Consiglio dei Ministri che si radunò molte volte durante il mese.

Venne nuovamente presa in considerazione l'eventualità della cessione alla industria privata dell'azienda telefonica dello Stato. Venne incaricato il ministro on. Di Cesarò di precisare i provvedimenti concreti. Venne anche, in linea di massima, stabilito che i telegrafi potranno pure essere ceduti a imprese private. L'azienda telefonica, allo stato attuale non è passiva: essa dà un avanzo lordo di quasi 27 milioni da cui però va sottratta la quota di ammortamento in circa 24 milioni e mezzo; resta quindi un residuo netto di oltre 2 milioni.

Ma a questo risultato si arriva soltanto rinunciando agli ormai indispensabili miglioramenti negli impianti e nel personale. Il Ministero prevede infatti che nel decennio 1923-33 il numero degli abbonati salirà al doppio dell'attuale; ciò obbligherebbe ad una spesa, per i nuovi impianti necessari a sopprimere all'aumentato traffico, che si valuta a quasi 2 miliardi... Lo schema di progetto di cessione contempla la cessione a diversi enti onde prevenire la formazione di monopoli pericolosi; garantisce l'italianità dell'impresa assuntrice, assicura l'unicità di tipo degli impianti e dispone tutto un sistema di controllo tecnico ed amministrativo da parte dello Stato. La concessione è prevista per un periodo di tempo illimitato con diritto però di riscatto da parte dello Stato a partire dal quindicesimo anno.

Un altro problema di capitale importanza affrontato dal Consiglio dei Ministri è quello della Riforma delle pubbliche Amministrazioni. L'on. Acerbo presentò uno schema di progetto del quale vennero approvate le linee generali; che si possono riassumere come segue. Costituire uno Stato materialmente e moralmente forte, con una solida gerarchia; liberare lo Stato da tutte le attività di ordine economico non strettamente ad esso attinenti; decentrare opportunamente riservando agli Uffici centrali le mansioni di interesse generale e il coordinamento generale; sopprimere gli organismi inutili e dare più largo respiro alle istituzioni locali. La riforma avrà una applicazione graduale ma sarà iniziata sollecitamente.

L'applicazione razionale della legge delle otto ore non sarà limitata ai servizi statali. Con apposito regolamento il Consiglio dei Ministri ha provveduto a disciplinare l'impiego della legge anche nelle Aziende locali o private. Rimanendo salvo il concetto informatore della provvidenza sociale che ha ispirato la disposizione di legge, viene però riaffermato il principio che le otto ore debbano essere di prestazione effettiva e non di sola presenza. Si ammette anche che in determinati periodi di necessità si possa eccedere dal numero delle 48 ore settimanali, salvo scontare tali ore in eccedenza in altri periodi. Le nuove disposizioni potranno avere ripercussione sull'economia di molte industrie ed anche delle Aziende elettriche che furono gravemente danneggiate dall'onere eccessivo derivante dalla demagogica interpretazione del principio delle otto ore.

Una nota distintiva del risanamento che attraversa attualmente la nostra azione governativa è indubbiamente costituito dalla maggiore valutazione degli elementi spirituali e morali come fattori di progresso sociale. Alle numerose manifestazioni che di questa linea direttiva si erano già avute altre si sono aggiunte colle nuove disposizioni contro l'alcolismo, sulla censura cinematografica, ecc. Qualunque possa es-

sere l'efficacia pratica di questi provvedimenti, permane il sintomo confortante di una più elevata concezione dei fattori sociali nel progresso della Nazione.

Il promesso interessamento dell'on. Mussolini per il Meridionale non è rimasto vana parola. Il Consiglio dei Ministri approvò infatti uno stanziamento di 500 milioni divisi in sette esercizi, da destinarsi a dare incremento alla ricostruzione di Reggio Calabria e di Messina. Una serie di altre disposizioni e di provvedimenti venne stabilita onde rendere sempre più facile e celere l'opera di ricostruzione delle disgraziate città. Si ha già notizia di una favorevole ripresa della attività edilizia in quelle regioni conseguentemente alle disposizioni governative.

Una delle forti industrie siciliane, quella del citrato di calcio e dell'agro, sono da tempo in grave crisi. Con provvedimenti recenti si venne ad una sistemazione della Camera agrumaria e si tende al risollevarlo dell'industria degli agrumi tanto importante per l'economia del Meridionale.

Altre notevoli disposizioni vennero prese per sistemare industrie locali di interesse nazionale. Sono da ricordare in particolare i provvedimenti importanti presi a favore delle industrie Triestine e dell'Isonzo. Si tratta di una somma di 138 milioni concessi dallo Stato attraverso la Banca d'Italia. Per il porto di Genova il Governo ha deciso di provvedere al finanziamento diretto delle opere di ampliamento e di sistemazione già iniziate per portare il nostro massimo porto in condizioni di poter soddisfare alle sempre crescenti esigenze del traffico nazionale ed estero. A tale scopo verranno messi a disposizione del Consorzio del Porto di Genova la somma di 160 milioni da ripartire in sei esercizi; si ritiene che tale somma, aggiunta a quella di 40 milioni raccolti dagli enti locali, sia sufficiente ad assicurare il compimento dei progettati lavori. Lo stanziamento dei 160 milioni verrà ammortizzato in 36 anni mediante il provento di nuovi oneri tributari appositamente deliberati.

La sistemazione dei nostri porti è questione di capitale importanza e ad essa opportunamente è rivolta l'attenzione del Ministro dei Lavori Pubblici. Per il porto di Napoli si è già eseguita la gara per l'appalto dei lavori progettati già da tempo. Tali lavori verranno prontamente iniziati avendo il Ministro delle Finanze assicurato gli stanziamenti necessari. L'on. Carnazza ha pure promesso di concretare sollecitamente i provvedimenti necessari anche per la sistemazione del porto di Livorno. Bari avrà un porto assai più ampio e moderno dell'attuale grazie ai nuovi lavori che verranno subito iniziati; sono stanziati all'uopo 85 milioni. Si prevede per il porto di Bari uno sviluppo assai florido data la sua particolare posizione geografica singolarmente favorevole per gli scambi colla vicina penisola Balcanica e con l'Oriente Mediterraneo in genere. Da tempo erano stati appaltati i lavori per il miglioramento del porto di Catania, ma la Ditta assuntrice aveva da anni sospeso i lavori; ora, dinanzi alla minaccia della rescissione dei contratti, le operazioni sono state riprese. A Palermo lavora al miglioramento del Porto una Ditta americana; la spesa totale prevista attualmente di 175 milioni. Si può così sperare che in un periodo non eccessivamente lungo di tempo, i porti italiani si portino al necessario grado di sviluppo e di perfezionamento tecnico per soddisfare al bisogno sempre crescente che la nazione risente di un largo sviluppo del traffico marittimo.

Di questo bisogno è una controprova indiretta anche l'aumento continuo del traffico ferroviario indice sicuro della ripresa dell'attività industriale e commerciale del Paese. Specialmente confortante riguardo al miglioramento del traffico ferroviario è il continuo elevarsi del coefficiente di utilizzazione dei carri. Il numero dei carri giornalmente utilizzati è poi giunto a valori superiori a quelli d'anteguerra; infatti nella prima decade di settembre si ebbe una media giornaliera di 17.200 carri, con un massimo di 19.415 carri. Specialmente nei porti la richiesta di carri è in continuo aumento: il solo porto di Genova richiede in media circa 1200 carri giornalieri e talvolta anche più di 1350! Le ferrovie riescono a far fronte alla richiesta grazie alla progressiva riorganizzazione dei servizi. È indubitabile che il servizio ferroviario è da qualche tempo assai migliorato, ed anche le lamentele per danni e furti sono assai diminuite.

Alcune cifre comunicate dal Commissario per le ferrovie illustrano opportunamente gli effetti del lavoro di riassetto in questo importantissimo servizio. Grazie alla maggiore disciplina instaurata nel personale, si ebbe una diminuzione di circa il 50 per cento nei casi dichiarati di malattia o di infortunio e nelle giornate di assenza, in confronto del precedente anno 1922. Nel primo semestre 1922 si erano spese 1.772.258 ore di manovre per 16.434.058 carri manovrati; nel primo semestre 1923 le ore di manovre scendono a 1.688.909 (ossia 83.449 in meno) per 17.238.800 carri (ossia 804.750 in più).

Dal 1 gennaio al 31 luglio si caricarono 28.592.373 tonnellate di merce su 3.022.770 carri con un aumento rispettivamente 16,62 per cento per le merci e del 16,34 per cento per i carri sul corrispondente periodo del 1922. Il quantitativo di materiale rotabile fuori servizio nelle stazioni e nei depositi in attesa di entrare nelle officine per le grandi riparazioni, era dell'1,2 per cento al 31 luglio 1923 mentre era del 4,2 per cento al 31 dicembre 1922, ed era stato nel periodo critico nel 1920 fino dell'8,8 per cento.

Al miglioramento dei servizi fa riscontro una diminuzione notevole nelle spese ed un aumento negli introiti, anche in seguito ad alcuni ritocchi nelle tariffe viaggiatori e merci. Si prevede così di raggiungere il pareggio in un'epoca non troppo lontana. Questo fatto sembra faccia svanire i propositi di cessione alla industria privata che si era-

no a tutta prima banditi. Il Commissario per le ferrovie ha espresso chiaramente la sua opinione contraria alla cessione.

Anche i trasporti aerei richiamano l'attenzione del Governo. Pur troppo noi abbiamo per incuria ed imprevidenza lasciato quasi morire una industria che le necessità di guerra avevano fatta assurgere a grande importanza e ad invidiabile grado di perfezione tecnica. Si tratta ora di far risorgere tutta l'organizzazione di volontà, di uomini e di mezzi tecnici. Specialmente per i servizi militari la volontà di avere presto una forte e moderna aviazione è stata recisamente più volte affermata. Un notevole lavoro è stato effettivamente già compiuto in questo campo per quanto i risultati raggiunti ed attesi non siano ancora completamente noti. Ma al risorgere della industria aviatoria corrisponderà certamente una diffusione della aviazione commerciale. In questo senso il Consiglio dei Ministri ha preso una serie di deliberazioni intese a favorire e regolare l'istituzione di linee di servizi di trasporti aerei.

La campagna agricola è stata quest'anno nettamente favorevole: i pronostici già buoni sono stati anche superati tanto che si ritiene che il prodotto complessivo del grano salga a 60 milioni di quintali. Questo fatto dovrebbe permettere una riduzione nella importazione di circa 14 milioni di quintali con un risparmio notevolmente superiore al miliardo. E specialmente confortante notare come tale risultato non sia soltanto dovuto alle favorevoli condizioni climatiche ma anche ad un riconosciuto miglioramento nei metodi di coltivazione, a un più largo uso dei concimi e un maggiore interessamento dei coloni alle colture.

L'importanza dell'agricoltura sull'economia generale del nostro Paese non sarà mai abbastanza messa in rilievo, e bisogna plaudire di cuore a tutti quegli Enti che fanno opera per migliorare la tecnica delle nostre colture onde poter ricavare dalle nostre terre feraci quel maggior prodotto di cui sono capaci. A migliorare la nostra situazione nei rispetti delle derrate alimentari e specialmente del grano concorrono gli imponenti lavori di bonifiche in corso di esecuzione. Vi sono attualmente 833 milioni di ettari di terreno in via di risanamento e si prevede che essi saranno pronti alla cultura entro tre o quattro anni. Si potranno da essi ricavare 20 milioni di quintali di cereali ogni anno e si vedrà allora quale proficuo impiego di capitale siano state le spese per le bonifiche. La spesa prevista per l'intera esecuzione dei lavori in corso si aggira intorno a 1500 milioni dei quali già 500 vennero spesi.



Continuiamo a udire con profonda soddisfazione voci di riconoscimento dello sforzo risanatore che l'Italia va compiendo e profezie di prospero futuro da parte di Enti e personalità estere che si recano a visitare il nostro Paese con una frequenza inusitata, espressione evidente del nuovo interessamento che l'Italia desta nel mondo.

Alcuni dei maggiori finanzieri americani hanno visitato l'Italia durante lo scorso mese e furono tutti concordi nell'affermare la loro ammirazione per l'energica opera di risollevaramento della nostra nazione, e nell'esprimere la loro fiducia sul grande sviluppo che il nostro Paese è per prendere. Particolarmente importante fu la visita organizzata dall'Iron and Steel Institute il quale tenne il suo convegno annuale appunto in Italia. I membri del maggior istituto metallurgico inglese visitarono le più importanti officine meccaniche e siderurgiche di tutta Italia; si recarono da Breda, alle Acciaierie Lombarde, dalla Fiat, a Terni; agli stabilimenti dell'Ilva e dell'Ansaldo, ecc. L'impressione che la visita lasciò negli ospiti graditi, quale si può desumerla dalle loro aperte dichiarazioni e dai resoconti che le Riviste inglesi ne pubblicano, fu più che buona; la potenza industriale e tecnica dell'Italia fu per molti una rivelazione e ci auguriamo che questa migliore conoscenza faciliti una più meritata valutazione.

È certo che i rapporti internazionali dell'Italia hanno preso dopo la guerra, e più dopo l'affermazione fascista, un tono più elevato ed un più largo respiro. Specialmente nel Mediterraneo essa è valutata come fattore di primo ordine e ce ne accorgiamo così dalle gelosie di alcuni come da un maggior desiderio di intesa di altri.

Il nuovo Governo spagnolo, appena giunto al potere, si sforzò di manifestare in modo evidente la sua intenzione di stringere più intimi e cordiali rapporti coll'Italia. Le manifestazioni ufficioso di questa tendenza ebbero una concreta dimostrazione nella fretta dimostrata per la conclusione del nuovo trattato di commercio. La simpatia italo-iberica non ha mancato di suscitare gli allarmi degli ipersensibili nazionalisti francesi, i quali si abbandonano a fantastici calcoli sulle potenze comparate della flotta francese e di quella italiana e spagnola. Come se la più grande preoccupazione dell'Italia fosse oggi, ormai, quella di far la guerra ai vicini mediterranei!

La situazione Adriatica non si è ancora chiarita. Tutti gli sforzi della buona volontà dell'on. Mussolini urtano contro le lungaggini del Governo jugoslavo, praticamente prigioniero della opposizione croata. Nei circoli ufficiali serbi si è sempre più convinti della necessità di avvicinare ad una sollecita conclusione nonché della grande utilità reciproca per i due Stati di stabilire cordiali rapporti. Ma ogni tentativo di soluzione non intransigente urta contro l'irriducibile opposizione dei croati che della questione fiumana si fanno un'arma per la loro lotta contro il Governo centrale serbo. Intanto un fatto nuovo è intervenuto: il capo del Governo fiumano si è dimesso e il Governo italiano ha nominato al suo posto il generale Giardino. La situazione di maggiore reciproca fiducia che si è andata stabilendo coi nostri vicini adriatici ha avuto una conferma nella calma colla quale il

Governo jugoslavo ha accolto tale nomina che poteva prestarsi ad azzardate interpretazioni; essa ha soltanto suscitato le ire e le fosche previsioni di guerra dei zelanti amici che la Jugoslavia ha scoperto di avere in mezza Europa dal giorno che ha cominciato a riaccostarsi all'Italia!

Continuano le manovre di approccio colla Russia, di cui si ha qualche manifestazione ufficiale, ma più che altro si riconoscono sintomi di iniziative private forse più efficaci. A ciò ha contribuito il già rammentato successo della partecipazione italiana alla Fiera Internazionale di Mosca. I giornali francesi parlano della costituzione di un potente sindacato finanziario italiano per la ripresa dei commerci colla Russia, e si accenna già alla istituzione di una banca Italo-Russa. Le cose non sono probabilmente a questo punto, ma certo una iniziativa di questo genere, appoggiata dal Governo e circondata dalle necessarie cautele, sarebbe provvida specialmente nel momento attuale in cui il Governo dei Soviet intensifica i suoi sforzi per rientrare nel ciclo finanziario europeo, e va modificando a tale scopo anche la politica finanziaria interna. A Roma il Signor Jordanski, plenipotenziario russo, si prodiga in interviste giornalistiche e si affanna a mettere in evidenza le possibilità e le opportunità di un intenso scambio italo-russo, ma non è certo della opportunità e della utilità degli scambi che si dubita in Italia, sibbene della loro possibilità pratica! Anche il rappresentante delle Repubbliche Caucasiche, venuto a studiare i nostri sistemi di bonifica, ha insistito sulle relazioni italo-russe. Il Caucaso ci sarebbe specialmente prezioso per le benzine ed i petroli di cui, come è noto, è ricchissimo. Anche recentemente vennero esplorate con successo vaste zone ancora vergini ed attraversate dalla ferrovia, nel Daghestan. La nostra Compagnia industriale pel commercio con l'estero presieduta dall'ing. Giuseppe Gavazzi ha già stretto relazioni commerciali colla Russia e sta per intensificarle.

Se la Russia potesse riprendersi seriamente essa assorbirebbe certamente non solo una enorme quantità di materiale tecnico per il riassetto di tutti gli stabilimenti e delle officine, ma anche una forte corrente migratoria di personale specializzato. Si aprirebbe così anche una nuova via per la nostra emigrazione sempre più ostacolata nei suoi sbocchi tradizionali. Nei primi sei mesi del corrente anno, tuttavia, il numero degli emigranti è stato di 186.000 con una differenza di 75.000 in più in confronto al corrispondente periodo dell'anno precedente. L'emigrazione transoceanica fu assorbita per metà dall'Argentina (33.116 emigranti) mentre agli Stati Uniti si recarono solo 18.131 persone. Ma l'iniziativa e la vitalità di nostra gente è anche in questo, come sempre, superiore alle difficoltà dell'avversa sorte. Il censimento della popolazione italiana all'estero opportunamente eseguito dal Commissario dell'Emigrazione ha infatti rivelato come la nostra infiltrazione emigratoria si diffonda nei più lontani paesi e ha fatto riconoscere l'esistenza di gruppi di italiani, ignoti ed eroici assertori della virtù della razza, nella Nuova Zelanda, nelle isole della Sonda, nella Guiana Olandese, quasi dovunque!

Nelle nostre colonie Mediterranee continua l'energica opera di polizia e di rastrellamento. Si tratta più che altro della solita guerriglia coloniale estenuante e difficile per le truppe ma senza conseguenze gravi per la vita della colonia. Un esperimento interessante viene compiuto coll'invio in colonia di tre compagnie della milizia nazionale destinate a rafforzare le guarnigioni coloniali e a permettere la formazione delle colonne di manovra. È questo il primo impiego militare della nuova milizia.



L'abbandono della resistenza nella Ruhr e la conseguente prospettiva di una minore spesa di qualche bilione e di una non più irraggiungibile sistemazione della questione delle riparazioni non hanno giovato a rallentare il marco nella sua precipitosa traiettoria asintotica allo zero. Non si sa più quali unità adoperare per rappresentarne in un qualunque momento il suo fugace valore. Alla fine mese una sterlina valeva 850.000.000 di marchi e un dollaro ne valeva 150 milioni. Ma è evidente che questi numeri rappresentano ormai soltanto una facezia aritmetica per dire che il marco non ha più significato come moneta e come mezzo di scambio. Ciò è tanto vero che anche i tedeschi se ne sono convinti e dopo qualche esitazione sono intervenuti alla creazione di una moneta nuova. La creazione di una moneta a valore stabile ragguagliato all'oro dovrebbe mettere in grado la Reichsbank di funzionare come banca di emissione di biglietti base oro. I Buoni del Tesoro germanico non sarebbero più scontati dalla Reichsbank evitando in tal modo l'aumento della circolazione cartacea non coperta. È prevista la creazione di una nuova Banca che emetterà banconote garantite in oro dall'industria, dall'agricoltura, dalle Banche. Le banconote oro saranno riconosciute come mezzo legale di pagamento mentre il vecchio marco carta servirà come moneta spicciola rimborsabile a un corso da stabilirsi. La nuova moneta oro si chiamerà marco nuovo « neumark ». La Banca avrà un capitale di 3200 milioni di neumark.

Così si compie la carriera del marco che pure aveva conosciuto i fatighi di un cambio alto e sul quale anche dopo la guerra si erano in tutto il mondo trovate folle di gente disposte a speculare al rialzo. Sarà la nuova moneta tedesca capace di sostenersi o dovrà a breve scadenza seguire le sorti dell'altra? Noi crediamo che si sia ancora molto lontani da una sistemazione finanziaria tedesca, contro la quale cospirano troppe cause interne ed esterne, materiali e psicologiche.

Intanto mentre scompare dalle Banche continentali il marco torna a farvi capolino il rublo il quale ormai non ha più nulla da invidiare al marco. Corrono infatti voci intorno a pratiche che il Governo Russo condurrebbe nelle principali capitali europee, Roma compresa, per far quotare ufficialmente la nuova moneta russa nelle Borse.

Un altro Stato le cui finanze sono in completo disordine è la Turchia. Colla pace di Losanna si apre anche per essa il periodo della ricostruzione, ma a raggiungere questo fine non bastano certo attualmente le risorse della Turchia da sola. Essa è perciò fatalmente ricondotta ad invocare nuovamente l'intervento di quel capitale straniero che nel primo impeto di eccitato nazionalismo aveva voluto scacciare. Il nuovo Ministro turco a Roma lo ha chiaramente affermato auspicando l'interessamento anche del capitale italiano per il riassetto economico e finanziario della sua patria.

La Commissione finanziaria della Società delle Nazioni ha elaborato un progetto per la costituzione della Banca d'Albania. Essa avrà un capitale iniziale di cinque milioni di franchi oro forniti per la maggior parte da Consorzi italiani, francesi e inglesi. La banca avrà il privilegio per l'emissione delle banconote e sono stati studiati provvedimenti per assicurare la stabilità della nuova valuta albanese e impedire un'eccessiva circolazione.

La Polonia è pure costretta a ricorrere a prestiti esteri per rinfalsare la propria finanza. Il ministro delle finanze polacco in un suo recente viaggio nelle capitali d'Europa ha negoziato un prestito di 50 milioni di dollari forniti in gran parte da un Consorzio bancario inglese. Il prestito sarà a lunga scadenza con un tasso annuale di circa l'8 per cento. Verrà inoltre creata una nuova Banca di emissione, allo scopo di procedere a una riforma monetaria, con un capitale fra i 150 ed i 200 milioni di franchi oro. Un esteso ed energico programma di economie favorirà il riassetto del bilancio e il graduale pareggio del bilancio. Sono da rilevarsi le costanti manifestazioni di simpatia della stampa polacca verso le iniziative industriali e commerciali italiane.

Le difficoltà economiche non risparmiano neanche le nazioni più favorite. La Spagna vede la sua peseta salita ad altezze non mai conosciute nel passato, declinare pericolosamente. La economia spagnola fu gravemente provata dalla catastrofe del marco sul quale nella Spagna si era speculato su larghissima scala. La bilancia commerciale segna un grave survalore delle importazioni sulle esportazioni. Le Banche subirono gravi perdite per operazioni errate compiute finanziando acquisti di merci che subirono gravi svalutazioni. La guerriglia nel Marocco pesa non poco sul bilancio statale.

L'Inghilterra è afflitta in misura sempre maggiore da una acuta crisi di disoccupazione. Inoltre il continuo rincaro nel costo della vita obbliga ad aumentare il sussidio ai disoccupati rendendo più sensibile l'aggravio.

Un'altra scossa alla già affaticata economia mondiale è recata dalla gravissima sciagura che ha colpito il Giappone causando terribili perdite umane ed un enorme scomparsa di ricchezza.

*

Il mercato borsistico e l'andamento dei cambi, durante il decorso mese può giustamente essere oggetto di compiacenza per noi Italiani. Mentre ferveva l'episodio italo-greco, mentre imperversavano contro di noi le ire e gli sdegni di tutti i novelli puritani della politica europea e si gridava da ogni parte alla nuova guerra, le nostre Borse hanno tenuto un contegno di magnifica fiducia e la nostra lira guadagnava terreno su tutti i mercati Europei.

Il miglioramento del cambio a nostro favore è stato progressivo e continuo non solo sulle Borse italiane ma anche all'estero. Infatti mentre al primo del mese il cambio era 105,68 su Londra, 76,20 su Parigi e 23,43 su New York, tali valori diventavano alla fine del mese rispettivamente di 98,50 su Londra, 74,70 su Parigi e 21,80 su New York. E questa la prova migliore di quanto fossero artificiose ed infondate le voci allarmistiche e catastrofiche che si diffondevano ad arte sul conto dell'Italia.

Anche l'andamento dei Titoli fu nettamente improntato ad ottimismo specialmente proprio nel periodo critico dell'occupazione di Cerfù; nell'ultima settimana subentrò invece una certa pesantezza che generò qualche falcidia.

I Fondi di Stato si sono sostenuti energicamente sottraendosi anche all'andamento generale indebolito della chiusura. Il Consolidato che apriva a 88,35 chiude a 89,10 dopo aver toccato anche 89,32; la Rendita è rimasta pressoché invariata e chiude a 78,10.

Nel gruppo dei Bancari si accentuò la speculazione sulla Banca d'Italia le quali dopo aver progredito durante il mese furono gravemente colpite nell'ultima settimana chiudendo a 1507. Le Commerciali che dal 980 dell'inizio erano passate a 1158, retrocedettero pure in chiusura fino a 1086.

Le Credito e le Banco Roma, meno movimentate registrano qualche miglioria.

Movimentato ed incerto il comportamento del gruppo dei tessili. Alcuni titoli si spostarono anche largamente, ma per ritornare in chiusura presso a poco agli stessi prezzi dell'inizio del mese, come tutto il gruppo in generale.

I titoli metallurgici e meccanici seguono il diagramma generale del mercato com'abbiamo già accennato. Si registrano però delle migliorie non trascurabili, per quanto la maggior parte del progresso compiuto s'ia stato annullato negli ultimi giorni. Specialmente movimentato il mercato automobilistico e in questo le Fiat.

Spostamenti notevoli non si hanno da registrare nemmeno nei titoli dei trasporti generalmente non molto movimentati. I valori alimentari compiono nel complesso un passo indietro perdendo qualche punto sui valori di apertura.

Poco trattati i titoli elettrici per i quali però si nota una certa ripresa verso la fine del mese dopo superata la breve crisi in relazione con l'andamento generale del mercato.

Ing. RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei Titoli Elettrici nel settembre 1923.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	300	546	554	546
Conti	250	341	340	340
Vizzola	500	955	950	970
Bresciana	100	108,50	114,50	113
Adamello	200	225	224	222
Unione Eser. Elettrici	50	94,50	96,75	95,50
Elettrica Alta Italia	250	288	285	282
Idroelett. Piem. S. I. P.	125	154	152,50	153
Officine Elett. Genovesi	250	317	318	330
Adriatica	100	142	144	144
Negri	200	121	121	121
Ligure Toscana	200	248	248	247
Gener. Elet. della Sicilia		105	107	117

DOMANDE E RISPOSTE

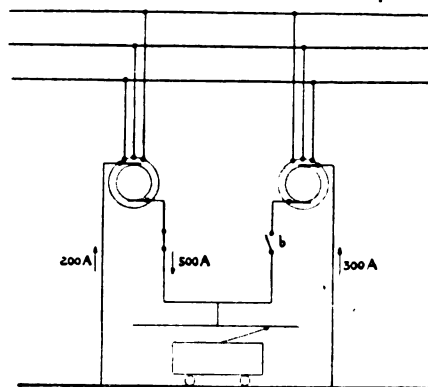
Saranno pubblicate in questa rubrica le domande e le questioni rivolte dai lettori, che presentino un interesse generale, e, successivamente, le migliori risposte ricevute.

Indirizzare domande e risposte esclusivamente alla Redazione de L'Elettrotecnica, Via S. Paolo 10 - Milano.

Domanda N. 3.

Sul funzionamento di due convertitrici in parallelo.

Venne recentemente osservato il fatto seguente in una sottostazione di conversione, in cui sono due convertitrici eguali, da circa 300 kW, trifasi, 50 periodi, 350 V di corrente alternata, adibite a servizio tramviario. Mentre una di esse funziona sotto carico, se si inserisce in parallelo l'altra, questa prende una parte del carico senza che sia stato chiuso il suo interruttore unipolare positivo b sul lato di corrente continua (fig. 1).



- Fig. 1 -

La distribuzione delle correnti è all'incirca quella indicata dalle frecce. La misura di potenza fatta con un wattmetro sul lato trifase della convertitrice di destra, indica un effettivo assorbimento di potenza da parte di essa (circa 140 kW). Il funzionamento apparisce regolare salvo un leggero scintillio al collettore della seconda convertitrice.

Come si può spiegare il fenomeno?

o. c.

Statistica degli Impianti Elettrici in Italia Nuova Edizione del 1° Volume

È uscita la seconda edizione del 1° Volume della Statistica coi dati elettrotecnici riguardanti anche tutti i Comuni delle terre redente coll'indicazione delle rispettive Provincie.

**Volume di pag. 515: prezzo L. 20.-
più postali L. 2.-**

**Dirigere vaglia all'Associazione Elettrotecnica Italiana
Via S. Paolo 10 - Milano (3).**



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXVIII RIUNIONE DELL'A.E.I.

VENEZIA — 30 Settembre-6 Ottobre 1923

Cronaca della Riunione.

La XXVIII^a Riunione si è inaugurata nel pomeriggio della domenica 30 Settembre, dopo che il sabato era stato dedicato al Consiglio generale, nel quale furono prese alcune importanti deliberazioni presentate poi all'assemblea successiva.

La cerimonia inaugurale seguì nel grandioso salone Napoleonico in Piazza S. Marco, coll'intervento di S. E. Sardi, in rappresentanza del Ministro dei Lavori Pubblici, delle Autorità e di moltissime notabilità cittadine.

Il Presidente Ing. *Del Buono* portò il saluto dei Congressisti a Venezia, ricordando come ad essa abbiano per tanti anni mirato i paesi dell'altra sponda, ora finalmente ricongiunti alla patria.

Espose quindi in grandi linee il programma della riunione e concluse inneggiando alla feconda unione della scienza con la pratica.

Seguì il Commissario straordinario del Comune, Prof. *Davide Giordano*, il quale portò ai Congressisti il saluto di Venezia, dicendo di sentirsi in soggezione di fronte a tanti tecnici che quasi possono considerarsi come i sacerdoti di quella meravigliosa energia che è l'elettricità. Ricordò la fede, quasi ingenua, che nella applicazione dell'elettricità ha ancora molte volte il popolo.

L'Ing. *Pitter*, Presidente della Sezione Veneta, portò a sua volta ai convenuti il saluto della Sezione, ringraziando le autorità e tutti coloro che hanno collaborato a dare al Congresso degna sede e ad organizzare le varie manifestazioni.

Ricorda quindi brevemente il grandioso sviluppo dell'elettrotecnica nella regione veneta da quando, 19 anni prima, si erano altra volta riuniti a Venezia i soci dell'A. E. I. e chiude inviando un saluto al Conte Volpi e all'Ing. Gaggia, anima e fulcro della Società d'Elettricità, intorno alla quale gravita tutta l'industria elettrica della regione.

Sorge quindi S. E. Sardi il quale, dopo aver ringraziato del saluto rivoltogli, inneggia all'attuale periodo di rinnovamento di tutta la vita italiana, dicendosi certo che il leone di S. Marco e l'aquila di Roma continueranno la loro marcia meravigliosa pel mondo.

Concluse dichiarando aperta la riunione in nome di S. Maestà il Re.

Chiusa così la parte ufficiale della cerimonia, dopo breve sospensione, si iniziarono senz'altro i lavori con i riassunti che l'Ingegner *Civita*, il Prof. *Revessi* e l'Ing. *Vismara* fecero del problema generale dell'elettrificazione dell'agricoltura.

*

La stessa sera, nel medesimo salone sfarzosamente illuminato, i Congressisti erano ricevuti dal Municipio di Venezia che offrì ed essi anche un rinfresco.

Molta animazione e vivo compiacimento degli intervenuti, i quali potevano ammirare dalle finestre del salone il magico aspetto della Piazza S. Marco, straordinariamente illuminata ed animata dalla folla domenicale.

*

Col mattino del lunedì 1^o Ottobre si entrò veramente nel vivo delle riunioni tecniche con la prima seduta nel salone del Palazzo Loredan.

Il Presidente generale, Ing. *Del Buono*, ricordato il carattere di discussione che si vuol mantenere alle nostre riunioni, diede la parola al Prof. *A. Forti* per la sua relazione: «La distribuzione della energia elettrica e le crisi di magra, ordinarie ed eccezionali, dei corsi d'acqua del Veneto» che fu seguita con molto interesse, ma non diede luogo ad alcuna osservazione.

Seguì il Prof. *Manzetti* il quale, non avendo potuto inviare il testo della sua conferenza per la pubblicazione preventiva, si diffuse alquanto sui punti più importanti di essa, interessando vivamente l'uditorio. Egli intese soprattutto stabilire che, in primo luogo, dei tre elementi fondamentali di cui ha bisogno il terreno per produrre, e cioè: azoto, fosforo e umidità, la natura colle provvide leggi dei fenomeni naturali, provvede già largamente ai primi due, dato che con l'opportuna rotazione delle coltivazioni si può assicurare al terreno tutto l'azoto ed il fosforo necessari. Il problema dell'elettrificazione dell'agricoltura è quindi essenzialmente un problema di acqua, irrigazione o prosciugamento e, da tale punto di vista, l'elettrificazione stessa può compiere dei veri miracoli.

Il secondo punto su cui ha insistito l'oratore fu che il prezzo dell'energia necessaria alla completa elettrificazione di una data zona, qualunque esso sia, è praticamente trascurabile di fronte all'incremento di reddito.

Presero quindi successivamente la parola per riassumere le loro relazioni: l'Ing. *Giovannoni* il quale concluse sulla necessità di costituire enti speciali e di non fare assegnamento sul Governo; l'Ingegner *Selmo* che presentò la relazione della Commissione di Napoli, ricordando come sia necessario liberare possibilmente gli agricoltori da ogni preoccupazione tecnica, fornendo ad essi dell'acqua piuttosto che dell'energia elettrica; e l'Ing. *Righi* il quale presentò il gruppo di relazioni già discusse a Bologna.

Seguì il Conte Ing. *Tournon* il quale portò la parola degli agricoltori del Vercellese, lusingando dal punto di vista agricolo molte difficoltà del problema dell'irrigazione e sostenendo che gli agricoltori non hanno certo i margini di utile sicuro che molti ritengono; il Cav. *Valentini* che riassunse la sua comunicazione sulle «Possibilità per le elettroirrigazioni in Puglia».

Ultimo, seguì l'Ing. *Del Valle* che riassunse il suo studio sulla «Regimazione dei bacini montani e loro rapporti colle bonifiche ed irrigazioni». Il Prof. *Forti* pose in evidenza il notevole interesse delle speculazioni del Del Valle.

*

Ripresa la seduta nel pomeriggio, l'Ing. *Novelli* trattò sommariamente, coll'aiuto di grafici, il problema delle pompe per bonifiche, aggiungendo successivamente, a richiesta del Presidente e di altri, ulteriori schiarimenti.

Rinviano la prosecuzione della discussione sull'agricoltura alla seduta di mercoledì, si passò quindi alle altre applicazioni dell'energia elettrica.

Il Prof. *Sartori*, dopo aver deplorato l'assenza di altre più importanti comunicazioni sul motore elettrico, che è pure il principale fattore delle applicazioni dell'energia elettrica, riassunse la sua memoria sul nuovo tipo di avviatore a correnti parassite.

Dopo brevi osservazioni del *Norsa*, cui rispose lo stesso *Sartori*, prese la parola l'Ing. *Semenza Guido* il quale riassunse la sua nota su un recente grande impianto di riscaldamento di ambienti. L'interessante esposizione fu seguita da un breve scambio di idee al quale parteciparono il Presidente *Del Buono*, il Sen. *Conti*, il Prof. *Bordoni* e gli Ingegneri *Civita*, *Selmo*, *Giovannoni*.

Si passò quindi al campo della illuminazione con la nota dell'Ing. *Clerici* già pubblicata e con l'interessante comunicazione del Prof. *Bordoni* il quale riassunse il risultato di recenti esperienze intese a portare nel campo quantitativo valutazioni e impressioni finora rimaste assolutamente qualitative, mentre dalla loro esatta valutazione, molti progressi può trarre la tecnica della illuminazione.

Aperta la discussione, poichè il *Bordoni* aveva accennato alla convenienza economica di forzare ulteriormente il regime dei filamenti delle lampade, *Clerici*, *Brandi*, *Semenza* ed altri fecero notare le difficoltà pratiche della cosa, date le notevoli oscillazioni di tensione delle nostre reti.

Semenza accennò alla possibilità di migliorare l'attuale stato di cose affidando agli esercenti delle reti il rifornimento delle lampadine.

Il Prof. *Vallauri* espresse alcune osservazioni sulla durata comparativa delle lampadine a corrente continua e a corrente alternata.

Il Prof. *Rebora* espone alcune osservazioni sulla questione del colore della luce; a tutti rispose brevemente il Prof. *Bordoni*.

*

Alle ore 20 i Congressisti si riunirono nei magnifici saloni dell'Hotel des Bains al Lido per il pranzo sociale il quale si svolse con la consueta cordialità e si chiuse senza brindisi, con un semplice scambio di saluti e di ringraziamenti fra il Presidente generale Ingegner *Del Buono* e il Presidente della Sezione Veneta Ing. *Pitter*.

*

La giornata del martedì 2, fu dedicata interamente alle visite. Un gruppo di circa 150 congressisti, con la Presidenza e le rappresentanze delle Autorità, e con la guida del Gr. Uff. *A. Mazzotto*, presidente dei consorzi idraulici, si imbarcava alle 7 sul vaporetto per Mestre. A Mestre, salita in automobili la numerosa comitiva, si recava a visitare a Ca' Corner la fattoria del Comm. *Véronese*, nella quale modernissime macchine, quali quella della pulitura del fieno e quella per l'imballaggio della paglia sono azionate elettricamente.

Dopo questa necessariamente rapida visita, la corsa delle automobili riprende verso S. Donà dove si arriva alle 10.

Nella graziosa cittadina completamente riedificata dopo la Vittoria sono ad attendere gli ospiti il sindaco comm. Giuseppe Bortolotto, i presidenti dei vari Consorzi.

Con signorile ospitalità, il Consorzio Ongaro Superiore, offre agli intervenuti un ricco rinfresco nella sala della sua sede dopo il quale i visitatori si avviano allo stabilimento delle idrovore della bonifica Ongaro Superiore ove ammirano l'imponente impianto di pompe.

Ripresa la corsa, la comitiva arriva alla Valle degli Stretti per assistere agli esperimenti di elettroaratura nella tenuta della Società Agricola Immobiliare Veneta.

Si tratta di un estesissimo appezzamento appena bonificato, che l'aratro azionato elettricamente con sistema funicolare scarica per la prima volta e che per la prima volta darà la sua messe.

Dopo una visita alla cabina distributrice, gli intervenuti si dirigono a due lunghissime mense, riparate da tettoie, improvvisate in un ampio

campo davanti alle baracche. Al termine della colazione, prende la parola il Presidente generale Ing. *Del Buono* per ringraziare i bonificatori che hanno dato modo ai soci di visitare opere così imponenti e che segnano una tappa gloriosa nella lotta contro la malaria e verso lo affrancamento economico dell'Italia. Gli rispose il Comm. *Mazzotto* ringraziando a sua volta i visitatori e lusingando la passione per la terra e l'amore di patria che deve sempre sorreggere coloro che si accingono a tali opere poderose di bonifica delle quali solo i nostri figli potranno cogliere i frutti. Dopo brevi parole dell'On. *Stucchi* il quale volle ricordare l'opera di Cavour per le bonifiche, la comitiva si diresse al grande stabilimento idrovoro del Termine, e di là rinunciando per mancanza di tempo alla bonifica Romiati proseguì direttamente per Capo Sile verso il cimitero che raccoglie le salme dei caduti in difesa di Venezia e d'Italia. Sul Cippo centrale fu deposta una corona «A. E. I. agli Eroi» e dopo brevi, reverenti parole del Presidente generale, la comitiva riprese la via di Venezia.

*

Contemporaneamente, nel pomeriggio dello stesso martedì, il «grosso» dei congressisti, con le signore — per le quali, nei giorni dedicati alle sedute erano pure state predisposte ed effettuate interessanti visite artistiche — si imbarcarono sul vaporetto *San Giorgio* per una gita alle isole dell'estuario: Murano, Torcello, Burano. Argomento tecnico delle gite, erano le vetrerie di Murano e le fabbriche di merletti di Burano; ma se i visitatori ammirarono incondizionatamente l'eccezionale abilità dei vetrai di Murano e delle ricamatrici di Burano, abilità per cui più che di industrie si dovrebbe parlare di arti, certo è che la maggiore impressione essi riportarono dagli incanti di un paesaggio unico al mondo che sotto un cielo semivelato appariva ancora più suggestivo, e dai ricordi del passato così vivamente rievocati dai secolari monumenti di Torcello.

*

Col mattino di mercoledì 3, si ripresero i lavori. Prima di iniziare la discussione generale sui problemi della elettrocultura, il Presidente generale *Del Buono* dà la parola all'Ing. *Luraschi* il quale riassume la sua nota sulle applicazioni termiche e sull'energia di supero, illustrandone le conclusioni. Aperta la discussione, l'Ing. *S. Sacerdote* si diffonde su dati pratici relativi alle cucine elettriche ad accumulazione. Dopo alcuni chiarimenti dell'Ing. *G. Semenza* sui termini pratici del problema, l'Ing. *Civita* ricorda che la questione tributaria è ormai risolta con l'abolizione dal primo gennaio di ogni tassa sia governativa che comunale sull'energia elettrica destinata a scopo di riscaldamento. Ricollegandosi quindi anche al problema della elettro-agricoltura, il Comm. *Civita* riassume la genesi e lo sviluppo delle odierne tariffe di vendita dell'energia, esprimendo l'avviso che solo quando sarà cessato il periodo anormale susseguito alla guerra, e sarà eliminato ogni residuo delle bardature di guerra, le tariffe potranno riorganizzarsi con concetti di vera perequazione, adattandosi, come sempre si è cercato da noi, alle esigenze delle diverse categorie di utenti.

Rientrata così la discussione nell'argomento fondamentale della elettro-agricoltura, l'Ing. *Cricca* muove alcuni appunti alla relazione del Prof. *Manzetti*, specialmente nei riguardi della possibile concorrenza che i motori Diesel possono fare all'industria elettrica nel campo delle bonifiche. All'Ing. *Cricca* segue, salutato da un vivo applauso il Comm. *Mazzotto*, il quale espone i termini generali del problema delle bonifiche, dimostrando come i bonificatori non possano sostenere forti spese per l'energia elettrica, per il fatto che i capitali ingenti necessari per le bonifiche potranno dare i loro frutti solo a grande distanza di tempo.

Il Comm. *Mazzotto* insiste specialmente sulle difficoltà finanziarie del problema.

Il Prof. *Manzetti*, rispondendo ai precedenti oratori, chiarisce quindi alcuni punti della sua precedente comunicazione spiegando meglio i suoi concetti in rapporto alle osservazioni mossegli dall'Ing. *Cricca* e dal Comm. *Mazzotto*.

Segue l'Ing. *Gorla*, il quale, riferendosi più particolarmente alla zona del Milanese, ricorda come per il cattivo esercizio di taluni piccoli distributori di energia, alcune minori applicazioni dell'elettricità alla agricoltura sieno piuttosto in regresso ed enumera le difficoltà locali che in tali zone si oppongono all'aratura elettrica.

L'Ing. *Novelli*, a proposito degli impianti di bonifica con motori Diesel, dichiara di ritenere che sarebbe preferibile ricorrere a centrali termoelettriche di riserva nei centri delle bonifiche stesse.

A tal dichiarazione il Prof. *Ferraris* si associa mettendo in evidenza tutti i vantaggi di un simile procedimento.

Seguono poi, con osservazioni varie l'Ing. *Giovannoni*, il Cav. *Lovarni*, l'Ing. *Del Valle*, l'Ing. *Fracanzani* e l'Ing. *Tournon*, il quale si è dichiarato soddisfatto che la discussione ampia ed esauriente sia venuta appianando le divergenze, che erano apparse il primo giorno piuttosto forti, tra agricoltori e distributori d'energia.

Prende da ultimo la parola l'Ing. *Carnevali*, per ricordare il lavoro compiuto nelle campagne bolognesi dalla Società A. P. E. per l'elettro-agricoltura, e conclude presentando un ordine del giorno.

Il Presidente generale, Comm. *Del Buono*, data l'ora tarda, invita i principali oratori a riunirsi in Commissione sotto la presidenza del Prof. *Ferraris*, per predisporre il testo di un ordine del giorno che tenga conto delle diverse correnti di idee, e possa esser posto in discussione nella Assemblea generale che si svolgerà il venerdì.

*

Il pomeriggio fu dedicato alla visita ai lavori pel nuovo porto industriale. Durante il tragitto d'andata, in vaporetto, si ebbe un violento scroscio di pioggia; ma fu questa l'unica intemperanza di Giove Pluvio verso i congressisti e non fu male accolta perchè valse a far loro conoscere il paesaggio lagunare sotto un nuovo aspetto. Ai cantieri navali, nel vasto salone superiore il Comm. *Coen Cagli* dopo aver portato il saluto di S. E. il conte Volpi, illustrò con chiarezza e nobiltà di parole i grandiosi lavori facendone la storia, e tracciando un rapido quadro del nuovo porto come sarà a lavori ultimati.

Si discende e ci si imbarca in un treno merci col quale ha luogo la visita degli altri lavori.

Si varca così il nuovo ponte in cemento armato gettato sul canale industriale Nord e si raggiungono i terreni dello stabilimento navale Breda ove si possono osservare i grandi lavori in via d'esecuzione, lo scavo di un nuovo bacino, la costruzione di una grande banchina, la montatura di numerosi grandi barconi fluviali e ammirare la maestosa officina navale.

Quindi sempre in treno si percorrono altri cinque chilometri attraverso la zona industriale ovest e lungo la nuova strada gettata in piena barena si raggiunge il piccolo porto dei Petroli.

I congressisti si recano a visitare i grandi stabilimenti della Società «Nafta» ove sono ricevuti dal Gr. Uff. Ing. *Porzo*, Presidente del Consiglio d'amministrazione, e dalla sua signora, dal Cav. *Brusa*, Direttore generale e dai loro collaboratori, i quali sono larghi di informazioni e guide cortesi nella visita.

Viene quindi servito un ricco rinfresco e sono offerti alle signore e signorine mazzi di fiori.

I visitatori che hanno profondamente ammirato tutti i grandiosi lavori, alla partenza erompono in ripetute acclamazioni mentre il vaporetto si unisce anche lui alla manifestazione di entusiasmo con il canto della sua sirena.

Verso le ore 18 i congressisti sono di ritorno a Venezia.

*

Alle ore 20 il grandioso salone dell'Excelsior, al Lido, accoglie i congressisti ad un pranzo offerto dalla Sezione Veneta.

Alle frutta sorge per primo, applaudito, l'Ing. *Pitter* che si rivolge dapprima alle numerose signore che egli saluta come indice dello sviluppo dell'A. E. I.: al congresso tenuto a Venezia diciannove anni or sono una sola signora era presente! Inneggiò quindi alla prosperità ed importanza assunta dalla nostra Associazione che dovrebbe essere il naturale gruppo di competenza del Governo rinnovatore. Segue quindi il Prof. *Giordano*, Commissario straordinario di Venezia, il quale ripete che egli parla non senza soggezione ai sacerdoti dell'elettricità. Ma, egli dice, la fatica di un discorso gli è alleviata da una voce che viene molto dall'alto: una lettera di S. E. il Cardinale Patriarca, nella quale egli scusandosi di non aver potuto intervenire all'inaugurazione del Congresso, invia il suo saluto ed augurio. Il Prof. *Giordano* prosegue parlando del grande compito che spetta all'elettrotecnica e finisce augurandosi sempre maggiori fortune a questa scienza così potente e così misteriosa.

Sorge quindi il Presidente generale, Ing. *Del Buono*, il quale ringrazia il Presidente della Sezione Veneta, le Autorità e gli invitati che vollero, col loro intervento al banchetto, far atto di simpatia verso l'Associazione, e manda un affettuoso saluto all'eminente amico Comm. Ing. *Gaggia*, ch'egli non vede presente, ma che sente presente in ispirito. L'oratore riafferma l'importanza dell'elettricità di cui, egli dice, abbiamo potuto ieri ammirare le meravigliose applicazioni in quelle bonifiche che hanno restituito alla Venezia terre che qualche anno addietro erano ancora sommerse, per causa del nemico, e chiude inneggiando all'avvenire d'Italia.

Da ultimo l'on. *De Andreis* porta alla presidenza il saluto della «massa senza nome» che affolla le parti più lontane del salone e chiude inneggiando a Venezia, fra gli applausi dell'assemblea, mentre l'orchestra intona la marcia reale.

Nella giornata di giovedì 4, il Congresso si trasferì a Padova. Assai interessante il viaggio, compiuto dapprima in vaporetto e poi colla ferrovia monofase Fusina-Padova che fiancheggia il canale e corre attraverso una zona fertilissima punteggiata da ville e da parchi grandiosi.

Giunti a Padova, mentre le signore erano condotte in visita artistica, i soci si riunivano nell'Aula Magna delle nuove scuole di Elettrotecnica e Idraulica, ammirando anzitutto la grandiosità dei nuovi edifici scolastici, dovuti alla quasi esclusiva iniziativa e tenacia del Prof. *Lori*.

Appunto il Prof. *Lori* nell'Aula Magna, accolto da un vivissimo applauso, dopo aver dato il benvenuto ai colleghi, li intrattene con una smagliante volgarizzazione sulle valvole ioniche di cui spiegò il meccanismo con indovinata e suggestiva analogia meccanica.

*

I congressisti si recarono quindi, guidati dal Prof. *Lori* e da altri tecnici cortesi, a visitare la interessantissima esposizione di apparecchi per comunicazioni senza fili, alla quale partecipano la Ditta Alcechio e Bacchini, la Ditta Perego, la Società Industrie Telefoniche Doglio e la Compagnia Marconi.

A mezzogiorno la folla dei Congressisti convenne nell'Aula Magna dell'Università ove venivano ricevuti dal Prof. *Lori* e dal Prof. *So-*

lar, docente di geodesia teoretica, per il Rettore Magnifico, Prof. Lucatello, assente da Padova.

Al convenuti portò il saluto della città il Prof. Lori, il quale si disse lieto che nell'aula sette volte secolare dell'Università di Padova si adunino i fattori principali della ricostruzione nazionale. Veramente, affermò il Prof. Lori, questa sala è usata raccogliere parole di poesia e di filosofia, tuttavia quest'oggi non perderà la sua caratteristica poichè per chi sappia intenderla, anche la tecnica è densa di una poesia virile e vibrante. Poesia, tecnica, filosofia, sono fattori necessari alla grandezza d'Italia! Il Governo nazionale, esclama l'oratore con calore, sa e saprà disciplinare e rinvigorire queste forze, reso valido e vitale dalla concordia e dal consenso che ad esso viene da tutta Italia, tolte poche frazioni di spodestati, inveleniti e di esclusi senza speranza.

Grandi applausi accolsero la fine del breve e incisivo discorso; poscia il Prof. Solar, portò il saluto del Rettore Magnifico, e tesse l'elogio della scienza sperimentale, rievocando Galileo.

Terminò, fra applausi, invitando i convenuti a passare nelle sale del Casino Pedrocchi ove, dal Comune di Padova, venne offerto un ricco rinfresco e dove il Sindaco di Padova Gr. Uff. Milani e il Presidente del Casino, Comm. Mion diedero il benvenuto agli ospiti.

*

Nel pomeriggio i congressisti ritornarono all'Istituto di Elettrotecnica dove alle 15 incominciò la seduta, sotto la presidenza del Presidente generale dell'Associazione, il quale, dopo aver espresso il plauso e il ringraziamento del Congresso all'illustre Prof. Lori, diede la parola al Comandante Prof. *Giancarlo Vallauri*, direttore dell'Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico della Regia Marina di Livorno.

Il Prof. *Vallauri*, dopo aver accennato alla serie di lavori che verranno presentati su argomenti radiotecnici da ufficiali di Marina, scusa l'assenza di alcuni di essi trattenuti lontani da ragioni di servizio. Egli quindi riassume la memoria sulle prove dei triodi del Comandante *Vicedomini*, il quale ha concluso formulando uno schema di norme di collaudo dei triodi stessi.

Dopo breve discussione, il Presidente *Del Buono*, propone, e il Congresso approva, che tali norme sieno deferite per lo studio alla permanente Commissione di Radiotelegrafia dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

Il Comandante *Borgatti* presenta poi la sua relazione sulle trasmissioni con onde convogliate. Sull'argomento si svolge un'animata discussione intesa a chiarire i limiti di applicabilità e sicurezza d'impiego del sistema che interessa molto gli esercenti di imprese elettriche. Vi partecipano gli ingegneri *Manfredi*, *Campos*, *Soleri*, *Aiani*, *Civita* e il Cav. *Perego*. Ad essi risponde il Prof. *Vallauri* e, a conclusione della discussione il Prof. *Lombardi* presenta un ordine del giorno, che invoca da parte del Governo l'interessamento sull'argomento e la definizione sollecita delle questioni legislative che ancora intralciano questo genere di applicazioni. Dopo brevi osservazioni dell'Ing. *Guido Semenza*, si delibera di rinviare l'approvazione dell'ordine del giorno all'Assemblea dell'Associazione che avrà luogo a Venezia, in Palazzo Loredan, nel pomeriggio successivo.

Prende quindi la parola il Comandante *Sordina*, il quale riassume la sua relazione e quella del Comandante *Ruelle* assente, sui moderni impianti di trasmissioni e ricezioni radiotelegrafiche e radiotelefoniche.

Il Comandante *Montefinale* illustra poi l'opera spiegata dalla R. Marina nel campo del collaudo dei grossi triodi.

Infine il Comandante *Pession* riassume uno studio tecnico-economico compiuto in collaborazione del Prof. *Vallauri* sulle possibilità economiche dei servizi commerciali di radiotelegrafia.

Aperta la discussione, il marchese *Solari*, dopo calorose espressioni di plauso per l'opera svolta dalla R. Marina nel campo degli studi radiotelegrafici, plauso cui si associa unanime il Congresso, dichiara di riservarsi di ritornare in seguito su alcuni degli argomenti tecnici trattati dagli oratori che l'hanno preceduto, e rileva in modo particolare la fiducia che il senatore Marconi attualmente ripone nelle valvole termo-ioniche o triodi, piuttosto che negli alternatori ad alta frequenza e negli altri sistemi, per esempio «ad arco», di generazione di onde elettromagnetiche, e cita alcune interessanti esperienze recentemente compiute dal senatore Marconi e dalla Compagnia Marconi.

Il Prof. *Vallauri* fa notare come in realtà i pareri dei tecnici sieno ancora divisi su questo punto e termina augurando che le recenti esperienze del senatore Marconi possano aprire nuove vie al progresso della radiotelegrafia italiana.

Con ciò la seduta è tolta, e i congressisti ripartono alle ore 17.45 per la riviera del Brenta e Fusina, alla volta di Venezia, dove giungono all'ora di pranzo.

A Padova, alla sera, nell'Istituto di Elettrotecnica furono continuati gli esperimenti di radiotelegrafia, con audizioni di concerti di Londra e di Parigi.

*

La seduta antimeridiana del venerdì, 5, incomincia con una nota dell'Ing. *Clementi* su alcune frodi riscontrate nell'uso dei contatori elettrici e sui possibili rimedi all'inconveniente. L'Ing. *Campos* espone in proposito alcune importanti osservazioni.

Quindi l'Ing. *Usigli* illustra un interessante apparecchio per la trasmissione a distanza di registrazioni e segnali, da lui studiato insieme con l'Ing. *Campos*.

Segue l'Ing. *Puccioni* il quale descrive un suo apparecchio per la misura e la registrazione della portata dei canali. All'interessante esposizione seguono alcune osservazioni degli ingegneri *Del Buono*, *Del Valle* e *De Marchi*.

Ha quindi la parola il Comm. *Perretti* il quale riassume i dati statistici già pubblicati sulla produzione dell'energia elettrica nel 1923.

L'Ing. *De Marchi* riassume a sua volta la sua relazione, che fa seguito a quella già da lui presentata lo scorso anno sul confronto statistico della produzione di energia elettrica con le precipitazioni piovane. Dopo alcune osservazioni degli Ingg. *Rebora* e *Del Valle*, l'Ing. *Pambianco* riassume la sua nota sugli apparecchi elettromedicali. Con ciò la seduta antimeridiana è esaurita.

*

Alle ore 14.30 il Congresso si riunisce per l'ultima seduta a Palazzo Loredan.

Dopo un breve riassunto del Presidente generale, Ing. *Del Buono*, il Prof. Comm. *Ferraris*, Presidente della Commissione per l'elettro-agricoltura, presenta il seguente ordine del giorno:

«Il Congresso dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, constatato con soddisfazione come il vitale problema delle applicazioni dell'elettricità alle bonifiche, alle irrigazioni e all'agricoltura in genere, abbia trovato per la prima volta l'utile collaborazione di elettricisti, agricoltori, bonificatori, irrigatori, costruttori di macchine, distributori di energia ed esercenti di applicazioni elettro-agricole, esprime l'augurio che la Presidenza generale dell'Associazione elettrotecnica prenda gli opportuni accordi colle altre associazioni tecniche ed agricole cui il problema interessi per dare vita efficace ad una Commissione di studi che riunisca gli esponenti delle principali categorie di persone precedentemente accennate allo scopo di perseguire l'opera di collaborazione così felicemente iniziata:

- a) per estendere la cognizione dell'applicazione elettrica alla agricoltura fra quanti possono avervi interesse;
- b) per seguirne e facilitarne i perfezionamenti;
- c) per ottenere quando lo richieda la convenienza di ricerche sperimentali, il concorso tecnico e pecuniario di enti pubblici e privati, per mantenere il contatto coi poteri pubblici in questo vitale argomento per gettare finalmente la prima base di un futuro Istituto di consultazione tecnico-elettrico agricola nel complesso problema qui considerato.

«Avendo poi il Congresso esaminato in una esauriente discussione lo stato attuale della legislazione, i possibili sviluppi delle applicazioni elettro-agricole ed il potente concorso che già oggi esse possono offrire alla invocata intensificazione della produzione agraria specie nel mezzogiorno d'Italia.

«Fa voti:

- 1) che venga riveduta e coordinata tutta la legislazione, riguardante le bonifiche, le irrigazioni, le ricerche di acqua, la lotta antimalarica, la colonizzazione interna, ecc., tenendo presenti tutte le necessità che l'energia elettrica può offrire in modo da rendere i provvedimenti adeguati allo scopo estendendoli a tutte le regioni d'Italia, ed equiparando le provvidenze per le bonifiche d'irrigazione e quelle di prosciugamento e tutto ciò a favore di qualsiasi ente capace di attuarle;
- 2) che tali provvidenze vengano opportunamente integrate da sollecite facilitazioni di credito;
- 3) che venga disposto lo studio razionale e completo delle acque sotterranee là dove occorra, provvedendo alla relativa legislazione».

Questo ordine del giorno, dopo osservazioni d'ordine generale formulate dall'Ing. *Silva*, cui risponde esaurientemente l'Ing. *Ferraris*, viene approvato ad unanimità.

Successivamente il Presidente generale presenta l'ordine del giorno proposto dal Prof. *Lombardi*, Presidente della Commissione di radiotelegrafia e radiotelegrafia dell'A. E. I. concepito nei seguenti termini:

«L'Associazione elettrotecnica italiana, considerando le difficoltà che ancora oggi incontrano le imprese elettriche per assicurare nei loro impianti le comunicazioni indispensabili al servizio; riconoscendo la possibilità e la urgenza di risolvere il problema mediante il sussidio delle radio comunicazioni, e tenuto conto che con opportune disposizioni si potrà contenerne in misura conveniente la interferenza con gli altri servizi radio, fa voto che il Governo prenda in benevola considerazione le esigenze degli impianti elettrici nel riguardo delle comunicazioni senza fili, e adotti le più sollecite e favorevoli decisioni in merito alle relative domande di concessione».

Prima di aprire la discussione su questo ordine del giorno, il Presidente generale comunica il telegramma pervenuto poco prima al Comm. Carletti capo Gabinetto del Ministro delle Poste e Telegrafi che si trova presente alla riunione. Il telegramma è così concepito: «Autorizzo la S. V. comunicare imminente nomina Commissione costituita secondo sua proposta onde preparare progetto di regolamento uso onde guidate per comunicazioni. — F.to Ministro Cesarò».

Il Comm. *Carletti* spiega tosto le varie ragioni che hanno provocato il ritardo nella promulgazione del regolamento. Per quanto riguarda le concessioni di apparati radiotelegrafici alle Società produttrici di energia elettrica assicura che il Governo tra pochi giorni emanerà disposizioni.

L'Ing. Civita si duole che in proposito non sia stata interpellata la A. E. I., autorità riconosciuta in materia elettrotecnica, mentre sono stati interpellati dei gruppi industriali.

L'Ing. Manfredi confida che le assicurazioni date dal Comm. Carletti non sieno promesse vaghe, ma almeno per quanto riguarda le concessioni alle Società produttrici di energia elettrica, vengano presto confermate dai fatti.

Il marchese Solari, premesso di parlare come socio dell'A. E. I. e come cittadino italiano, e ricordate le benemerite della Compagnia Marconi che ha sempre rinunciato, in Italia, ad ogni suo diritto di brevetto, fa rilevare come la questione di cui discute, delle radio comunicazioni per gli impianti, sia di ben lieve momento rispetto ai problemi più gravi che incombono oggi sull'avvenire di tutta la r. t. italiana e che involgono anche questioni di prestigio nazionale.

Ritornando all'ordine del giorno, il Prof. Lombardi lo illustra, dimostrando che esso è abbastanza comprensivo dei desiderata generali.

Il Cav. Perego afferma la utilità delle onde convogliate come risolutivo in vari casi delle esigenze dei distributori di energia elettrica.

Parlano ancora l'Ing. Luraschi, l'Ing. Semenza, e l'Ing. Revessi, quindi l'ordine del giorno, messo in votazione, è approvato nella sua integrità.

Nel comunicare al Congresso l'esito della votazione, il Presidente generale assicura che egli presenterà personalmente il voto al Ministero, e che pregherà anzi alcuni colleghi più autorevoli ad accompagnarlo in tale occasione.

L'Ing. Semenza raccomanda al Presidente che nel presentare al Ministero l'ordine del giorno approvato, esponga il dispiacere della A. E. I. per non essere affatto stata interpellata nella compilazione dei regolamenti e nei provvedimenti in genere riguardanti la radiotelegrafia. Esprime il voto che il Ministero, prima di impegnarsi definitivamente in delicate questioni tecniche e sulle delicatissime questioni radio telegrafiche, si consulti con i competenti raccolti nella A. E. I.

*

Con ciò, i lavori del Congresso sono chiusi e si passa all'assemblea generale ordinaria annuale dell'Associazione.

Il Presidente generale Del Buono riassume l'opera compiuta nel triennio che volge al termine e che ha segnato il periodo di maggiore sviluppo dell'Associazione che ha visto i suoi soci aumentare da 3000 a 4780. Ricorda, fra il consenso ed il plauso dell'Assemblea, i principali eventi del triennio, le nuove commissioni per il lavoro delle Sezioni e per l'organizzazione tecnica dei Congressi, il nuovo indirizzo dato a questi, la istituzione del Comitato idrotecnico, dei soci corrispondenti all'estero, e la formazione della Sezione Sarda, il cui rappresentante, Ing. Silva junior è salutato da un vivo applauso. L'applauso si rinnova quando il Presidente ricorda l'opera del Segretario generale Ing. Comboni, anche per la pubblicazione delle statistiche, del Segretario della Presidenza, Ing. Grillo, e della Redazione dell'Elettrotecnica, la quale si è assunta anche il compito della pubblicazione descrittiva dei nostri impianti ormai felicemente avviata. Anche il saluto all'ottimo Ing. Bianchi è accolto da applausi come pure l'annuncio che il premio Iona per il biennio 1921-22 è stato conferito ex aequo ai colleghi Barbagelata ed Emanueli. E quando alla fine del suo dire il Presidente dichiara che se è venuto meno al suo compito non fu certo per mancanza di buona volontà, nè d'amore per l'A.E.I., tutti i presenti sorgono e coprono con un cordialissimo applauso le ultime sue parole. L'ovazione si rinnova dopo che l'on. Netti, rendendosi interprete dell'assemblea, ricorda, a sua volta, le benemerite del Presidente.

Passando al bilancio, l'assemblea apprende con compiacimento la deliberazione del Consiglio generale per la quale col prossimo anno non sarà più necessario rinnovare la sottoscrizione per l'Elettrotecnica. Il prezioso aiuto dei sottoscrittori — a cui il Presidente rivolge vivo ringraziamento, — non è più necessario all'irrobustito organismo del giornale. Si approvano quindi all'unanimità i bilanci e dopo che il Presidente ha illustrato brevemente le modificazioni dello Statuto che saranno sottoposte al prossimo referendum dei soci, l'assemblea si scioglie con un ultimo applauso alla presidenza.

*

Chiusi così definitivamente i lavori, la mattina del sabato, 5, alle ore 5.30, due vaporette imbarcavano i congressisti alla Riva degli Schiavoni per portarli alla stazione, dove un treno speciale li attendeva. La partenza avviene in perfetto orario alle 6.40, mentre la più schietta allegria regna fra i gitanti.

Dopo Treviso viene distribuito un cestino offerto dall'Adriatica; lo spuntino mette tutti di ottimo umore, la giornata è splendida, la gita si svolge sotto i migliori auspici. Si passa in vista del Montello, terra sacra a tutti gli italiani, e per Feltre e Belluno si arriva a Ponte nelle Alpi, splendida nella superba corona di monti.

I congressisti prendono rapidamente posto in 24 autovetture pronte, e la lunga colonna ordinatissima, sotto la guida dell'Ing. Pitter, parte per Santa Croce. Sopra ogni autovettura un incaricato della Società Adriatica, fornisce spiegazioni sui lavori di presa d'acqua dal Piave, sui canali e sul magnifico panorama. Al lago di S. Croce un piccolo att per udire una breve illustrazione fatta dall'Ing. Pitter e

poi di nuovo in macchina fino a Fadalto. Qui viene servita nella centrale nuova, fra le macchine, una sontuosa colazione alla quale i congressisti fanno molto onore. Allo spumante parlano il Prefetto di Venezia, D'Adamo, che porta il saluto del Governo, il Presidente generale per ringraziare e l'Ing. Pitter dell'Adriatica. Dopo una visita alla vecchia ed alla nuova centrale la lunga colonna di autovetture si rimette in moto. Si vedono passando le centrali di Nova e di San Floriano, si visita rapidamente quella di Castelletto (costruita e messa in piena efficienza in soli sette mesi) quindi si corre rapidamente a Conegliano attraversando i paesi che videro la nostra grande vittoria. A Conegliano è pronto il treno speciale che riconduce a Venezia i congressisti i quali hanno riportato da questa visita la migliore impressione, sia per la grandiosità degli impianti visti, degni veramente di Venezia, sia per il modo perfetto e per la signorilità con cui la gita venne organizzata.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI TORINO

Visita agli impianti del Moncenisio.

Il giorno 18 settembre un gruppo di Soci della Sezione di Torino, fra i quali era il Presidente Ing. Soleri, visitò i nuovi impianti della Società per le Forze Idrauliche del Moncenisio.

Partiti da Torino alle 7 i Soci furono ricevuti a Susa dall'Amministratore delegato della Società In. Cav. Terenzio Chiesa e dagli Ingg. Palestrino, Lutz e Sodano, sotto la guida dei quali visitarono la nuova centrale di Venaus, che, utilizzando le acque del lago del Moncenisio con un salto di 1100 m, è capace di una produzione massima di circa 60 000 kVA.

Con automobili gentilmente messe a disposizione dalla Società i gitanti risalirono quindi la valle della Cenischia, soffermandosi a visitare le opere di derivazione e le condotte forzate, fino al colle del Moncenisio ove si riunirono a colazione. Alla frutta prese la parola l'Ing. Soleri interpretando il pensiero dei colleghi nell'esprimere alla Società ospitante l'ammirazione per la grandiosità delle opere visitate e la gratitudine per la cortese accoglienza. Rispose a nome della Società del Moncenisio l'Ing. Chiesa che accennò alle difficoltà superate nella costruzione dell'impianto e ne mise in luce la grande capacità di accumulazione e quindi il beneficio che ne deriverà alla zona piemontese nei periodi di magra.

I gitanti si recarono quindi a visitare le imponenti opere di sbarramento del lago che ne hanno portato la capacità a circa 30 milioni di m³ e la centrale di Gran Scala che pure utilizza le acque del lago con un primo salto di 190 m. Sulla via del ritorno essi furono ricevuti con squisita e signorile ospitalità dal Consigliere della Sezione Ing. Arigo nella sua villa di Susa, di dove ripartirono alle 20 per Torino.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

L'ELETTROTECNICA — Ogni annata	più per postali	L. 60,—
Abbonamento (nel Regno)	Fr. oro	9,—
(estero)	Fr. oro	60,—
Un numero separato (nel Regno)	Fr. oro	70,—
(estero)	Fr. oro	2,50
	più per postali	3,—
		1,—
STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:		
Vol. I. - II ^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente		
	più per postali	20,—
		2,—
Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia		
	più per postali	20,—
		3,—
Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).		
L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)		
	più per postali	2,50
		0,80
CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia		
	più per postali	1,—
		0,50
NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici		
	più per postali	3,—
		1,—
NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche		
	più per postali	4,—
		1,—
NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli Isolatori di percellana		
	più per postali	1,50
		0,80
Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACI.		
NOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso)		
	più per postali	3,—
		1,—
DESCRIZIONI IMPIANTI:		
1° Fascicolo - Impianti Società Conti (Crege)		
Pei Soci dell'A. E. I. e abbonati al giornale		6,60
Pei non Soci e non abbonati		9,—
Per spedizione sottofascia raccomandata		1,—

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Un notevole impianto di riscaldamento elettrico in Italia.

Dedichiamo completamente questo numero alla pubblicazione di memorie destinate alla recente Riunione di Venezia, che furono distribuite in bozza ai Congressisti non essendo giunte in tempo per la stampa preventiva sul giornale.

Cominciamo con una comunicazione dell'Ing. G. SEMENZA su un importante impianto di riscaldamento di ambienti, da circa un anno entrato in funzione a Roma.

L'energia elettrica così detta di supero nell'attuale periodo è scomparsa o va scomparendo dal mercato, perchè, coi sempre più estesi collegamenti delle grandi reti agli impianti a serbatoio, anche l'energia fluente notturna può essere opportunamente riservata agli scopi più elevati nella scala gerarchica delle forme di energia. Con tutto ciò, se anche le applicazioni dell'energia elettrica al riscaldamento non possono, per il momento, diffondersi da noi come, per es., nella vicina Svizzera, è assai interessante poter seguire e conoscere nei loro risultati pratici quelle limitate applicazioni che sono qua e là consentite da particolari condizioni. È stata perciò accolta a Venezia, con vero piacere, la relazione dell'Ing. Semenza, perchè non v'è dubbio — come giustamente fa rilevare l'Autore — che l'applicazione dell'energia elettrica ai problemi del riscaldamento permetterà di chiarire molte idee, di precisare molti coefficienti tuttora più o meno empirici, come l'introduzione del motore elettrico ha già permesso di fare per tante altre industrie. Ed i risultati di questi primi esperimenti saranno preziosi il giorno in cui le mutate condizioni nel mercato dell'energia consentissero anche nel nostro Paese una larga diffusione del riscaldamento elettrico.

Impianti automatici.

La comunicazione dell'Ing. ROSNATI, la quale, per l'assenza dell'Autore, non poté neppure essere posta in discussione, avrebbe potuto dare occasione ad un interessante scambio di idee dato che i pareri dei nostri maggiori tecnici sono ancora assai divisi nel riguardo dei limiti di impiego dei sistemi automatici nelle centrali e nelle sottostazioni elettriche. Noi che, personalmente, siamo sempre stati fautori degli automatismi, apprendiamo con piacere dalle note dell'Ing. Rosnati che essi cominciano ad entrare nell'uso anche nel nostro paese e ci auguriamo che coloro i quali hanno voluto dare l'esempio di simili applicazioni abbiano a renderne noti i risultati pratici; poichè è certo che solo la prova pratica di un discreto periodo di esercizio potrà stabilire in modo indiscutibile se l'uomo, con tutte le sue umane debolezze, sia realmente ancora, come molti sostengono, il migliore degli apparecchi automatici.

Gli impianti di cui ci dà notizia l'Ing. Rosnati sono essenzialmente impianti di motori sincroni a scopo di rifasamento e ci sembra degno di nota il fatto che anche le nostre ferrovie vadano installando dei sincroni per migliorare il fattore di potenza e sostenere la tensione delle loro reti, rinunciando così, in grazia dei sistemi automatici, a quella assenza di macchine ruotanti nelle sottostazioni che fu sempre citata a vanto del sistema trifase.

Per l'elettrificazione dell'agricoltura.

Negli scritti dell'on. MONTÙ, e degli Ingegneri TOURNON e VISMARÀ i lettori troveranno esaminati, sotto diversi punti di vista, diversi aspetti del complesso problema dell'elettro agricoltura ed anche troveranno traccia di quelle varie tendenze che poi furono opportunamente temperate nell'ordine del giorno approvato dall'assemblea.

Cogliamo l'occasione per avvertire che l'Autore della memoria sulle disposizioni legislative, pubblicata il 25 settembre u. s., è l'Ing. GIOVANNONI e non Giarannini, come aveva fatto stampare l'interpretazione della firma dell'originale, giunto all'ultimo momento.

LA REDAZIONE.

RILIEVI SPERIMENTALI SU UN GRANDE IMPIANTO DI RISCALDAMENTO ELETTRICO DI AMBIENTI □ □ □ □ □

GUIDO SEMENZA



Comunicazione alla XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.
Venezia, ottobre 1923

1. — La nuova sede della Banca Commerciale Italiana in Roma occupa un'area di mq. 2650; è pressochè un rettangolo avente una fronte di m. 37 sul corso Umberto I e una profondità di m. 74 lungo la via delle Muratte.

Dato il clima mite di Roma e la possibilità di avere l'energia elettrica a basso prezzo, la Direzione della Banca accettò la proposta del Sen. Beltrami e dell'Ing. Casati, che progettaron e diressero la costruzione del palazzo, di adottare per riscaldamento l'energia elettrica.

Dapprima si pensò ad un sistema di stufe elettriche distribuite nei locali: ma esaminata più dappresso questa soluzione si venne alla conclusione che fosse più semplice e sicuro un sistema a riscaldamento centrale, con distribuzione ad acqua calda, sistema che presentava, oltre ad altri, il vantaggio di poter essere convertito in un sistema a combustione, qualora per ragioni ora imprevedibili il riscaldamento elettrico non fosse per risultare conveniente.

Siccome poi la Società Anglo-Romana era disposta a fornire la energia notturna a condizioni di favore, si trovò che il metodo della accumulazione si prestava al caso e come corpo accumulante si adoperò naturalmente l'acqua stessa.

2. — Dirò soltanto poche parole sui criteri che hanno condotto a determinare le dimensioni delle caldaie accumulanti e del fabbisogno di energia elettrica e sarà poi interessante confrontare queste previsioni coi risultati della prima stagione di esercizio.

Come è noto, il determinare teoricamente il numero di calorie necessarie per riscaldare un dato ambiente è cosa assai difficile. Sarebbe possibile con una certa approssimazione tener conto dei disperdimenti attraverso le pareti, ma mancano i dati per poter valutare il ricambio d'aria, che ha sul consumo di calore un'influenza rilevante, specie in un palazzo d'ufficio dove l'apertura continua di porte verso l'esterno e di tutte le porte interne costituiva una condizione speciale.

Comunque furono assunte certe ipotesi, che apparivano ragionevoli, ed il calcolo fu eseguito.

Per la temperatura ci si riferì alle massime e minime giornaliere di 5 anni e, senza entrare qui in particolari, supposto che nelle ore di giorno si dovesse mantenere una temperatura di 18° e per la notte una temperatura inferiore, risulta che il massimo salto normale al quale si sarebbe dovuto far fronte sarebbe stato di circa 13°.

È su questo salto che dovevano essere dimensionate le caldaie e calcolato il fabbisogno massimo giornaliero di energia elettrica.

Il risultato del calcolo fu che per questa condizione di massimo occorreva fornire all'ambiente 378 180 calorie per ora, pari a 437,5 kWh.

Questo risultato è da considerarsi indipendentemente dalla accumulazione. Ora se si vuole risalire al consumo d'energia nelle 24 ore, si deve tener conto del fatto che durante le ore notturne non è necessario mantenere una temperatura interna così alta come quella che è richiesta nelle ore di ufficio. Queste ore sono meno di 8, per cui sembra ragionevole supporre un consumo in pieno per 8 ore, 1/2 durante altre 8 ore a 1/4 durante le rimanenti.

Se ne deduce che il consumo delle 24 ore sale a 6080 kWh. E

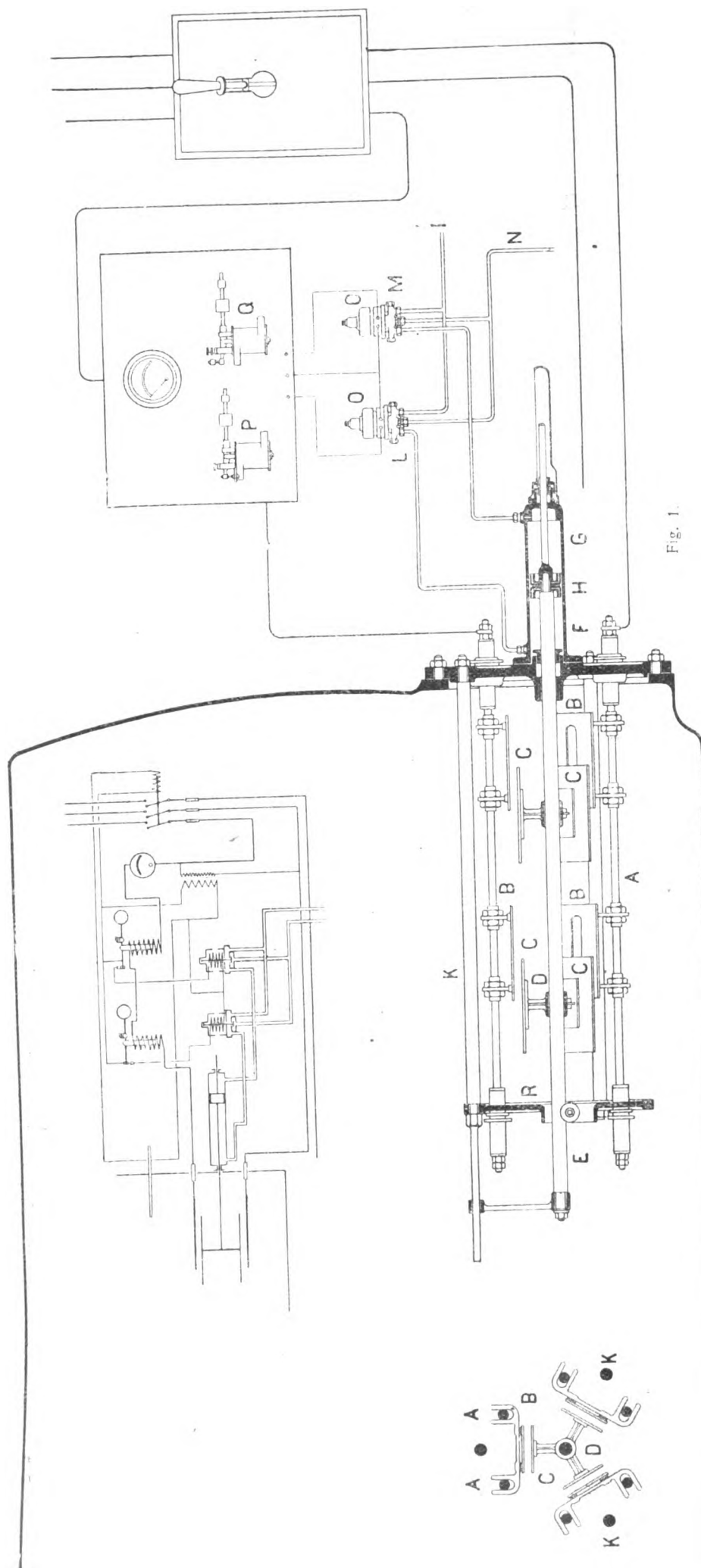


Fig. 1.

poichè l'energia sarebbe stata fornita nelle ore notturne e per 8 ore, la potenza necessaria risultava di 765 kW.

Questo calcolo era assai prudentiale in quanto supponeva una temperatura media esterna delle 24 ore = + 5; tuttavia la potenza massima fu elevata a 800 kW. Per poter far fronte poi a giornate di freddo eccezionale, le caldaie furono tenute di capacità abbondante e nel contratto con la Società fornitrice furono contemplate eccedenze di potenza e di durata, con prezzi adeguatamente aumentati.

3. — In base ai criteri suesposti vennero installate 4 caldaie della capacità di 21 mc ciascuna, quindi con un volume totale di 84 mc. Il salto massimo di temperatura venne assunto in 80°, sfruttando del fatto che l'impianto di termosifoni portava nella caldaia una pressione di oltre 29 m. e che la temperatura dell'acqua di ritorno a fine di circolazione poteva ritenersi intorno a 40°.

Con questo salto si possono immagazzinare nelle 4 caldaie 6 700 000 calorie, pari a 7750 kWh, per accumulare i quali occorrono per 8 ore kW 970. Il volume prescelto consentiva quindi di far fronte a qualsiasi eventualità.

4. — Per il sistema di riscaldamento elettrico vennero presi in esame gli impianti esistenti in Italia, in Svizzera ed in altri paesi, dei quali alcuni erano a resistenza metallica, altri ad elettrodi immersi nell'acqua stessa da riscaldare. Vennero pure accuratamente esaminati i sistemi di regolazione.

Le conclusioni di questi studi portarono alla scelta del sistema a elettrodi immersi.

Quantunque a prima vista il sistema delle resistenze metalliche sembri più razionale, una più attenta indagine mostra come siano frequenti i guasti e come la regolazione importi dispositivi complicati e costosi.

In particolare fu scelto l'apparecchio presentato dall'Ing. Mascarini di Milano.

L'apparecchio Mascarini è situato nella parte bassa della caldaia (Fig. 1). È formato da una parte fissa e da una mobile.

Nella parte fissa ogni conduttore è collegato coi bastoni di ottone A A, che attraversano una piastra di ghisa fissata con bulloni alla caldaia e ne sono isolati da isolatori di porcellana tenuti da premistoppa. Alle loro estremità sono collegate in modo analogo da un piastrone di ghisa R. I due bastoni portano due piastre BB piane formanti gli elettrodi fissi, assicurate ai bastoni di supporto A mediante dadi. Si hanno quindi in totale 6 elettrodi collegati due a due sullo stesso conduttore. La corrente è trifase a 440 volt e a 45 periodi.

Affacciate a questi elettrodi sono due piastre CC portate da due sopporti a stella DD assicurati sopra un albero centrale. Queste sei piastre formano il centro della stella e sono collegate colia massa.

Gli elettrodi fissi possono essere avvicinati o allontanati rispetto a quelli mobili. Infatti l'albero E, che porta gli elettrodi mobili, esce dalla caldaia attraverso un premistoppa e si prolunga in un cilindro FG, nell'interno del quale porta un pistone H. Le due camere nelle quali il cilindro è diviso dal pistone sono in comunicazione permanente con una condotta di acqua sotto pressione di 1 kg-cm² attraverso a due valvole LM, nelle quali un dispositivo a spillo regola la quantità di acqua, che dalla condotta può affluire nel cilindro.

Quando una delle valvole si apre, si mette in comunicazione con lo scarico N la camera del cilindro alla quale essa è unita, e allora, sotto la spinta della pressione nella camera opposta, il pistone si muoverà scaricando l'acqua contenuta nell'altra camera e quella che dalla condotta sotto pressione che passa attraverso la regolazione a spillo. La velocità di spostamento del pistone e quindi dell'albero che porta gli elettrodi di centro, dipende dalla regolazione all'effluo di acqua fatta sulle valvole.

Lo spostamento dell'albero fa affacciare gli elettrodi mobili più o meno di contro a quelli fissi,

così che varia la resistenza ohmica del sistema e quindi la domanda di corrente.

L'apertura delle valvole si può fare a mano, ma esse sono predisposte per il funzionamento automatico, mediante un elettromagnete *O*, che viene percorso da una corrente ausiliaria a bassa tensione (50 volt).

La regolazione automatica si fa mediante due relais *P*, che chiude un contatto quando la corrente ha raggiunto il valore massimo, l'altro *Q* che chiude quando la corrente ha un valore minimo stabilito. La chiusura di contatti manda la corrente ad eccitare i magneti *C* e ad aprire quindi le valvole che permettono lo spostamento del pistone e quindi degli elettrodi. I due relais sono regolabili per modo che si può regolare l'intensità di corrente entro limiti molto stretti.

Le cose sono disposte in modo che in ogni periodo di funzionamento il pistone fa una corsa nel cilindro.

Quando si riprende il riscaldamento dopo la utilizzazione dell'acqua la temperatura è bassa e quindi la resistenza elevata; gli elettrodi saranno nella posizione di minima richiesta: la corrente sarà minima. Allora il relais di minima *Q* chiude il proprio circuito, la valvola *M* viene aperta e il pistone *H* trascina l'albero e quindi gli elettrodi di centro, in modo che si affaccino completamente a quelli esterni. Man mano che l'acqua si riscalda pel funzionamento del relais di massima gli elettrodi mobili si sposteranno in modo da diminuire sempre più la superficie affacciata.

Questi apparecchi di riscaldamento si sono mostrati nell'esercizio pratici e solidi e, una volta stabilita la distanza degli elettrodi, che dipende dalla impurità dell'acqua, non hanno richiesto alcun lavoro di manutenzione. Gli elettrodi non mostrano speciale consumo, e sono in ogni modo facilmente ricambiabili.

5. — Il sistema di riscaldamento dell'ambiente è un ordinario termosifone, con 192 stufe, per una superficie totale di circa 840 mq. a «tubo unico» a circolazione forzata, tipo che presenta la più larga regolabilità e adattabilità a qualsiasi esigenza.

Le quattro caldaie sono del diametro di mm 2150 con una lunghezza di 5500. Esse sono rappresentate in pianta nella fig. 2 e una fotografia del locale caldaie è dato nella fig. 3. Su questa si vede un paranco che serve a sfilare l'apparecchio riscaldante il cui peso è di 450 kg.

Dato il principio dell'accumulazione e conseguente conservazione del calore, pel rivestimento delle 4 caldaie si impiegano dispositivi speciali, atti a ridurre al minimo i disperdimenti.

Cadauna caldaia fu racchiusa sui fianchi e nella parte posteriore con una parete di mattoni forati dello spessore di me. 0,40, il cui parametro interno fu rivestito con lastre di sughero catramate dello spessore di cm 10, mentre il vuoto perimetrale al corpo delle caldaie fu riempito con scorie minute di carbone. Le faccie esterne furono poi rivestite con piastrelle di maiolica bianche. Le facciate delle quattro caldaie, salvo la zona circolare corrispondente agli elettrodi, furono riempite di lana di amianto.

Superiormente le caldaie furono protette prima con cm 10 di scorie di carbone, poi con una soletta di cemento armato dello spessore di cm 10, e da ultimo con un pavimento di piastrelline di terra cotta.

Il risultato ottenuto con questo sistema di isolamento è stato ottimo.

Le caldaie sono collegate alla parte superiore con la tubazione

di andata e alla inferiore con la tubazione di ritorno, con un dispositivo di valvole che permettono la esclusione individuale di qualsiasi di esse.

La regolazione è ottenuta per mezzo di un sistema di valvole

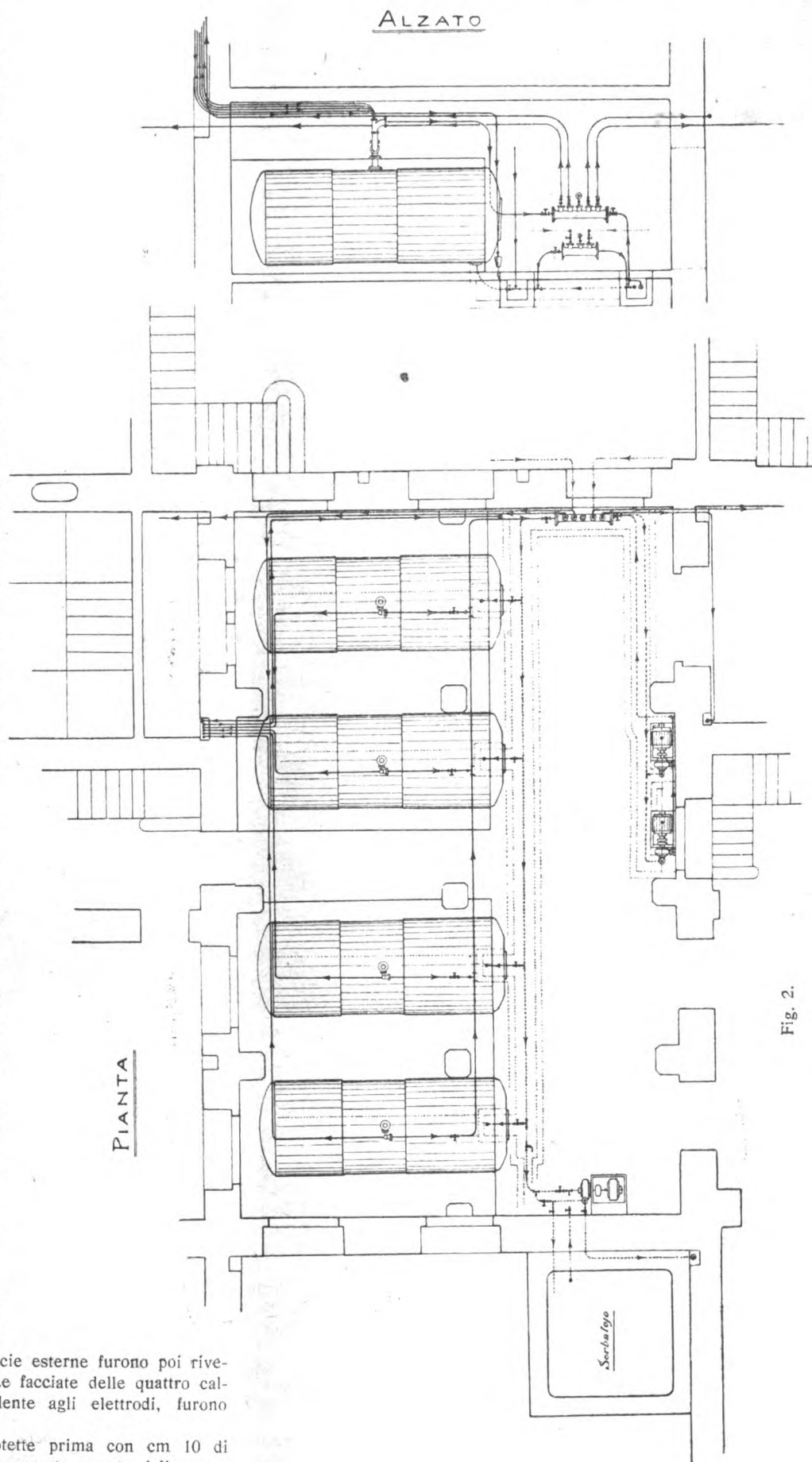


Fig. 2.

che permette la miscela dell'acqua di ritorno con quella calda uscente dalla caldaia, in modo da potersi graduare la temperatura dell'acqua in efflusso a seconda delle esigenze del riscaldamento.

La disposizione delle valvole e delle tubazioni installate a tale

scopo si vede chiaramente nella fotografia sulla parete di fondo. Due termometri, uno sul tubo di andata e l'altro di ritorno, permettono di leggere le rispettive temperature.

Era importante evitare gli inconvenienti dati dall'incrostazione dell'acqua, sia sugli elettrodi delle caldaie, sia nelle tubazioni. A tale scopo fu scelto per il riempimento del sistema l'acqua di Trevi, che è povera di calcari e fu anche disposto in modo da poter per i successivi riempimenti usare l'acqua piovana. Oltre a ciò si credette opportuno di utilizzare anche, in caso che una caldaia debba essere vuotata, per revisione o riparazione, l'acqua stessa di riempimento, riversandola in un apposito serbatoio in cemento armato.

Tale serbatoio si vede dalla figura 2, a sinistra, ed è della capacità di 25 mc.

Interessante è il gruppo di valvole che permette di prendere l'acqua dalle caldaie e mandarla nel serbatoio, o dal serbatoio alla caldaia o infine dalla caldaia alla fogna, usando sempre un'unica pompa.

Merita menzione l'impianto della camera di riscaldamento e di ventilazione dei locali del sotterraneo. Nel sotterraneo si trova il locale corazzato delle cassette di custodia, ed era quindi necessario pensare ad una ventilazione con aria calda per mantenere in tali locali

a) energia elettrica consumata per ogni 24 ore;

b) temperatura iniziale e finale delle caldaie durante la carica e la scarica;

c) temperatura esterna e temperatura interna, rilevata questa in 4 punti scelti opportunamente nel palazzo. Queste temperature furono lette 5 volte al giorno.

Dall'esame dei risultati e dalla considerazione dei fenomeni inerenti, si è dovuto concludere che le temperature indicate dai termometri delle caldaie non potevano prendersi come elementi sicuri di misura, e ciò perchè rappresentavano le temperature di un punto solo della caldaia. Infatti, se si può ritenere che durante il riscaldamento, i moti convettivi dell'acqua tendono a produrre nell'interno una temperatura pressochè uniforme, ciò non può dirsi del periodo di scarica. E a conferma di ciò, se si calcolano le calorie in base alle differenze di temperatura lette ed ai volumi d'acqua, si trova che i risultati relativi al periodo di carica sono abbastanza concordanti con le indicazioni degli strumenti elettrici, mentre quelli relativi al periodo di scarica non lo sono affatto.

La spiegazione non è difficile a darsi: infatti durante il periodo di scarica l'acqua fredda affluisce al fondo della caldaia, mentre quella calda esce dalla parte superiore, quindi essendo la calda in

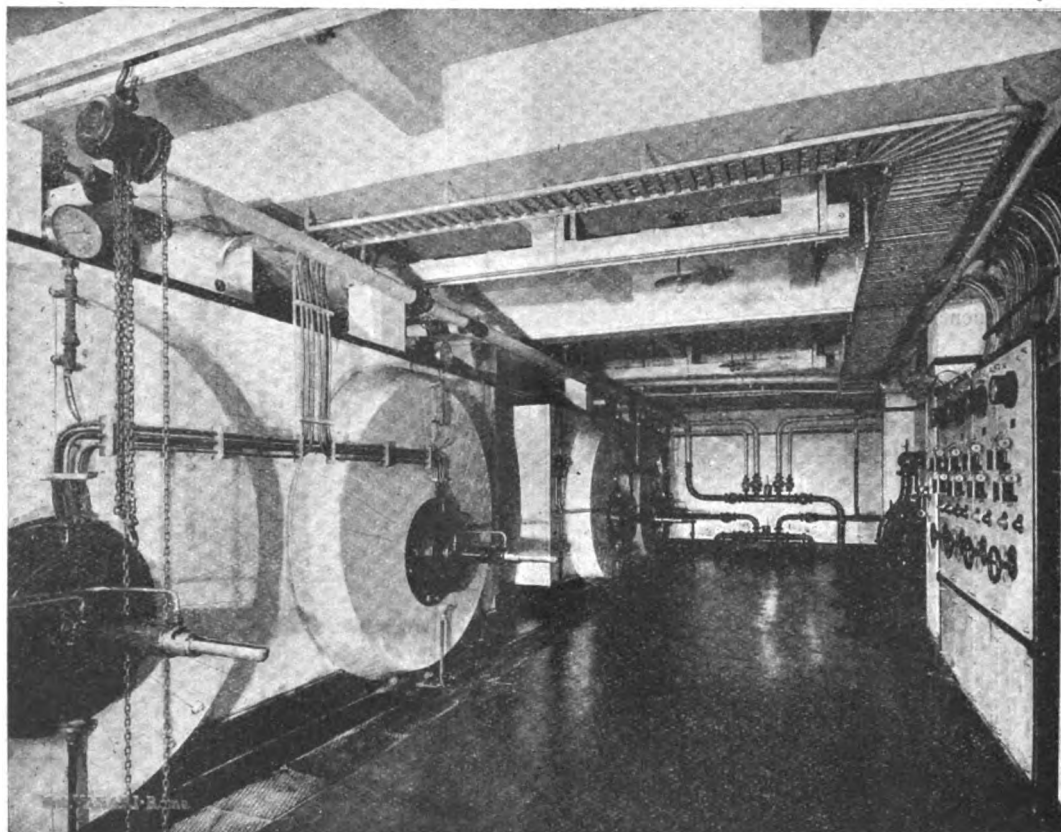


Fig. 3.

e in quelli adiacenti ad essi, nei quali entra il pubblico, un grado di umidità relativo assai basso. Perciò in una apposita camera furono installate batterie di termosifone inserite nell'impianto generale di riscaldamento.

L'aria fresca viene presa, a mezzo di un camino speciale, dal terrazzo superiore del fabbricato e a mezzo di ventilatori elettrici è aspirata e, filtrata attraverso le batterie di riscaldamento, spinta in camera di equilibrio, dalla quale poi esce nei canali di distribuzione. Tutto è disposto in modo da poter aspirare o soltanto aria fresca o soltanto aria calda, oppure una mescolanza delle due.

La portata dei ventilatori è complessivamente di metri cubi 12 000 all'ora.

Tutto questo impianto, fornito dalla Ditta Kestenholtz di Milano, ha funzionato fin dal principio egregiamente.

6. L'impianto fu messo in funzione nel mese di Novembre 1922 e dopo un periodo di avviamento si poterono col 1 Gennaio 1923 iniziare dei rilievi continuati e sistematici.

Infatti durante il periodo dal 1 Gennaio al 31 Marzo furono eseguite, in seguito ad un programma predisposto, letture continue delle quantità seguenti: (1)

(1) E doverosa qui una parola di ringraziamento al sig. Giuseppe Navone che con intelligenza e con vero amore diresse tutta la parte elettrica dell'impianto e si occupò dei rilievi che hanno servito a questo studio.

alto, non vi è ragione che le due si mescolino molto rapidamente, e si formerà una superficie di separazione fra le due acque (la calda e la fredda) che salirà man mano che si usa la caldaia. Non sapendo a che altezza questa superficie si trovi, non è possibile dedurre dalle indicazioni dell'unico termometro il numero di calorie contenute nell'acqua della caldaia. Occorrerebbero, per conoscere ciò, molti termometri scaglionati sull'altezza della caldaia o un sistema termoelettrico che desse la media pesata delle temperature.

7. Quanto precede porta come conseguenza la impossibilità di fare da queste letture deduzioni troppo accurate sul comportamento delle singole caldaie, e sul loro rendimento termico. Questo può soltanto dedursi dal salto di temperatura che subiscono le caldaie rimanendo cariche. Le letture fatte mostrano che il rendimento termico è assai alto. Infatti nel corso di 12 ore la perdita di temperatura non supera i 3° e 4°.

8. Il consumo di energia per riscaldamento è riuscito necessariamente irregolare, sia perchè irregolare è la variazione della temperatura esterna, sia perchè nel primo esercizio era difficile proporzionare i consumi al bisogno, sia perchè alcune parti del palazzo venivano temporaneamente aperte, sia perchè non si può tener conto delle finestre aperte dagli impiegati nelle giornate tiepide. Per ciò l'accumulazione fatta per un giorno ha spesso servito per il successivo, talvolta si sono dovute reintegrare eccessive scariche di caldaie della giornata precedente. L'esame dei consumi nei singoli giorni

Il calcolo delle dispersioni rettificato in base ai risultati delle prove, porta nel caso attuale a 0,368 Wh per grado ora e m³, restano quindi per la ventilazione 0,510-0,368 = 0,142 Wh.

Ora siccome il calore specifico dell'aria è 0,31 in calorie, ossia 0,35 Wh per metro cubo, ora e grado, il risultato nostro ci porta ad un ricambio di $\frac{0,142}{0,360} = 0,396$ m³ e in cifra tonda 0,4 m³ per ogni m³ d'ambiente e ora: cifra abbastanza attendibile se si pensa che la sola ventilazione del sotterraneo introduce in media 12 000 m³ d'aria fredda all'ora.

12. L'importanza di misure eseguite su un impianto di riscaldamento elettrico nasce dal fatto che può, in questo caso, essere misurata in modo preciso l'energia fornita pel riscaldamento. Infatti il rendimento di un sistema elettrico può senza errore ritenersi del 100 %. Ben diverso è il caso dei sistemi di riscaldamento a combustibile nei quali regna la più grande incertezza sul valore del rendimento. Infatti difficile è valutare in un impianto di questo genere la quantità di calore ed eventualmente la quantità di materie incombuste che se ne vanno pel camino: vi sono poi i periodi di avviamento dei quali difficilmente si può tener conto.

Col sistema elettrico ci troviamo invece di fronte a misure precise.

Tuttavia bisogna ben guardarsi dal voler fare delle deduzioni di carattere generale dai risultati ottenuti. Ogni impianto di riscaldamento ha caratteristiche proprie, che dipendono dalle dimensioni e dalla forma del fabbricato, dall'uso al quale è adibito e dalle particolari esigenze del caso. Il risultato al quale siamo arrivati di 0,51 Wh. per m³ ora e grado, si può applicare con sicurezza ad un fabbricato grande, compatto e destinato ad uffici. Per altre categorie di fabbricati sarebbe necessario determinare altre costanti di consumo.

Basterà considerare l'influenza delle dimensioni del fabbricato. Se per un momento si trascura il ricambio, il riscaldamento dell'aria nell'interno dell'ambiente risulta dalla differenza dell'energia termica fornita e quella dispersa: si avrà un certo volume d'aria e una certa superficie disperdente. È evidente che il rapporto fra queste due quantità ha una diretta influenza sul consumo specifico.

Sembrerebbe quindi che il rapporto fra volume dello stabile e superficie esterna dovesse potersi prendere quale numero indice per la classifica dei fabbricati di fronte al consumo specifico da applicare loro.

Nel caso che ci occupa, il volume degli ambienti, depurato dai muri, risulta di 50 000 m³ mentre la superficie è di 10 946 m², il rapporto è di 0,218.

Consideriamo un villino di m 12×12 di base e 14 metri di altezza, il volume, dedotte le murature, sarà di 1800 m³ e la superficie esterna di 818 m² e il rapporto di 0,455. Per quanto riguarda il disperdimento, occorrerebbe un consumo specifico quasi doppio pel villino che per la grande banca. Ecco un risultato che sarebbe interessante verificare.

Tuttociò naturalmente presuppone che il rapporto fra aria delle finestre e vetrate e la superficie esterna totale e il ricambio d'aria siano dello stesso ordine di grandezza.

13. Per quanto sopra si è detto, il tirare delle conseguenze economiche sul caso che ci occupa non porterebbe a conclusioni generali applicabili ad altri casi.

Mi limiterò a dire che pel caso della sede di Roma della Banca Commerciale Italiana, il riscaldamento elettrico presenta una buona economia di fronte al riscaldamento a carbone ai prezzi attuali del combustibile.

Parlando in via generale, è soprattutto nel caso del riscaldamento che sono decisivi la forma della tariffa e il prezzo a cui viene fornita l'energia elettrica. Trattandosi di un consumo variabile, la cui variazione sfugge alla volontà umana, la forma più razionale di tariffa è quella basata su un prezzo per kWh. Questa tariffa può essere completata da una garanzia di minimo consumo annuale o mensile e da una limitazione di potenza, ove ciò sia opportuno.

È da avvertire che, nello stabilire un confronto economico fra un sistema elettrico ed uno a carbone, non si deve dimenticare di portare in conto alcuni elementi di costo che sono sfavorevoli al sistema a combustibile e cioè:

1. Necessità di un deposito di carbone.
2. Mano d'opera per il trasporto del carbone e per l'asportazione delle ceneri. Perdite nei trasporti di combustibile.
3. Maggiore costo di personale per la condotta delle caldaie, mentre che col sistema elettrico basta un sorvegliante.
4. Maggiore spesa di manutenzione dipendente dal consumo delle griglie e dei refrattari, dal camino, ecc.

Sono questi elementi che spesso sono difficili a precisare, ma che hanno un'importanza economica non trascurabile.

Milano, 15 Settembre 1923.

IMPIANTI ELETTRICI □ □ □ □

□ A FUNZIONAMENTO AUTOMATICO

PIERO ROSNATI



Comunicazione alla XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.
Venezia, ottobre 1923

Generalità — Apparecchiature per funzionamento parzialmente o totalmente automatico — Inseritore automatico per macchine sincrone — Regolazione automatica della tensione e della corrente — Sottostazione automatica di Vado Ligure — Sottostazione automatica di Levanto FF. SS. — Sottostazione automatica di Riehen (Svizzera) — Sottostazione automatica con raddrizzatori a vapori di mercurio.

Generalità.

La necessità di un funzionamento automatico degli impianti elettrici è piuttosto sentita nell'epoca nostra, specialmente per gli impianti di limitata potenza, per effetto dell'aumento notevolissimo delle paghe operaie: però lo sviluppo delle diverse applicazioni in tal senso, è tuttora limitato da difficoltà ed incertezze, dovute al periodo laborioso di prova nel quale si trovano i vari sistemi proposti, per la massima parte in via d'esperimento. Sarà quindi interessante e potrà portare un certo contributo ad un problema, senza dubbio importante e di attualità, l'esaminare diverse applicazioni, fatte o in corso d'esecuzione del sistema automatico, secondo il tipo Brown Boveri.

Apparecchiature per funzionamento parzialmente o totalmente automatico.

Mi limiterò per ora alle applicazioni fatte in tal senso alle sottostazioni di trasformazione e di regolazione, considerando la cosa nei suoi diversi aspetti e cioè l'automatismo limitato ad una parte più o meno grande dell'apparecchiatura, ovvero esteso a tutto l'impianto, anche come inserzione e disinserzione, in base a determinate condizioni: in quest'ultimo caso, l'impianto può essere completamente abbandonato a sè e l'intervento del personale deve avvenire solo in caso di inconvenienti o guasti, in seguito a segnalazione d'allarme al posto di controllo.

Una tale graduazione nell'automatismo è necessaria per poter rispondere alle più svariate esigenze: in molti casi basterà che una sola parte dell'apparecchiatura provveda automaticamente a determinate manovre, in modo da limitare e semplificare l'azione del personale, prevenendo false manovre: in altri casi, pur ammettendo che tutte le operazioni debbano effettuarsi in modo automatico, si può ritenere conveniente che l'inserzione e la disinserzione dell'intero impianto si faccia invece a volontà, in posto, per aver maggior libertà al riguardo e ridurre le inevitabili complicazioni di un'apparecchiatura completamente automatica.

I vantaggi di carattere generale che possono offrire le diverse soluzioni sono d'altra parte evidenti: si tratta, se non di sopprimere completamente il personale di manovra e di sorveglianza diretta, di limitarne almeno gli obblighi, le mansioni e le responsabilità, utilizzando in modo proficuo per altri scopi, riducendo turni gravosi, ed aumentando in pari tempo la sicurezza dell'impianto, sia togliendo la possibilità di false manovre, sia per effetto di mezzi protettivi più efficaci.

Inseritore automatico per macchine sincrone.

Cominciando dal caso più semplice, nel campo delle sottostazioni con macchinario rotativo, è degno di nota l'apparecchio automatico d'inserzione per commutatrici, motori e condensatori sincroni, nel caso (che è anche il più generale) che l'avviamento sia fatto in asincrono a tensione ridotta. Come risulta dallo schema (fig. 1) con un unico apparecchio e con una manovra semplicissima, in due tempi successivi, si provvede all'inserzione della macchina sul trasformatore d'avviamento e successivamente, ad avviamento compiuto, direttamente sulla linea, con esclusione del trasformatore. L'apparecchio può essere provvisto di resistenze d'inserzione, ed anche completato con relais di scatto a massima e a tensione zero, per disinserzione automatica, tanto in periodo d'avviamento che di servizio, cosicchè in un unico apparecchio, a manovra semplice ed obbligatoria, si può riunire tutta l'apparecchiatura di comando e di protezione della macchina.

Regolazione automatica della tensione e della corrente.

Nello schema succitato è però rappresentato un caso di automatismo ancor più completo, dato che la macchina è munita di regola-

tore automatico di tensione e di limitatore automatico di corrente, secondo il ben noto sistema B.B.C.: siccome lo schema considera il caso di un motore o condensatore sincrono per la regolazione degli impianti elettrici, l'opportunità e l'utilità di tale aggiunta è senza altro evidente: la protezione contro l'eccesso di corrente è fatta in modo ancor più perfetto, potendosi, fino ad un certo limite evitarne le conseguenze dannose, senza per questo interrompere il servizio.

Sottostazione automatica di Vado Ligure.

Un'applicazione del genere, ma ancor più completa come automatismo dell'apparecchiatura, è rappresentata dall'impianto con condensatore sincrono per la regolazione della tensione e correzione del

Esso entra d'altra parte nel genere degli impianti a funzionamento prettamente automatico e converrà far precedere qualche cenno sulle caratteristiche generali di tali impianti, secondo il sistema seguito dalla Ditta costruttrice.

Tale caratteristica generale è data da una serie di apparecchi di tipo a relais che, per determinati motivi, agiscono sugli interruttori a comando elettrico, (in senso positivo o negativo) — a tempo —, nell'ordine dovuto, e in quanto lo consentano i blocchi elettrici che collegano fra di loro detti apparecchi. Essi possono poi essere raggruppati in due ordini, facenti capo ordinariamente a due sistemi di sbarre ausiliarie, di inserzione e di disinserzione; il primo alimentato a tensione opportuna della rete stessa, l'altro invece da una

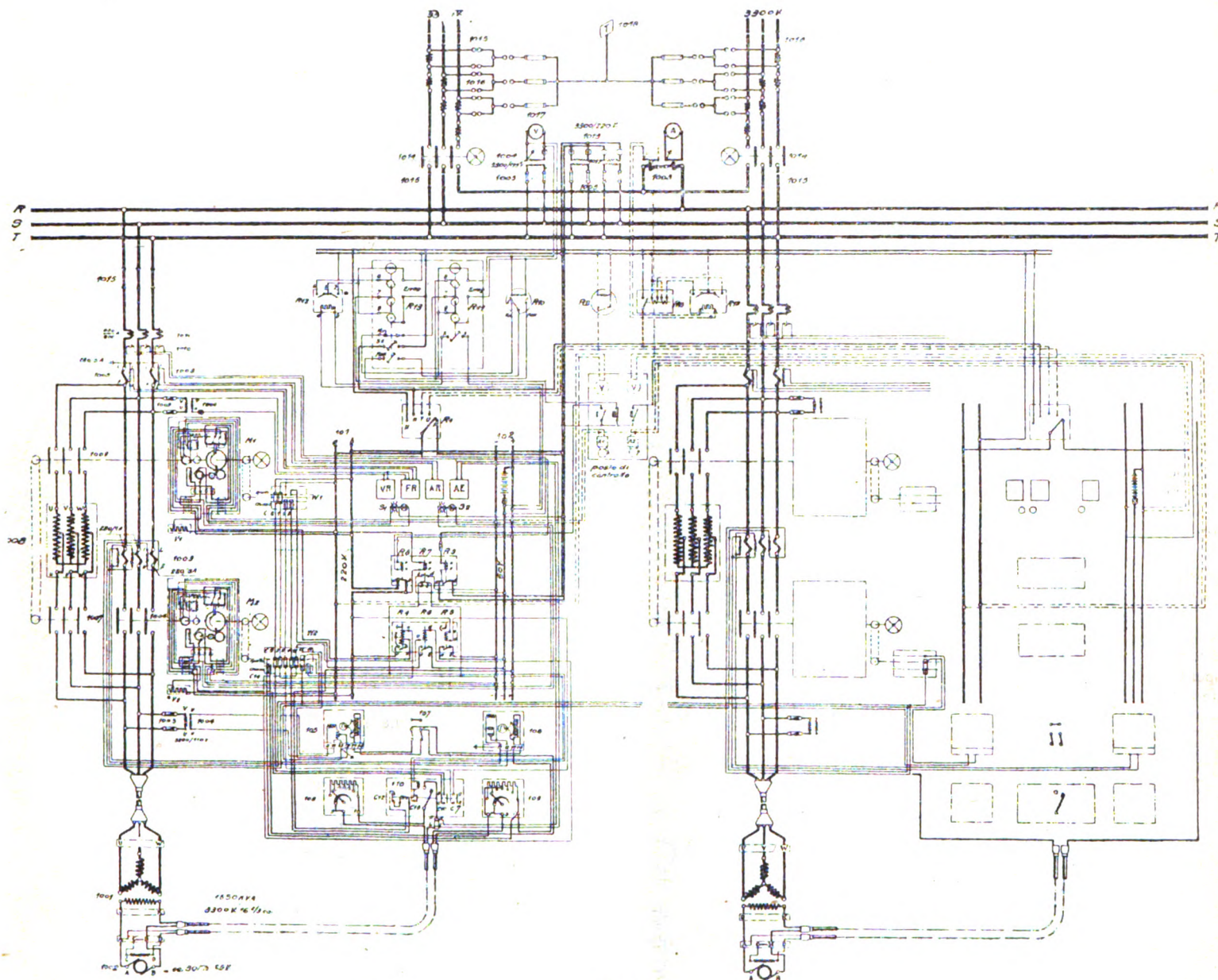


Fig. 1.

fattore di potenza, eseguito per conto delle Officine di Vado Ligure, allo scopo di rendere meno onerose le condizioni contrattuali di fornitura dell'energia elettrica allo stabilimento. L'impianto, già da qualche tempo in regolare funzionamento, è costituito da un condensatore sincrono di 300 kVA, collegato a sbarre collettrici a 400 V, che regola, nel modo noto, la tensione alle sbarre per un valore costante, assorbendo corrente in anticipo, provvedendo così a correggere il fattore di potenza.

L'opportunità del funzionamento automatico dell'impianto, è giustificata in questo caso dal fatto che il condensatore sincrono deve rimanere in servizio, senza una sorveglianza costante ed essendo soggetto ad interruzioni assai frequenti di corrente, dovuti alla rete di alimentazione, è necessario che, dopo tali interruzioni, esso possa automaticamente rimettersi in servizio, senza alcun intervento estraneo. Invece, la prima inserzione, come la disinserzione, devono essere fatti in posto, a mano. L'applicazione può essere interessante per molti stabilimenti industriali, che vorranno adottare impianti di questo genere, appunto per l'economia rilevante che permette di realizzare nei riguardi del personale di manovra e di sorveglianza.

sorgente ausiliaria indipendente, ordinariamente una piccola batteria d'accumulatori.

Come risulta dallo schema (fig. 2) l'inserzione della sottostazione viene fatta normalmente a mano, colla chiusura degli interruttori pos. 1015 e 1016. Il primo serve ad inserire e rispettivamente a disinserire l'intero impianto, mentre il secondo è destinato solo a togliere dal circuito il trasformatore d'avviamento, per evitare un'inutile perdita a vuoto, in certi periodi dell'anno, nei quali le interruzioni nella rete d'alimentazione si presentano molto rare.

La chiusura dell'interruttore pos. 1015 ha per effetto di metter sotto tensione la sbarre d'inserzione pos. 101 alimentate dalla corrente alternata, a mezzo di un trasformatore monofase, a 220 volt: in tal caso, se l'interruttore d'avviamento pos. 1006 e quello d'eccitazione pos. 111 sono aperti e cioè in posizione adatta, a mezzo di un relais a tempo R. 2 viene permessa l'alimentazione del comando elettrico, che porta l'interruttore anzidetto, dalla posizione di riposo a quella d'avviamento. Appena il condensatore sincrono, così alimentato in asincrono dal trasformatore d'avviamento, ha raggiunto la velocità di sincronismo e per conseguenza anche l'eccitatrice diret-

tamente accoppiata ha raggiunto la sua tensione normale, un altro relais R. 5 direttamente influenzato, a mezzo della batteria d'accumulatori, fa chiudere l'interruttore d'eccitazione pos. 111 e così il condensatore rimane anche eccitato.

di escludere una parte del reostato in derivazione, permettendo così al regolatore automatico di tensione di intervenire.

In tal modo il condensatore sincrono trovasi inserito sulla rete e provvede alla regolazione della tensione in modo automatico.

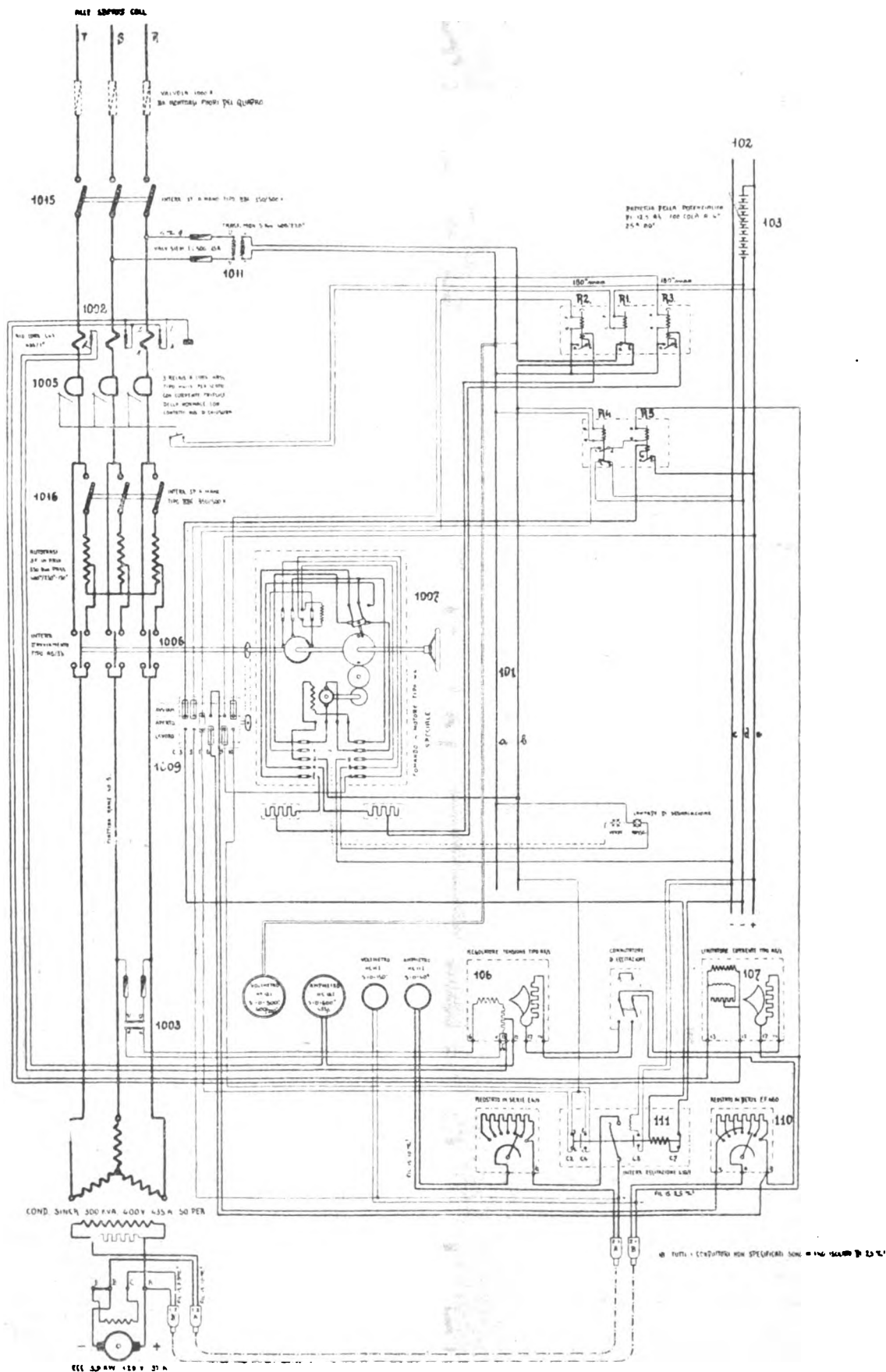


Fig. 2.

La chiusura dell'interruttore d'eccitazione ha per effetto di mettere sotto tensione la bobina di un altro relais R. 3 a tempo, che agisce successivamente, alimentando il comando di distanza dell'interruttore e portandolo così dalla posizione d'avviamento a quello di lavoro. Si chiude parimenti un contatto ausiliare che ha per effetto

La disinserzione, oltre che per volontà del personale, quando viene aperto l'interruttore pos. 1015, può avvenire anche automaticamente, sia quando viene a mancare la tensione della centrale alimentatrice, a mezzo del relais a tensione minima R. 4, sia per effetto di corrente massima entrando in funzione uno dei relais a mas-

del tipo sopraccennato, contenuto in bagno d'olio e riscaldato elettricamente a mezzo di una resistenza: tale relais termico verrà tarato in modo che quando la corrente in linea supera un determinato valore verranno chiusi i contatti che danno tensione alle sbarre d'inserzione della macchina, che era rimasta di riserva.

Le diverse combinazioni sopraccennate, per l'una o per l'altra macchina o per entrambe, hanno reso necessaria l'aggiunta di uno speciale commutatore (uno per ciascuna macchina), col quale si deve disporre a mano il modo, col quale la macchina dev'essere inserita. Tale commutatore ha cinque posizioni: la prima corrisponde all'inserzione in posto, a mano: la seconda all'inserzione automatica per tensione minima: la terza all'inserzione automatica come seconda unità, per effetto del relais termico di maggiore carico: la quarta, che per ora non ha immediata applicazione, per l'eventuale aggiunta in futuro di un inseritore automatico ad orologio, per l'inserzione ad ore prestabilite: infine la quinta per l'inserzione a volontà a distanza, dal posto di controllo.

Disponendo opportunamente per ciascuna macchina, tale commutatore, si potranno ottenere tutte le combinazioni possibili e cioè che una delle due macchine sia di preferenza inserita e l'altra rimanga di riserva, ovvero a disposizione: oppure di scambiare i gruppi, dopo un certo periodo di servizio, in caso di revisioni, ecc.: infine di dare la precedenza all'una o all'altra macchina, nel caso che entrambe debbano funzionare, cosicchè la seconda unità non entrerà in funzione che per effetto dell'inseritore automatico per sovraccarico.

Non si è previsto in questo caso la disinserzione automatica della sottostazione, in relazione alla tensione in linea, quando questo supera un determinato valore. Non si è creduto infatti di dover complicare, senza una vera ragione, l'impianto, non essendovi alcun inconveniente o danno, che questi gruppi marcino anche per lungo tempo a vuoto, se non occorre regolazione in tal periodo. D'altra parte, anche in tal caso il loro funzionamento può essere vantaggioso, perchè quando la tensione in linea supera il valore normale, può essere utile una regolazione in senso inverso, fornendo in linea corrente in ritardo, anzichè in anticipo, eliminando così gli inconvenienti che anche le tensioni troppo elevate possono produrre nel funzionamento dei locomotori. Ad ogni modo, anche la disinserzione automatica di una sottostazione, per effetto di tensione massima, può essere concepita in modo altrettanto semplice e facile.

La disinserzione della sottostazione, dovrà quindi essere fatta a distanza dal posto di controllo, oppure può avvenire automaticamente, per effetto dei relais a massima per corrente eccessiva o del relais a tensione nulla per interruzione di corrente, nel modo già descritto.

L'inserzione del condensatore sincrono, a cui compete di entrare in servizio, avviene nel modo già descritto per effetto delle sbarre d'inserzione, quando queste si trovano sotto tensione: così pure togliendo tensione a dette sbarre, a mezzo del relais a tensione nulla, il condensatore sincrono viene automaticamente disinserito e la relativa apparecchiatura si dispone nella posizione di riposo per essere pronta alla nuova inserzione, quando le sbarre ausiliarie sono nuovamente sotto tensione.

Analogamente funzionano i dispositivi di protezione dell'impianto. Il macchinario è protetto contro gli aumenti eccessivi di corrente, anzitutto e fino ad un certo limite, da un limitatore automatico di corrente sistema B.B.C., che, variando opportunamente l'eccitazione, permette alla macchina di superare queste eventualità, senza necessità d'interrompere il funzionamento. Se invece l'aumento di corrente assume valori più elevati e veramente pericolosi, intervengono i relais a massima tarati al massimo limite consentito che, in caso di assoluta necessità, fanno scattare l'interruttore principale, ovvero gli interruttori d'avviamento, secondo la condizione in cui si trova la macchina: ciò a mezzo di un relais di blocco che fa scattare anche l'interruttore automatico d'eccitazione, mentre un dispositivo d'allarme, alimentato dalle sbarre di disinserzione, avverte il posto di controllo della messa fuori servizio del condensatore sincrono.

A questo riguardo occorre notare che si possono anche disporre le cose in modo, che non avvenga in tal caso, al primo scatto, una messa fuori servizio definitiva della sottostazione, ma che il gruppo si rimetta da sè stesso nuovamente in servizio e ciò per un numero limitato di volte, perchè se la causa perturbatrice rimane, uno speciale relais d'arresto blocca poi in modo definitivo l'interruttore principale, mettendo la sottostazione fuori servizio.

Qualora durante la marcia si verificasse un riscaldamento pericoloso nel trasformatore d'avviamento, nei supporti del condensatore sincrono ecc., dei relais termici, opportunamente inseriti, agiscono nello stesso modo che il relais di massima e cioè nel senso di togliere tensione alle sbarre di inserzione, a mezzo del relais di blocco e quindi di far scattare gli interruttori, dando pure in questo caso segnalazione d'allarme.

Sottostazione automatica di Riehen (Svizzera).

Un'altra applicazione interessante del funzionamento automatico, nel caso però di sottostazioni di trasformazione rotativa con commutatrici, è quella fatta dalla Società Brown Boveri & C. di Baden, a Riehen, vicino a Basilea per l'alimentazione della linea tramviaria Basilea-Loerrach: impianto già noto per una descrizione comparsa sulla Rivista B.B.C. Si tratta di una sottostazione già esistente e trasformata poi a funzionamento completamente automatico. L'inserzione e la disinserzione avvengono a mezzo di un dispositivo a movimento d'orologeria, regolabile a piacere e disposto in modo che esso provochi tali manovre a determinate ore del giorno. La messa in marcia della commutatrice, in asincrono a tensione ridotta, avviene nel modo già descritto per i condensatori sincroni. Occorre però notare in questo caso che una commutatrice con auto-eccitazione, avviandosi come macchina asincrona, assume una polarità arbitraria, cosicchè la polarità esistente al sincronismo dipende dal caso. Se essa non corrisponde al funzionamento normale, occorre modificarla artificialmente. Fra i vari metodi a disposizione per raggiungere lo scopo, venne scelto quello di far interrompere l'eccitazione della commutatrice, a mezzo d'interruttore, nel momento in cui la macchina ha quasi raggiunto la velocità di sincronismo: ciò può essere fatto senz'altro, perchè in prossimità della velocità sincrona, la tensione indotta e la frequenza della corrente d'eccitazione, sono molto ridotte. Questo modo d'interrompere bruscamente la corrente d'eccitazione, per un breve lasso di tempo e quando si è quasi raggiunta la velocità sincrona, ha per effetto di far ruotare il rotor della commutatrice di uno spazio polare in senso indietro. Basta di solito interrompere una sol volta il circuito d'eccitazione per far prendere alla macchina la polarità desiderata.

Questo metodo venne preferito anche perchè si presta meglio nel caso di sottostazioni automatiche con commutatrici. Il circuito di eccitazione viene perciò aperto e chiuso a mezzo di un relais speciale di polarizzazione: raggiunta la velocità sincrona e la polarità voluta, la commutatrice può essere messa sotto la piena tensione.

L'apparecchiatura automatica è costituita anche in questo caso da un complesso di relais, che agiscono nell'ordine voluto e in modo obbligato per l'inserzione e lo scatto degli interruttori, con due sistemi di sbarre di inserzione e di disinserzione, alimentate da due differenti sorgenti.

L'avviamento della commutatrice avviene in modo analogo a quanto descritto in precedenza, colla differenza in questo caso di un funzionamento combinato, del relais d'inserzione a tempo, collo speciale relais di polarizzazione, già accennato.

Infatti il relais a tempo deve chiudere il suo contatto dopo circa 100 secondi, calcolato nell'ipotesi che la commutatrice impieghi c. a. 30'' a raggiungere la velocità sincrona. Pertanto, se poco prima, la polarità della commutatrice non era quella dovuta, il relais di polarizzazione agisce, aprendo in quell'istante, il circuito d'eccitazione della commutatrice e facendo scattare in pari tempo l'altro relais, che ritorna così alla sua posizione iniziale. Grazie a tale combinazione, il relais d'inserzione non può chiudere il suo contatto che quando la polarità della commutatrice è quella desiderata: in altri termini, bisogna che i contatti del relais di polarizzazione restino chiusi durante un tempo eguale a quello per il quale il relais d'inserzione è regolato, cioè da 50 a 100''. Se così è, detto relais può chiudere il suo contatto e determinare la regolare messa in servizio della commutatrice.

Come si vede dagli esempi sopracitati, il sistema automatico è generale e può applicarsi, con opportune modifiche di dettaglio, a tutti i casi di sottostazioni di regolazione e trasformazione rotativa con uno e più gruppi, funzionanti fra loro in parallelo. In questo ultimo caso, la messa in marcia, e l'arresto degli altri gruppi, possono senz'altro essere previsti, ricorrendo al tipo d'apparecchiatura sopradescritto, ripetuto per ogni gruppo, come se si trattasse di tanti impianti unitari. Rimane però a provvedere all'inserzione e disinserzione successiva dei singoli gruppi, in base a condizioni prestabilite. Se la necessità di aumentare il numero di unità in servizio si presenta ad ore determinate durante il giorno, non si ha che a regolare opportunamente gli apparecchi d'inserzione a movimento di orologeria dei singoli gruppi. Se invece tale necessità si presenta in modo irregolare, senza una legge prestabilita, l'inserzione successiva dei singoli gruppi può in tal caso essere affidata a relais ad azione termica, che agiscono in base alla maggiore richiesta di corrente ovvero ad apparecchi di carattere termico, quando la temperatura ammissibile nel macchinario in funzione ha superato un certo limite, e dopo un certo lasso di tempo, regolato in precedenza. Nello stesso modo, la disinserzione di ogni gruppo addizionale accoppiato in parallelo, quando il carico si riduce oltre ad un certo limite, può essere affidato a relais a minima, ad azione differita, che agiscono in senso opposto.

Sottostazione automatica con raddrizzatori a vapori di mercurio.

Il sistema a funzionamento automatico può essere adottato con gli stessi criteri anche per gli impianti di conversione, con raddrizzatori a vapori di mercurio: può essere interessante qualche cenno su una tale applicazione.

Il raddrizzatore a vapori di mercurio, rappresenta un apparecchio che si presta molto bene per le sottostazioni automatiche, non avendo organi in movimento e che richiedano speciale sorveglianza: l'eccezione è rappresentata dalla pompa a vuoto e dalla dinamo di adescamento, che però funzionano in modo intermittente e per brevi periodi, mentre quest'ultima può essere anche eliminata se nella sottostazione esiste già corrente continua a bassa tensione. Si aggiunge in qualche caso anche il gruppo motore-pompa di circolazione dell'acqua refrigerante, qualora non sia disponibile in posto, l'acqua di raffreddamento, circolante sotto una certa pressione.

Considerando ad ogni modo il caso più completo, il funzionamento di una sottostazione automatica con raddrizzatori a vapori di mercurio, può, in linea schematica, essere descritto come segue:

Come al solito, vi è un apparecchio d'inserzione a mano o a funzionamento automatico, che può soddisfare ad una delle diverse condizioni seguenti: funzionamento permanente — messa in marcia ad un'ora determinata e per un dato intervallo di tempo — messa in marcia, in funzione del carico o rispettivamente del sovraccarico, se per un secondo gruppo — messa in marcia in funzione della tensione alle sbarre collettrici, lato corrente continua.

Tale dispositivo provvede anzitutto all'inserzione dell'interruttore primario ad alta tensione, che comanda il gruppo trasformatore — raddrizzatore — e ciò a mezzo di un relais a tempo che, come di consueto, influisce sul comando elettrico a distanza dell'interruttore principale. La sua chiusura mette sotto tensione delle sbarre ausiliarie a corrente alternata, ciò che ha per effetto, a mezzo di un relais, di far aprire la valvola che comanda la condotta di circolazione dell'acqua refrigerante del raddrizzatore — di mettere in funzione il gruppo motore dinamo d'adescamento, comandato da un interruttore pentapolare, i cui contatti rimangono chiusi finché il raddrizzatore non è sotto tensione. Inserita la dinamo d'adescamento, automaticamente viene adescato l'arco nel raddrizzatore, al quale si aggiunge anche l'arco d'eccitazione, alimentato dalla corrente del trasformatore d'eccitazione, pure collegato alle sbarre ausiliarie.

La bobina dell'interruttore pentapolare sopraccennato, è collegata al circuito d'eccitazione, che una volta chiuso, fa scattare l'interruttore e disinserisce il gruppo d'adescamento, se l'arco è adescato e il raddrizzatore è sotto tensione.

Si inserisce in pari tempo l'interruttore principale sul circuito a corrente continua, a mezzo della bobina d'inserzione, il cui funzionamento è anche bloccato colla chiusura dell'interruttore principale lato corrente alternata. L'interruttore lato corrente continua è pure provvisto di una bobina a tensione zero, collegata alle sbarre ausiliarie, cosicchè esso rimane chiuso, se ed in quanto vi è tensione nella rete primaria d'alimentazione. La chiusura dell'interruttore principale lato corrente continua provoca la successiva chiusura, a mezzo di contatti ausiliari, degli interruttori dei feeders.

In tal modo il cilindro raddrizzatore trovasi inserito sulla linea di alimentazione. La disinserzione avviene in modo altrettanto semplice, facendo scattare a mezzo della bobina a tensione zero, l'interruttore principale lato corrente alternata, mettendo così fuori tensione il cilindro, interrompendo tutti gli altri servizi e facendo scattare gli altri interruttori, mentre l'impianto si dispone per poter essere messo nuovamente in marcia.

Alle possibili anomalie di funzionamento, si provvede in modo analogo a quanto descritto in precedenza. Se la temperatura del cilindro raddrizzatore dovesse aumentare in modo pericoloso, causa interruzione nel servizio di raffreddamento o per sovraccarico eccessivo o prolungato, un termometro a contatti chiude il circuito del campanello d'allarme al posto di controllo. Se poi la temperatura in questo frattempo aumentasse ulteriormente, compromettendo la sicurezza dell'apparecchio, il termometro a contatti provvede alla chiusura di un relais di blocco che, normalmente chiuso, s'apre e a mezzo di un relais a contatti, fa aprire il circuito della bobina a tensione minima dell'interruttore principale lato corrente alternata, disinserendo così il raddrizzatore. Quest'ultimo relais può essere anche previsto con contatti bipolari e cioè, mentre con uno si chiude la bobina a tensione zero dell'interruttore del cilindro difettoso, con un altro si chiude un circuito parallelo, provocando l'immediata inserzione del cilindro raddrizzatore di riserva, nel modo sopra descritto.

Un corto circuito sui feeders, fa scattare a mezzo di relais a massima, il rispettivo interruttore: questi possono essere disposti in modo da riinserirsi automaticamente dopo un tempo determinato e regolabile, oppure da rimanerne bloccati, cosicchè non possono essere rinseriti, che a mano. Invece l'interruttore lato corrente continua

del raddrizzatore, non deve scattare che in caso di sovraccarico pericoloso e momentaneo e deve essere previsto in tal senso.

Nel caso di un corto circuito nel raddrizzatore stesso e cioè nell'intervallo fra le sbarre principali a corrente alternata e quelle a corrente continua, intervengono dei relais a massima che provvedono all'apertura della bobina a tensione minima dell'interruttore principale lato corrente alternata e ciò nel modo già sopra descritto nel caso di sopraelevazione di temperatura, ecc.

Analogamente, se viene a mancare tensione sul circuito d'alimentazione a corrente alternata, la bobina a tensione zero dell'interruttore principale provvede a farlo scattare, disinserendo tutto l'impianto, che rimane però predisposto per l'immediata riinserzione, nel modo già descritto, quando ritorna la tensione.

Il gruppo motore-pompa a vuoto, funziona in modo indipendente da quello della restante apparecchiatura. La pompa a vuoto si mette in marcia o s'arresta automaticamente in relazione al grado di vuoto del cilindro raddrizzatore. Infatti l'indicatore di vuoto è collegato ad un apparecchio speciale d'inserzione e di disinserzione nel modo dovuto.

Come si è accennato, un relais provvede all'apertura della valvola che comanda le condutture d'acqua refrigerante del cilindro, tosto che le sbarre ausiliarie si trovano sotto tensione ed in modo opposto provvede, quando la tensione viene a mancare alle sbarre stesse, avendo l'impianto cessato di funzionare. Se però si dovessero verificare anomalie od interruzioni dell'acqua di circolazione, durante il periodo di regolare servizio, queste vengono segnalate da un indicatore d'interruzione d'acqua, che provvede ad interrompere il circuito della piastra di riscaldamento della pompa a mercurio e a dare in pari tempo segnalazione d'allarme.

Attualmente gli impianti con raddrizzatori a vapori di mercurio per tensione sopra i 500 volt, essendo i cilindri isolati da terra, vengono protetti con un'intelaiatura bloccata, in modo che non è possibile l'accesso al cilindro raddrizzatore, quando questo è sotto tensione. Tale protezione bloccata viene mantenuta anche nel caso degli impianti a funzionamento automatico, a mezzo di un elettromagnete di blocco, alimentato da un piccolo trasformatore, che impedisce l'apertura della porta dell'intelaiatura, finché l'impianto è sotto tensione.

La Società Brown Boveri & C. di Baden ha eseguito secondo il sistema sopra descritto, la sottostazione a funzionamento automatico con raddrizzatori a vapori di mercurio della Compagnia Lorenese di Elettricità di Nancy, in servizio da quasi un anno, in modo del tutto soddisfacente.

Sono poi in costruzione e saranno ben presto in servizio, secondo lo stesso sistema, le sottostazioni automatiche con raddrizzatori a vapori di mercurio per la Città di Bruxelles (quartiere Nord-Est) e per la città di Rotterdam (sottostazione di Baan). Si tratta in tutti e tre i casi, di sottostazioni che alimentano una rete per luce e forza a bassa tensione. La potenzialità delle sottostazioni sono rispettivamente di 425, 200, 875 kW. I cilindri installati sono rispettivamente in numero di 2, di 1, di 2, nelle tre sottostazioni sopra menzionate.

Milano, 10 settembre, 1923.

□ L'ELETTRICITÀ NELLA CAMPAGNA COME FATTORE ALL'INCREMENTO DELL'IRRIGAZIONE □ □ □ □ □ □ □ □

ADRIANO TOURNON



Comunicazione alla XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.
Venezia, ottobre 1923

L'influenza che l'energia elettrica può esercitare sulla bonifica irrigua delle nostre campagne è argomento così vasto che riesce malagevole il riassumerlo nelle poche pagine consentite dalla ristrettezza del tempo e dalla tirannia dello spazio alle comunicazioni di un Congresso.

D'altra parte poichè è forse la prima volta che ad un Convegno di elettrotecnici la questione irrigua viene posta come un problema di per sé stante, si consenta ad un irrigatore specialista di dilungarsi di qualche pagina intorno a quelle che sono le condizioni ambientali in cui deve svolgersi il movimento già felicemente iniziatosi dell'elettro-irrigazione.

*

Il problema dell'acqua è tanto intimamente connesso, in un paese come il nostro a piogge scarse e male distribuite, al problema della maggiore produzione agraria che parlare dell'irrigazione è come parlare in generale di ogni più importante argomento agricolo.

Ma come la bonifica irrigua venga ormai strettamente collegata al diffondersi dell'elettricità nelle campagne è argomento forse non abbastanza compreso dalla maggioranza degli elettrotecnici italiani; esso è certo ignoto ad una gran parte degli agricoltori e dei contadini che, dai brevi declivi delle valli subalpine alle pianure affacciate sul Mare Jonico, quotidianamente si incurvano su questa vecchia terra che conobbe in tempi remoti le prime glorie delle coltivazioni irrigue.

Oggi, quanto si dice irrigazione, la mente corre subito alla valata del Po ed in specie a quella fertilissima zona che declina dalle Alpi sin contro alla sponda sinistra del nostro maggior fiume.

Le secolari e perfette sistemazioni lombarde e piemontesi, i grandi navigli costruiti ad opera delle maggiori Signorie del Cinquecento, i canali irrigatori aperti sulla fine del XVIII secolo, perfezionati ed ingranditi poi in tutto il secolo seguente nello sforzo di unificare tutte le grandi reti irrigue, la costruzione del Canale Cavour che coronò l'opera di un'intera generazione di irrigatori, sono abbastanza note per essere inutile anche soltanto accennare al loro svolgimento graduale. L'acqua seppe compiere il miracolo di moltiplicare i prodotti, modificò la composizione chimica dei terreni, preparò cogli spianamenti necessari alla sua utilizzazione, la via alle nuove macchine lavoratrici, creò nuove colture dando origine a quell'industria zootecnica per la quale mirabilmente si chiude il ciclo: prato-bestiamereale. L'indole stessa e i costumi delle popolazioni ebbero dalle tradizioni irrigue un benefico influsso che facile è il provare; ma la ricerca delle differenze agrarie e sociali fra un paese arido ed uno irrigato, pur aprendo un argomento ben interessante, trarrebbe certo troppo lontano dallo scopo di questo studio.

Ma le opere irrigatorie di grande mole, eseguite quasi tutte a spese dello Stato o di potenti Consorzi diedero sempre un reddito ben esiguo nei primi anni delle loro gestioni; è classico l'esempio del Canale Cavour che rimase improduttivo per la grande compagnia inglese che lo aveva costruito tanto che dopo pochi anni di esercizio essa dovette fallire; non fallirono, soltanto perchè basati su altri principi economici, le opere degli antichi, si può affermare tuttavia senza tema di errore che esse pure non furono attive per i loro costruttori. Or bene chi oggi, quando la mano d'opera assurge a delle altezze tali da superare di dieci volte i prezzi con cui furono eseguiti i maggiori lavori irrigui del secolo scorso, chi oggi avrebbe la possibilità di costruire delle grandi opere puramente irrigue? I lunghi canali costruiti allo scopo di derivare dal fiume le acque a quote tali da raggiungere gli altipiani latitanti alla valle, sono divenuti costosi al punto che ove non soccorra la forza motrice, non può l'irrigazione da sola sopprimere al servizio degli interessi degli ammortamenti e delle manutenzioni. E non bisogna poi dimenticare che gli impianti di forze motrici lungo i canali di pianura ben sovente ostacolano le opere irrigue, poichè abbassano rilevanti quantità d'acqua che invece sarebbe opportuno conservare alla più alta quota possibile; l'assioma irriguo che l'acqua deve essere mantenuta quanto più si può in alto ha qui piena conferma.

In questa condizione di cose, nelle difficoltà economiche a cui abbiamo accennato, è sorta per gli agricoltori la necessità di riprodurre le antiche irrigazioni che avevano preceduto le aperture dei grandi canali, di risolvere cioè con dei criteri parziali quei problemi idrici che i nostri padri avevano concepito con criteri più ampi di grandi reti irrigue; in altre parole la necessità di ritornare con procedimenti nuovi alle antiche irrigazioni di fonte, quelle che risolvono parzialmente, località per località, tenuta per tenuta, l'irrigazione di ogni singolo territorio.

Poche erano invero le zone fortunate che nel passato avevano avuto assicurate le loro irrigazioni dalle acque di fonte, indipendenti da ogni vincolo, libere da ogni turno, a piena disposizione in ogni ora per i bisogni agrarii, zone ove fin da antichi tempi il problema colturale era stato risolto nel suo ciclo più perfetto. Or bene l'esperienza ormai lunga ha dimostrato che in una non piccola parte del nostro paese vi è la possibilità di riprodurre un regime irriguo pari a quello delle zone delle fontane sempre quando possono esservi a disposizione forze motrici che servano a captare e sollevare l'acqua che, inutile per deficienza di livello, occorre libera nei corsi d'acqua a bassa quota, o defluisce nei colatori dopo aver irrigato zone superiori, o rimane racchiusa nelle falde freatiche del sottosuolo.

Postosi su questa via, l'agricoltore ha esumato i congegni meccanici del passato: dalla noria mossa dal motore animale alle alte ruote a cassette poste sui margini del fiume a rapida corrente e ad alveo sistemato, dalle pompe a stantuffo mosse dalla forza del vento alle centrifughe azionate dalle locomobili a vapore è tutta una serie di tentativi più o meno riusciti, più o meno economici, volti alla soluzione dell'interessante questione agraria. Ma il punto debole di ogni impianto derivava sempre dalla forza motrice. Costosissima l'energia animale, basta infatti considerare come nel sopraelevamento dell'acqua si richieda uno sforzo uguale e continuo per molte ore per vedere con un breve calcolo qual sia il prezzo di produzione dell'acqua irrigua prelevata da una noria azionata da un quadrupede; incostante

l'energia del vento, chè le ricerche sulle correnti aeree danno risultati assai poco confortevoli e tranne che in poche zone litoranee ben poco conto si può fare di esse per le macchine elevatorie; scarse le posizioni ove sia possibile impiantare le ruote elevatrici azionate dalle correnti fluviali. Rimangono le macchine termiche, ma l'elevato prezzo del combustibile che quasi interamente proviene dall'estero, il fatto che il motore richiede una costante sorveglianza sovente incompatibile con le cognizioni tecniche degli stessi preposti alle piccole aziende rurali, la considerazione che spesso, l'energia deve essere prodotta lontano dal centro dell'azienda rurale, nel luogo sovente scomodo ove esiste la falda idrica, rendendo difficile l'estendersi dell'uso della macchina termica per l'innalzamento d'acqua dei piccoli e dei medi impianti che formeranno la grande maggioranza nelle nuove sistemazioni irrigue. Fortunatamente per l'agricoltura oggi appare sull'orizzonte il nuovo ausilio: l'energia elettrica.

*

Da questa breve disamina delle condizioni di fatto appare come il problema delle nuove irrigazioni solo possa avere da questa diffusione dell'energia elettrica la sua soluzione definitiva in tutte quelle zone ove nelle tre forme sopracennate vi sarà la possibilità di captare dell'acqua. Non sarà quindi mai abbastanza lodata l'opera intelligente e preveggenza di quelli che spronano le Società elettriche a diffondere nelle campagne l'energia delle loro centrali. Ma chi scrive queste pagine sa per esperienza come la tradizione irrigua sia sempre andando diffondendosi lentamente, grado a grado; facile quindi il presagio che anche le irrigazioni per sopraelevazione seguiranno la stessa sorte di quelle spontaneamente derivate. È necessario che l'agricoltore che vive lontano dai centri veda l'esperienza del vicino che ha iniziato la sopraelevazione, segua il miracolo che l'acqua ha creato nel fondo coerente, stupisca guardando il diffondersi dell'oasi verde intorno alla macchina elevatoria. Ciò porta a concludere che difficilmente l'agricoltore saprà e vorrà andare incontro alle società elettriche, ma starà invece ad aspettare che queste scendano verso di lui e gli diano la spinta prima all'elettificazione delle sue terre. Altri parleranno delle svariatissime sostituzioni che l'energia potrà fare nelle aziende rurali, dall'aratura alla trebbiatura, dalla preparazione dei mangimi (polverizzazione, trinciatura, ecc.) alla mungitura del latte ed alla lavorazione dei prodotti animali. Io devo circoscrivere la mia ricerca alla sola irrigazione e dissentendo forse da quanto altri scriverà in questi giorni, per la mia pratica di irrigazione e di direttore di una grande azienda irrigua, credo di poter affermare che anche quando l'impianto elettrico dovesse soltanto servire a risolvere in una tenuta il problema dell'irrigazione esso sarebbe di per sé già economicamente conveniente. Non è il posto qui di fare delle cifre di dettaglio; una breve esposizione degli stessi diretti vantaggi sulla produzione servirà forse a dare la sufficiente dimostrazione.

La profondità da cui l'acqua viene sollevata ha naturalmente una capitale importanza ed impedisce di stabilire, a parità di altri dati, il costo unitario dell'acqua irrigua. D'altra parte il valore di questa pur naturalmente derivata è così vario in ogni parte d'Italia e così proporzionato alla diverse colture che non è possibile fare se non cifre di larga media. Invero se ricerchiamo i prezzi delle acque irrigue naturalmente defluenti noi vediamo che queste oscillano oggi da un minimo di Lire 25 al litro-anno sino ad un massimo di Lire 200. Trascuriamo naturalmente i prezzi di certe speciali zone di coltivazione di agrumi e di fiori ove l'acqua può raggiungere dei prezzi enormi, solo proporzionati all'altezza dei redditi; per lo più si tratta di acque derivate da gallerie filtranti o portate con tubazioni metalliche di costoso impianto e di più costosa manutenzione.

L'Amministrazione dei Canali Demaniali vende oggi l'acqua in ragione di Lire 40 al litro, cioè di Lire 4000 al mod. it., intendendo cioè che per questa somma l'Amministrazione fornisce all'utente per l'intera durata della stagione irrigua, attraverso uno speciale apparecchio misuratore, una quantità di 100 litri continui al l'. Sembra però che fra breve questa tariffa verrà quasi raddoppiata dal governo per tener conto degli aumenti delle spese di gestione dei canali. L'Associazione d'Irrigazione Vercellese distribuisce oltre 1000 mod. it. al l' al prezzo di Lire 3600; cioè Lire 36 al litro: altre organizzazioni irrigue raggiungono le Lire 60 e talune arrivano per distribuzioni parziali a valorizzare le loro portate a Lire 200 al litro. Occorre però specificare come l'acqua venga venduta in due modi ben distinti: in quantità — cioè a bocca tassata — nel senso che il proprietario del canale si obbliga per un dato prezzo unitario a fornire continuamente un dato volume d'acqua misurata a mezzo di speciali modellatori oppure in superficie — cioè a bocca libera — intendendosi che per un dato prezzo unitario il distributore si assume di irrigare lodevolmente una data superficie di terreno. Questo secondo sistema di distribuzione è quello più usato dai medi e piccoli rivenditori di acque irrigue perchè è quello che permette di valorizzare al massimo grado le portate e consente nei tempi di scarsità di fare, in modo meno visibile, le riduzioni agli utenti, poichè

la parola lodevole ha anche in irrigazione, come in molte altre materie, un valore alquanto elastico. È intuitivo poi che i prezzi di vendita a bocca libera variano da coltura a coltura, col variare delle quantità d'acqua necessarie. Per la risaia, che è la coltivazione estiva che ha maggior bisogno di acqua, si ha un valore oscillante da 100 a 300 lire per ettaro a seconda della diversa bibilità dei terreni. Ponendo che l'ettaro di risaia consumi in modo continuo da 2 a 5 litri al 1'', si ha un prezzo medio di L. 57 al litro, intendendo comprese in questa spesa anche le opere di distribuzione dell'acqua sui singoli appezzamenti. Per i prati e per i campi le irrigazioni vengono fatte a turno orario cioè a portata riunita. Per fissare le idee il prato deve essere, nei terreni di medio impasto, bagnato con un turno di 10 giorni e con una quantità di 100 litri d'acqua per una durata di ore 2,30 (oppure con litri 250 per un'ora o con un prodotto pari a quello delle cifre sopracitate). Il consumo d'acqua è quindi di m³ 900 per ogni bagnatura e per ogni ettaro. Supponendo per gli opportuni confronti che questi 900 m³ sieno erogati invece in forma continua durante i 10 giorni del turno, si ottiene una media di litri 1,04 al 1''. Per i campi i turni possono allungarsi a 12 ed anche a 14 giorni, a seconda della natura dei terreni, pur rimanendo uguali le quantità d'acqua per ett. cioè 250 litri per un'ora (o 100 litri per 2 ore e mezzo) che ridotti in forma continua danno una media di litri 0,87 nel turno di 12 giorni e 0,74 nel turno di 14 giorni. Ho citato qui regimi normali di irrigazioni ricche, poichè, poste che le bagnature del prato sieno almeno 7, noi raggiungiamo una quantità d'acqua complessiva annuale di m³ 6300 per ettaro mentre nel campo ove le bagnature si limitano a 4, la quantità d'acqua complessiva raggiunge i 3600 m³; delle irrigazioni di soccorso implicantanti delle quantità di acqua notevolmente inferiori diremo brevemente in seguito.

Orbene poichè un motore elettrico accoppiato ad una pompa centrifuga raggiunge in media il rendimento del 50 % risulta che, per ogni metro di sopraelevazione e per ogni 100 litri di acqua, sono necessari 2,66 HP. Posto il prezzo del cavallo elettrico in Lire 500 per la stagione estiva, si ha che per elevare a un metro d'altezza un modulo d'acqua è necessaria una spesa di energia di L. 1320; e volendosi poi tener conto delle spese d'impianto e di manutenzione credo di non andare errato dicendo che il costo del mod. it. si aggirerà in cifra tonda sulle 2000 lire per ogni metro di sopraelevazione e che l'irrigazione di un ettaro di risaia con acqua sopraelevata elettricamente viene a costare, col consumo medio di 3 litri continui, Lire 60 per ogni metro di sopraelevazione.

Le irrigazioni del prato e del campo richiedono, come abbiamo visto quantità unitariamente inferiori, quindi la spesa per ettaro rimarrà limitata per il prato a L. 20,80 per ogni metro sopraelevato; a L. 17,40 e a L. 14,80 per il campo irrigato in turno rispettivo di 12 o 14 giorni e sempre per ogni metro sopraelevato. Ciò porta a concludere che sino a cinque metri di sopraelevazione si può rimanere nei limiti delle irrigazioni con acqua di naturale deflusso.

Le cifre sovraesposte partono dal presupposto delle 500 lire per HP; è facile quindi giudicare quale grande importanza abbiano per l'agricoltore i prezzi unitari della forza motrice e i prezzi degli impianti e della manutenzione che pure influiscono sui costi unitari dell'acqua. Sarebbe lungo esporre qui l'influenza dei costi d'impianto e di manutenzione su quelli dell'acqua pompata; per impianti ordinari io credo che il rapporto sopra indicato di circa un terzo sia quello che più si avvicina alla verità.

I conti colturali stanno ad indicare come in via di larga massima l'irrigazione sia redditizia fin quando l'acqua non verrà a gravare oltre le Lire 250, 300 all'ettaro; siccome poi i due coefficienti *altezza e quantità* non sono riducibili, sono i coefficienti: *costo impianto e costo-energia* quelli che stanno ad indicare la maggiore o minore possibilità dell'opera irrigua. È quindi perfettamente inutile che vengano richiesti dei canoni che gli agricoltori, che sono in generale dei misoneisti, è vero, ma che sanno assai bene calcolare le possibilità economiche delle loro aziende, non possono pagare. La miglior opera che possa essere compiuta dalle società elettriche è quella di iniziare le irrigazioni con delle tariffe tali da invogliare l'agricoltore all'impianto; non appena il ciclo nel termine di cinque o sei anni possa esser chiuso, in allora le possibilità economiche dell'azienda consentiranno delle tariffe superiori che le società elettriche potranno ritrarre senza difficoltà da parte degli agricoltori, compensandosi ampiamente di quanto non avranno incassato nei primi anni della loro gestione. Valga l'esempio tipico della foraggiera. Senza irrigazione a mala pena nei terreni anche buoni dell'Italia centrale si raggiungono i 35 quintali di fieno per ettaro; coll'irrigazione è facile raggiungere a ciclo compiuto i 100 quintali per ettaro. Sembrerebbe a prima vista che la differenza di 65 quintali dovrebbe consentire un lauto immediato compenso all'energia per l'elevazione dell'acqua, poichè calcolato a sole 30 lire il prezzo del fieno depurato delle spese agrarie ad esso inerenti, i 65 quintali darebbero un maggior reddito di 1950 lire per ettaro; ma fa d'uopo considerare che tale ciclo non può essere raggiunto che in cinque o sei anni e che le spese d'impianto di linee

e quelle invero rilevanti e ben sovente non affatto calcolate della distribuzione delle acque e dello spianamento dei terreni devono essere tutte anticipate senza avere la possibilità di entrare subito in reddito. L'operazione di spianamento del terreno è quanto mai importante per preparare la via alle irrigazioni redditizie in quanto che i prati in specie e tutte le culture in genere richiedono molte cure all'atto di ricevere l'irrigazione. La comune credenza che l'irrigazione sia un'operazione facile è quella che ha preparato in molte zone ove la tradizione irrigua manca delle dolcrose sorprese e che ha fatto tanto danno al diffondersi dell'irrigazione nel nostro paese. Chi scrive ha visitato delle zone ove i canali esistono ma ove sono lasciati inoperosi solo per la mancanza di pratica nella sistemazione del terreno. L'acqua è invero la migliore amica ma è anche una terribile avversaria dell'agricoltura; essa che produce sul terreno i grandi benefici che tutti sanno, che triplica nei casi di più prudente preventivo la produzione diventa dannosa quando non è regolata con quelle strette norme culturali che i contadini irrigatori ben conoscono. Tutti i fenomeni di asfissia, quelli di sortume, la vegetazione di piante dovute all'eccessiva umidità sono ormai conosciuti a sufficienza perchè conoscano l'importanza ad evitarli. Accanto quindi all'opera di spianamento è da considerarsi quella di raccolta delle acque sovrabbondanti nei terreni e quindi un nuovo aspetto viene a presentarsi nell'azienda rurale nell'uso dell'elettro pompa. Troppe volte in un tenimento si osserva un eccesso di umidità, mentre a poche decine di metri i raccolti già presentano i segni del bisogno di acqua. La formazione alluvionale del sottosuolo ha ben sovente creato dei veri tubi di ghiaia compresi in terreni impermeabili che creano poi zone di risorgenza ove l'acqua sotterranea affiora e produce gravi danni alle culture; è facile vedere quale beneficio possa derivare all'azienda rurale dal razionale uso dell'elettro pompa nei drenaggi sapientemente disposti.

Questa breve digressione sull'importanza degli spianamenti serve a dimostrare come la rilevante spesa per questo genere di lavori sia una forte remora al diffondersi dell'irrigazione onde è opportuno che specie nei periodi iniziali la spesa dell'acqua irrigua elettricamente elevata non superi le 250-300 lire all'ettaro. Abbiamo già detto come vi sono dei casi speciali in cui la stessa acqua naturalmente defluente viene pagata dei prezzi che paiono assolutamente proibitivi (coltivazione degli agrumi dei fiori, ecc.); in queste culture anche per l'energia elettrica sono possibili delle tariffe superiori a quelle che abbiamo citato, ma si tratta di casi particolari che riflettono una piccola parte d'Italia e che non possono generalizzarsi in uno studio che dev'esser fatto per la cultura di vaste estensioni formanti la grande maggioranza dei terreni agricoli suscettibili d'irrigazione.

Abbiamo accennato fin qui alle irrigazioni propriamente dette e alle irrigazioni ricche: ma vi è poi, completamente distinta da queste, una irrigazione povera, l'irrigazione di soccorso quella che non favorisce lo sviluppo dell'agricoltura irrigua intensiva ma che serve soltanto in determinati momenti a portare quella quantità d'acqua che salva il raccolto da una morte sicura: è un'altra specie di irrigazione che ha caratteristiche affatto differenti e che raggiunge scopi del tutto diversi. Non è più il caso di parlare dei cinque o sette mila metri cubi per ettaro, cui abbiamo accennato sopra: è la piccola dotazione dei 700-1000 m³ per ettaro che può salvare il prodotto del grano, talvolta del cotone nella zona sicula. In tali casi l'energia elettrica assume il valore dell'ossigeno che serve in certe malattie a superare la crisi. In queste condizioni le quantità di energia sono assai limitate nel tempo e la salvezza del raccolto in terreni ove il pericolo di perdita completa per la siccità è frequente consente indubbiamente prezzi unitari più elevati che non dove si deve iniziare una irrigazione razionale tale da portare in un congruo numero di anni i terreni allo stesso punto di quelli già sistemati nella pianura padana. È però naturale che le spese d'impianto in queste irrigazioni di soccorso sieno relativamente elevate rispetto alla quantità di energia assorbita e quindi, come chiaramente espone l'Ing. Civita, queste irrigazioni non possono disgiungersi dalla elettrificazione delle altre opere agrarie atte a diminuire il costo delle spese di impianto che la sola irrigazione di soccorso mal riuscirebbe a sopportare. Conviene a questo argomento rilevare che dove è necessario ricorrere alla irrigazione di soccorso e dove le quantità d'acqua sono così scarse da non consentire l'irrigazione razionale, ivi in generale servono le arature molto profonde e gli scassi reali, ivi cioè l'energia elettrica può trovare un ben adatto impiego nell'opera di creare coll'aratura profonda una specie di irrigazione arida che di tanto agevolerà l'effetto della scarsa irrigazione nei mesi più caldi; mentre non sempre le arature profonde sono utili nei terreni alluvionali, che per esser piani sono i più adatti alla irrigazione, perchè la presenza del materiale grossolano a 30 o 40 cm dalla superficie è tale da sconsigliare l'uso delle arature profonde e quindi l'energia meccanica per eseguirle.

Ma questo argomento ci porta fuori dei limiti assegnati a queste pagine intese a dimostrare che le Società elettriche per la qualità su-

periore dei loro dirigenti rispetto alle masse rurali del nostro paese sono le sole indicate ad iniziare le opere di elettro-irrigazione o direttamente o a mezzo di enti intermedi da esse derivanti.

A questo scopo risulta indispensabile che nel loro ambito venga a crearsi un nucleo di tecnici che conoscano perfettamente le condizioni agrarie del paese, che abbiano cognizioni di tutti i complessi problemi irrigui, che possano suggerire agli agricoltori i mezzi più adatti per raggiungere col minimo sforzo il maggior rendimento agrario, che sappiano distinguere nella fattispecie dell'irrigazione quale sia il sistema più adatto di raccolta e di distribuzione.

L'idea sostenuta dall'Ing. Civita di istituire in Italia una specie di genio rurale è ottima se si vuol riuscire a qualche cosa di concreto. Si dice che gli agrari e i contadini abbiano dopo la guerra assorbito molto del denaro che prima era diffuso nelle grandi città; la cosa sotto certi aspetti e certi limiti è vera; occorre pertanto che vi sia chi sappia, che abbia la tenacia, che goda la fiducia delle masse rurali per far sì che una parte di questa ricchezza si orienti verso i nuovi impianti elettrici agrari e in ispecie verso quelli elettro-irrigui.

Questa è l'opera che il paese attende dagli elettro-tecnici ed essi si renderanno veramente e ancora una volta benemeriti dalla Nazione quando sappiano e vogliano andare incontro ai bisogni dell'agricoltura e sopperiscano alle deficienze che, per ora almeno, le classi rurali in gran parte presentano.

Io quindi penso che il problema dell'elettro-irrigazione, da cui tanto beneficio potrà derivare al paese, avrebbe grande incremento dalla realizzazione di questo programma:

Per quanto ha tratto al problema generale:

1°) - istituire un'organismo tecnico di consultazione nazionale per le elettro-irrigazioni;

2°) - definire in una completa carta idrografica le possibilità idriche del sottosuolo;

3°) - stabilire mezzi di finanziamento agli Enti che provvedono all'estensione delle linee elettriche a scopo di sollevamento d'acqua.

Per quanto ha tratto alle singole regioni:

1°) - organizzare gli enti o società elettro-agricole che siano i preordinatori del movimento locale di elettrificazione e rappresentino l'anello di unione presso le Società elettriche e gli agricoltori;

2°) - fare opera di propaganda a mezzo delle organizzazioni agrarie presso i coltivatori dimostrando loro i vantaggi dell'elettro-irrigazione.

Con l'aiuto delle Società elettriche che sappiano comprendere quale quantità di energia estiva potrà in avvenire essere assorbita dall'elettro-irrigazione, con la tenace volontà dei tecnici, con l'esempio di volenterosi pionieri io sono certo che fra breve molte delle plaghe aride del nostro territorio diverranno verdi e fertili oasi di magnifica produzione agraria, fonte perenne di ricchezza e di benessere per la Nazione.

Vercelli, 10 settembre 1923.

□ APPLICAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA ALLA RISICOLTURA □ □ □

CARLO MONTÙ



Comunicazione alla XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.
Venezia, ottobre 1923

L'egregio amico Ing. Civita ed altri chiarissimi Colleghi hanno già altra volta a ripetutamente in passato trattato e svolto l'importantissimo tema della elettrificazione dell'agricoltura e pertanto tutte siffatte trattazioni riguardavano la risoluzione del problema nelle sue linee in generale: io mi propongo di esporre alcune modestissime idee per l'applicazione dell'energia elettrica alla risicoltura, ed anzi restringerò la mia esposizione alla sola regione Vercellese che conosco per lunga pratica.

Tutti coloro che trattarono di un siffatto problema ebbero concordemente a rilevare che l'applicazione dell'energia elettrica così come di qualunque altro nuovo sistema in agricoltura, incontra sempre molte diffidenze, gravi difficoltà ed una lenta applicazione: questi fenomeni conseguono non soltanto dalla mentalità campagnuola, ma altresì e soprattutto dalle difficoltà di poter precisare preventivamente tutte le conseguenze che da nuovi procedimenti saranno per scaturire e non soltanto in linea economica, ma altresì per riflesso alle abitudini ed alle consuetudini campestri che costituiscono ovunque dei veri codici regionali di procedura.

Questo io ho voluto qui dire e far rilevare perchè anche quanto io sono per esporre non concluderà purtroppo a dati precisi e prestabiliti tantochè se effettivamente si vuole una buona volta passare

dalle discussioni teoriche alla pratica applicativa, occorrerà trovare non soltanto degli agricoltori intelligenti, ma altresì e soprattutto ricchi e di larghe vedute per poter fare a titolo di prova degli esperimenti veramente convincenti.

Per la particolare natura del nostro terreno io debbo innanzi tutto affermare che quella che parrebbe l'applicazione più naturale e più semplice, e cioè l'aratura elettrica, non può farsi nei nostri terreni ghiaiosi e di riporto: l'aratura meccanica e quindi elettrica, conviene la soltanto ove si possa e convenga arare ad una notevole profondità, ciò che non è dato di poter fare nei nostri terreni.

Le principali applicazioni dell'energia elettrica alla risicoltura, possono compendiosamente ridursi alle seguenti:

- illuminazione dei cascinali nelle loro varie destinazioni di abitazione, stalle, magazzini, edifici macchine;
- azionamento di trebbiatrici, essiccatoi e brillatoi da riso;
- sollevamento per carico e scarico di prodotti agricoli;
- eventuale riscaldamento dell'acqua di irrigazione.

Riferendomi ad una tenuta di circa mille giornate e cioè 400 ettari, pari a cinquemila pertiche, per l'illuminazione di cui al comma a) occorreranno mediante 400 lampadine ad incandescenza da 10 candele, delle quali si può ritenere che circa una metà debbano rimanere accese da un'ora prima del tramonto fino ad un'ora dopo il levare del sole, in modo continuativo.

Sempre per la tenuta considerata di mille giornate e per la normale durata dei lavori si può ritenere che:

a) per l'azionamento di trebbiatrici occorranza circa 30 kW e ciò per due periodi di circa un mese in estate ed in autunno e cioè rispettivamente per il frumento e per il risone;

b) per l'azionamento degli essiccatoi per la durata di un mese e mezzo in autunno occorreranno circa 10 kilowatt per l'azionamento del macchinario dell'essicatoio propriamente detto, circa 2 kW per l'aerazione, e circa 50 kwatt per il riscaldamento dell'aria; quest'ultimo però non è notoriamente per ora conveniente;

c) per l'azionamento del brillatoio e per la durata di circa quattro mesi dal dicembre all'aprile occorreranno circa 40 Kilowatt.

Per il sollevamento di carico e scarico dei prodotti agricoli alle trebbiatrici, agli essiccatoi ed al brillatoio non è facile di poter precisare in questo momento una cifra di consumo, ma ad ogni modo credo utile di far rilevare che il fabbisogno di energia per questi scopi può ritenersi come costante durante tutto l'anno e ciò in considerazione dei vari e diversi lavori che tutto l'anno vanno svolgendosi in campagna e comportano il movimento di notevoli pesi. Ritengo pertanto che un tale fabbisogno non sarebbe superiore a pochi kW.

Le osservazioni di massima fatte prima circa la necessità di adeguati esperimenti, trovano poi la loro più indispensabile conferma per poter stabilire la eventuale pratica utilità del riscaldamento dell'acqua di irrigazione.

Esperimenti del genere dovrebbero essere fatti subito ed in piccola misura, e se effettivamente il riscaldamento artificiale dell'acqua di irrigazione in risaia avesse una peculiare importanza, un tale riscaldamento potrebbe effettuarsi unicamente nel periodo di tempo in cui l'energia elettrica usata per gli altri scopi non sarebbe utilizzata, cosicchè il problema dell'applicazione dell'energia elettrica alla risicoltura farebbe subito un gran passo per la sua attuabilità, giacchè per esso si verrebbe quasi automaticamente a rendere costante il diagramma del consumo e quindi si realizzerebbe una forte economia per il buon rendimento delle linee e delle condutture.

Riassumendo, in linea di massima e certo di grande approssimazione soltanto, si può dire che per una tenuta di circa mille giornate di risaia occorre complessivamente un fabbisogno di circa 150 000 kW-ora prescindendo dal riscaldamento dell'acqua e pertanto un tale fabbisogno può essere notevolmente diminuito perchè non tutta la energia viene contemporaneamente erogata.

Comunque però sta il fatto indiscutibile che per l'applicazione dell'energia elettrica alla risicoltura, poichè è mio convincimento radicale dalla pratica che per la migliore risicoltura — coltura intensiva e necessitata di tutti i più moderni e perfezionati sistemi — non può esistere la piccola proprietà e si debbono invece costituire dei grandi tenimenti e forse anche delle grandiose aziende governate con metodi e sistemi industriali bisogna pensare a grandi fabbricati, isolati e molto distanti l'uno dall'altro. Ciò importa evidentemente di dover costruire delle lunghe linee di condutture elettriche e per tutto quello detto più sopra di non dovere e di non poter distinguere l'energia impiegata come luce da quella adoperata come forza motrice.

Ora se effettivamente si vuol fare qualche cosa di pratico occorre che le società produttrici e distributrici di energia elettrica si convincano della indispensabile necessità non soltanto di costruire delle linee a loro cura e spese e di vendere l'energia ai prezzi più bassi, ma occorre che le Società stesse vadano incontro a qualche illuminato agricoltore e si propongano con esso di unire i loro sforzi per studiare, per tentare e per migliorare una tale applicazione.

Tanto più poi è necessario che un siffatto leale accordo inter-

venga fra venditori di energia elettrica ed agricoltori, fino a tanto che la pratica non abbia effettivamente provato la possibile applicabilità dell'energia al riscaldamento dell'acqua di irrigazione, giacché mancando un tale ultimo impiego, l'applicazione dell'energia elettrica alla risicoltura presenterà sempre un punto molto critico quale quello del difficile equilibramento dei diagrammi di carico e non soltanto per le variabilità stagionali; ma altresì per quelle quotidiane ed orarie.

È a mia conoscenza che in Piemonte vi sono Società che acquistano da terzi l'energia elettrica ad un prezzo medio di cinque centesimi al kW-ora, e non dovrebbe quindi essere difficile di poter fare un esperimento con fissazione di prezzi per l'energia elettrica che realmente possano allettare gli agricoltori, i quali per loro conto dovranno fare, per tale trasformazione, delle spese e degli acquisti non indifferenti.

Le considerazioni di ordine economico generale, fatte con sapiente competenza dall'Ing. Civita e da quanti si occuparono di questo problema, potrebbero essere qui integralmente ripetute: ai miei fini io ritengo indispensabile di ripetere e di affermare che sono convinto che l'applicazione dell'energia elettrica alla risicoltura sarà dopo i primi esperimenti per arrecare un vero e notevole reale vantaggio alla risicoltura stessa, ed un miglioramento che da tutti deve essere perseguito ed agognato per l'elevazione del tenore di vita morale e materiale dei lavoratori.

Torino, 15 Settembre 1923.

L'ELETTRICITÀ NEL PROBLEMA DELLE BONIFICHE

EMIRICO VISMARA



Comunicazione alla XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.
Venezia, ottobre 1923

Nell'elenco degli argomenti da discutere al Congresso vedo due temi: Bonifiche, Irrigazioni. Ripetendo quanto dicevo nella comunicazione fatta al Congresso delle Scienze nella scorsa primavera, dovremmo abolire questo duplice titolo. Se vogliamo avviare la tecnica, l'economia, la legislazione su una via giusta dobbiamo estendere il significato della parola *Bonifica*, colla quale sino ad oggi si intendono prevalentemente opere destinate a togliere acqua, mentre invece dobbiamo intendere per *Bonifica* qualunque opera valga a trasformare un terreno infruttifero o poco fruttifero in un terreno a largo reddito. E quindi comprendere in questo concetto tutte le opere ed i provvedimenti che tendono a questo scopo: dalla grande arginatura e dal bacino montano alla più modesta opera di irrigazione, dal provvedimento per prevenir la malaria ad un'opera di rimboschimento, dalla nuova strada alla linea che diffonde l'energia elettrica.

Soltanto in base a queste direttive fondamentali potremo avere progettazioni di complessi organici per il coordinamento delle diverse parti, e quindi esecuzione di opere ed adozione di provvedimenti che potranno influire sensibilmente sul miglioramento della economia nazionale, col massimo rendimento delle somme spese.

A provare la necessità di queste direttive si potrebbero citare numerosi casi di opere che non hanno reso quanto avrebbero potuto rendere, e di opere che hanno avuto risultati economici completamente negativi; ripeterei quanto è già stato detto in altre occasioni. Basterà citare un fatto a prova della mia tesi: nell'importante Congresso per le bonifiche tenutosi lo scorso anno a S. Donà di Piave, il prof. Pellion, uno dei tecnici più competenti in materia, impostava la sua relazione sulla necessità che il piano di bonifica idraulica venga subordinato alle esigenze della futura impresa agricola, necessità che, affermò il Pellion, non fu avvertita sufficientemente sino ad oggi. E si è costretti a dir questo dopo che da oltre un ventennio in Italia si fanno bonifiche! Se non lo si leggesse in una relazione ufficiale, non lo si crederebbe.

Fortunatamente la propaganda e dei fatti e dei tecnici sembra abbia avuto una eco nel campo legislativo, e si può sperare che opportune modifiche vengano a meglio disciplinare la legislazione attuale delle bonifiche.

Questa premessa è necessaria perchè, quando avremo visto il largo contributo che può portare l'elettricità con le sue innumerevoli applicazioni in questo vasto problema, dovremo comprendere tali applicazioni nel concetto di opere di bonifica.

*

Si potrebbero discutere numerosi problemi nei quali elettricità è parte integrante della bonifica, ma credo opportuno fermare l'atten-

zione del Congresso sui due problemi a mio parere fondamentali: la progettazione degli impianti idroelettrici e la distribuzione di energia elettrica per irrigazione.

Per il primo: fino ad oggi tutti o quasi gli impianti idroelettrici furono studiati al solo scopo di produrre energia; da oggi non dovrebbe essere progettato nessun impianto senza tener conto di una eventuale utilizzazione delle acque anche a scopo irriguo. Ciò può avere importanza minore in Alta Italia (quantunque anche in questa regione già si studino importanti impianti col duplice scopo), ma ha importanza enorme nell'Italia Centrale e nell'Italia Meridionale, dove manca la risorsa delle montagne alpine regolatrici delle precipitazioni atmosferiche.

Specialmente deve seguire questo criterio di utilizzare le acque anche per irrigazione nello studio di impianti a serbatoio, i quali in molte località d'Italia potranno dare acqua per irrigazione a vaste zone di territorio, trasformando terreni quasi infruttiferi in tenute a redditi elevatissimi; come deve essere seguito nello studio di serbatoi alpini, i quali immagazzinando acque estive possono turbare irrigazioni a valle, se non integrati da opere sussidiarie.

Ecco perchè per gli impianti idroelettrici, specialmente se a serbatoio, deve intervenire una tecnica, una economia, una legislazione nuova, le quali tengano conto di questa ulteriore ricchezza che può produrre l'impianto, dopo avere creato forza motrice.

Nell'Italia Centrale e Meridionale (e per l'Italia Meridionale intendendo anche le Isole) con gli impianti a serbatoio si può dire che si crea il fiume e quindi la possibilità di trasformazioni agrarie di grande utilità per l'economia del Paese; nell'Italia Settentrionale di ciò non vi è bisogno, ma anche qui le disponibilità di acqua per irrigazione sono ormai esaurite, e criteri nuovi nello studio dei nuovi impianti potranno creare nuove disponibilità.

*

Secondo problema fondamentale per l'elettricità nella bonifica è il sollevamento d'acqua a mezzo di elettropompe. Ritengo che questa applicazione possa raggiungere in Italia dei limiti così vasti, quali forse nessuno può supporre. (Per citare due sole regioni d'Italia ritengo che in Puglia ed in Sicilia si potranno utilizzare oltre 100.000 HP per irrigazione). Vi è una grande abbondanza di acque freatiche in molte zone d'Italia ed il loro sollevamento, data la natura fertilissima dei terreni ed il clima favorevole, in molte località è conveniente anche da grandi profondità. (Nel Palermitano e nel Messinese vi sono pozzi con sollevamento termico di acqua da oltre 100 metri di profondità). E non soltanto per sollevamento di acqua dal sottosuolo, ma anche per sollevare acqua di corsi naturali per irrigare zone di terreno a quote più elevate, si potrà avere una larga applicazione di impianti di elettropompe.

Ma per una diffusione dell'elettricità per sollevamento di acqua a scopo irriguo in misura necessaria per dare un forte incremento all'economia nazionale, occorre un intervento della legislazione.

Le linee elettriche per irrigazione, sfruttate solo per alcuni mesi dell'anno e con scarsa densità di utenza, danno un reddito basso e sono di poca convenienza per le imprese private. Invece per l'economia generale è evidente l'utilità della diffusione di questi trasporti di energia, perchè nella grande maggioranza dei casi è di gran lunga minore il costo di una linea elettrica e di qualche elettropompa, in confronto ad opere per raccolta di acque ed a lunghi canali che le trasportino.

*

Questo duplice intervento dell'elettrotecnica nel campo agrario: nuove direttive nello studio dei progetti idroelettrici e diffusione di linee elettriche per il sollevamento di acqua, potrà portare un beneficio enorme all'economia nazionale.

Terreni che oggi valgono poco o nulla, irrigati possono raggiungere valori di 30 a 50.000 lire all'ettaro. Se non avessi paura di dilungarmi potrei citare numerosi esempi. Credo interessante citare qualche dato sulla bonifica della Piana di Catania, di prossima attuazione, basata sull'impianto a serbatoio del Simeto.

Coi prezzi e le colture attuali la produzione media della Piana oggetto della bonifica non supera le L. 800 all'ettaro. Da questa povera cifra, che rappresenta tutto il contributo che la Piana dà oggi alla economia del Paese, debbono venire la remunerazione del capitale fondiario ed agrario e del lavoro. A questa somma si commisurano le imposte, le tasse e tutte le svariate forme di tributi, che per la produzione della ricchezza e per i suoi scambi vanno allo Stato ed agli Enti locali. Con le opere di bonifica e irrigazione la Piana salirà a produzioni che in base ai prezzi attuali rappresenteranno un valore medio di L. 5000 all'ettaro. L'economia del Paese avrà quindi un incremento di prodotto lordo annuo superiore a 100 milioni di lire. Impiego di lavoro che si decupla; oggi nella Piana lavora in media un uomo ogni 25 ettari, mentre sulla stessa superficie trasformata si impiegheranno almeno 10 lavoratori. Imposte, tasse, tributi per gli

scambi che si centuplicano, perchè le industrie derivate dall'agricoltura per la trasformazione dei suoi prodotti dovranno seguire col loro sviluppo la massa moltiplicata dei prodotti grezzi avuti dalla terra.

Immediata e rapida sarà la massa di lavoro richiesta, in un primo tempo per questa trasformazione, in seguito per la conduzione dei fondi trasformati; ed è bene osservare che non si avrà difficoltà per trovare la mano d'opera, giacchè la Piana confina a nord ed a sud con centri molto popolati.

Ma quello che è più importante notare è la relativa facilità di questa trasformazione, e specialmente la sollecitudine con cui si possono ottenere i maggiori redditi accennati e quindi i benefici ricordati per l'economia del Paese, giacchè si può ritenere che ciò avvenga entro il breve ciclo di un lustro. Osservazione di capitale importanza, specialmente in questi anni di crisi economica.

Problemi simili in Italia, colla possibilità di un rapido aumento di ricchezza, ve ne sono numerosi.

Ad esempio, secondo la relazione presentata al Ministro nel 1917 dal Comitato Tecnico per gli studi dei progetti per la Irrigazione delle Puglie e Basilicata, risulterebbe che soltanto in quelle due regioni potrebbero venire irrigati 160 000 ettari di terreno, sia disciplinando corsi d'acqua a mezzo di bacini montani, sia col sollevamento di acqua sotterranea.

L'aumento di valore di questi terreni raggiungerebbe diversi miliardi; ed avremmo per l'economia del Paese tutti i vantaggi accennati nella esemplificazione della Piana di Catania.

*

Questi, a mio parere, sono i due problemi fondamentali dell'Elettrotecnica nel campo della Bonifica, intesa nel senso largo della parola, e ritengo utile che il Congresso rivolga ad essi la sua attenzione.

Ho esposto poche idee fondamentali, le quali però possono servire come traccia a studi di dettaglio; il risultato di questi studi potrà convincere dapprima noi tecnici e ci permetterà in seguito di convincere i legislatori della importanza dell'Elettricità nel problema della Bonifica e quindi nel problema forse oggi più importante per il Paese.

Giacchè con queste opere potremo sfruttare molto più intensamente le nostre massime ricchezze, la terra ed il sole, che la natura ci ha dato quasi a compenso delle ricchezze del sottosuolo che ci mancano, ma che non hanno di queste minor valore; moltiplicheremo i redditi; svilupperemo le industrie derivanti dall'agricoltura, industrie per le quali fortunatamente possiamo temere poca concorrenza; creiamo largo impiego di mano d'opera, utilizzando quest'altra nostra ricchezza, ricchezza però che è tale soltanto se bene impiegata.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sugli scaricatori a getto liquido.

Riceviamo:

Torino, 31 Agosto 1923.

Spett. Direzione del Giornale «L'Elettrotecnica»,

Nel N. 19 del Giornale, l'Ing. Carlo Palestrino, dando in una lettera aperta al Presidente della Sezione di Milano il suo parere circa gli scaricatori a getto liquido, si mostra convinto che essi sono uno dei migliori sistemi di protezione, almeno fino a 75 000 volt ed è pienamente persuaso che nessun altro apparecchio possa eliminare le cariche statiche così gradualmente e progressivamente come si formano.

Ora, con tutto il rispetto che si deve a chi parla in base a lunga esperienza di esercizio, vorrei togliere agli scaricatori liquidi un po' di quel carattere di protezione esclusiva dato loro dall'Ing. Palestrino. Anzitutto ora che si usa installare l'apparecchiatura direttamente all'aperto, anche per tensioni inferiori ai 75 000 volt, difficilmente si può riconoscere allo scaricatore a zampillo per esterno un pregio su altri sistemi. Con uno zampillo ascendente il funzionamento dell'apparecchio è precario in caso di vento o tempesta. Si deve allora ricorrere a getti discendenti condotti in tubi di vetro; anche questa soluzione non è priva di difetti come lo dimostra il poco favore che riscontra negli impianti riparati. D'inverno poi la sicurezza di funzionamento è peggiorata ancora dai rischi di gelo nell'apparecchio o nelle tubazioni di alimentazione.

Tutti questi inconvenienti sono eliminati da un altro scaricatore statico assai noto: la bobina di self in olio, a nucleo magnetico. Questa consiste in un nucleo magnetico sul quale si avvolgono generalmente due bobine simmetriche di filo sottilissimo. Queste bobine comportano un numero molto grande di spire e sono formate da parecchie matasse per facilitare un eventuale ricambio parziale dell'avvolgimento. Una estremità del filo è collegata alla linea attraverso apposito passante, l'altra viene collegata a terra. L'apparecchio è contenuto in una cassa d'olio ed è munito di un fusibile che interrompe il circuito in caso di temperatura eccessiva dell'olio. A frequenza nor-

male la grande impedenza di questa bobina impedisce il passaggio della corrente verso terra, mentre le cariche statiche a frequenza nulla sono scaricate verso terra gradualmente, a misura che esse si formano sulla linea.

I vantaggi di questo scaricatore statico, rispetto allo scaricatore a getto liquido, sono i seguenti:

a) installazione indifferente all'esterno od all'interno;
b) non è necessaria la sorveglianza continua;
c) indipendenza dalla continuità dell'alimentazione dell'acqua e risparmio di quest'ultima;

d) possibilità di costruzione per qualunque tensione;
e) possibilità di avere oltre all'avvolgimento collegato a terra un avvolgimento voltmetrico per indicazione di tensione o di messa a terra sulla linea, con conseguente risparmio di un trasformatore molto costoso per le altissime tensioni;

f) grande economia nell'esercizio. Infatti cogli scaricatori a getto liquido il consumo continuo di corrente è dell'ordine di 0,5 amp. in fase per 60 000 volt mentre nella bobina di self nell'olio questo consumo si riduce a 0,1 amp. fortemente sfasati a frequenza normale; la capacità di deflusso della bobina può raggiungere parecchi ampère per qualche minuto.

Quanto all'efficacia degli scaricatori a getto liquido per la scarica a terra delle onde a fronte rapido, non posso essere del parere dell'egregio Ing. Palestrino e dei suoi autorevoli colleghi per le seguenti ragioni:

L'installazione di uno scaricatore a zampillo consiste infatti nell'inserire in derivazione sulla rete, generalmente in un punto ove le caratteristiche della linea cambiano (passaggio da una linea aerea a un trasformatore e viceversa, passaggio da linea aerea ad un cavo o viceversa) di una resistenza priva di self. Ora, senza riportare qui i dettagli del calcolo che è conosciuto da tutti se chiamiamo

E la tensione dell'onda incidente,
 E_2 la tensione dell'onda trasmessa,
 Z_1 l'impedenza della linea,
 Z_2 l'impedenza del circuito da proteggere,
 R la resistenza ohmica dello scaricatore,

avremo per un circuito senza scaricatore

$$\frac{dE_2}{dt} = \frac{2Z_2}{Z_1 + Z_2} \frac{dE}{dt} \quad (1)$$

e per un circuito con scaricatore inserito in derivazione

$$\frac{dE_2}{dt} = \frac{2Z_2}{Z_1 + Z_2 + \frac{Z_1 Z_2}{R}} \frac{dE}{dt} \quad (2)$$

Si può subito notare che l'inserzione dello scaricatore apporta un miglioramento perchè il denominatore del fattore che moltiplica $\frac{dE}{dt}$ è aumentato dalla quantità $\frac{Z_1 Z_2}{R}$. Resta a valutare l'importanza di questo miglioramento, o ciò che è lo stesso, resta a determinare quale è l'ordine di grandezza del termine $\frac{Z_1 Z_2}{R}$ in rapporto alle altre quantità che figurano nel fattore

$$\frac{2Z_2}{Z_1 + Z_2 + \frac{Z_1 Z_2}{R}} \quad (3)$$

1) Consideriamo i valori abituali di R . I costruttori danno la seguente norma per le installazioni di scaricatori a getto d'acqua: «variare la lunghezza del getto fino a che il milliampermetro in serie sull'apparecchio indichi 0,2 amp. al massimo». Per una installazione a 60 000 volt, per es., la resistenza dello scaricatore sarà allora:

$$R = 60\,000 / 0,2 \sqrt{3} = 170\,000 \text{ ohm.}$$

a) Supponiamo che il circuito sia lo stesso dai due lati dello apparecchio, cioè che si abbia $Z_1 = Z_2$; per fissare le idee prendiamo $Z_1 = Z_2 = 500$ ohm.

Senza lo scaricatore $\frac{dE_2}{dt}$ è evidentemente eguale a $\frac{dE}{dt}$ per chè $\frac{2Z_2}{Z_1 + Z_2} = 1$.

Dopo l'inserzione dello scaricatore $\frac{dE_2}{dt}$ è moltiplicato per

$$\frac{1\,000}{1\,001,46} \approx 1.$$

L'effetto dell'apparecchio è dunque praticamente nullo.

b) Supponiamo che si passi per es. da una linea aerea a un trasformatore. Prendiamo per fissare le idee $Z_1 = 500$, $Z_2 = 5.000$ ohm.

Senza lo scaricatore $\frac{dE_2}{dt}$ è moltiplicato per

$$\frac{2 \times 5\,000}{500 + 5\,000} = 1,82.$$

Con lo scaricatore $\frac{dE_2}{dt}$ è moltiplicato per

$$\frac{2 \times 5\,000}{500 + 5\,000 + \frac{500 \times 5\,000}{170\,000}} \approx 1,82,$$

ne concludiamo ancora che l'effetto dell'apparecchio è praticamente nullo.

2) Cerchiamo adesso se è possibile dare all'apparecchio una resistenza tale, da rendere l'effetto dell'apparecchio stesso apprezzabile. Supponiamo di desiderare un apparecchio capace di rendere la ripidità dell'onda trasmessa eguale alla metà del valore ch'essa avrebbe nel caso che l'apparecchio non fosse inserito.

a) Nel primo caso già trattato più sopra il valore della resistenza dello scaricatore dovrebbe essere

$$R = \frac{Z_1}{2} = 250 \text{ ohm.}$$

In queste condizioni l'apparecchio scaricherebbe alla terra

$$\frac{60\,000}{250\sqrt{3}} = 140 \text{ amp.}$$

Ciò equivarrebbe a una perdita d'energia di circa 5000 kW.

b) Nel secondo caso il valore di R dovrebbe essere:

$$R = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{500 \times 5\,000}{5\,500} = 450 \text{ ohm.}$$

L'apparecchio scaricherebbe allora alla terra

$$\frac{60\,000}{450\sqrt{3}} = 78 \text{ amp.}$$

con una energia perduta di 2750 kW

Dopo quanto abbiamo mostrato ci sembra ben strano che ad un installatore possa venire l'idea di impiegare gli scaricatori a getto d'acqua come apparecchi di protezione contro le onde a fronte rettangolare. A questa conclusione si poteva arrivare immediatamente pensando che un apparecchio ideato e costruito per deviare a terra delle cariche statiche non può evidentemente nello stesso tempo servire a scaricare delle onde la cui frequenza equivalente è enorme.

Ing. O. L'EPPLATTENIER.

* *

Sulle frodi nei contatori.

Riceviamo:

Sig. Redattore Capo dell'Elettrotecnica

MILANO

Ho letto l'articolo del collega I. Clementi sulle frodi nei contatori trifasi, apparso nell'ultimo numero del nostro giornale, ma sento di dissentire in qualche parte di esso, sebbene sia pienamente d'accordo in ciò che è l'essenza dell'articolo stesso.

È assai giusto ciò che afferma l'articolaista riguardo alla proscrizione da darsi ai noti contatori trifasi del tipo indicato da lui nella figura 1, specialmente per gli errori ai quali può dar luogo la loro inserzione se è fatta da personale non pratico.

Non così sono d'accordo nel proscrivere senz'altro anche il tipo di contatore trifase per carichi squilibrati che realizza il noto schema Aron.

Qualche inconveniente a cui esso potrebbe dar luogo si verificherebbe ancora per il tipo di contatore a tre sistemi wattometrici indicato nella figura 12 (per es., lo shuntare il contatore con altri attacchi).

Riguardo poi ai dispositivi che potrebbe adottare l'utente in mala fede, dispositivi indicati nelle figure 7 e 10, è evidente che la frode sarebbe sventata in tutto o in parte solo che la Società distributrice usasse, come la nostra, (Società Laziale di Eletticità), per tutti i contatori luce, il tipo a due bobine amperometriche separate, tipo che costa quanto l'altro con una bobina unica. Difatti nella fig. 7, p. es., l'utente pagherebbe la metà dell'energia che venisse ad assorbire, se anche il neutro attraversasse, per così dire, il contatore luce.

Riguardo alla fig. 10 è verissimo che l'utente col suo dispositivo potrebbe riuscire ad annullare quasi completamente la coppia positiva; ma male gliene incoglierebbe, perchè il contatore di luce (a due bobine separate) segnerebbe pur sempre la metà dell'energia che l'utente riuscisse a derivare, cosa che, data la forte superiorità della tariffa luce, risulterebbe per l'utente un danno e non un vantaggio.

Soltanto se l'utente avesse la fortuna di capitare sulla terza fase, (avesse cioè l'impianto luce fra la terza fase e il neutro, e derivasse la resistenza induttiva fra la prima e il neutro) anche il contatore luce girerebbe in senso contrario riuscendo in tal modo il consumatore ad ottenere due vantaggi contemporanei.

E questo lo può fare, anzi, sempre, derivando opportunamente detta resistenza induttiva. Tutto ciò è chiaro dalla semplice ispezione del diagramma delle tensioni e delle correnti in un circuito trifase induttivo.

Riguardo poi alla figura 9, indicata del detto articolo, se il collega Clementi ammette di poter accedere, sempre fraudolentemente, ai conduttori prima del contatore, è evidente che sono possibili ben più efficaci accorgimenti che non quello indicato nella figura per evitare le registrazioni del contatore, e non è più il caso allora di parlare ancora di apparecchi di misura. Ma ben opportunamente l'articolaista afferma che i casi presentati da lui sono soltanto degli esempi.

In una misura di energia non si può ammettere che l'utente possa

accedere ai conduttori prima dagli apparecchi di misura, altrimenti non vi sarebbe dispositivo bastevole ad evitare le frodi, e lo stesso accorgimento proposto dal collega Clementi, ed indicato nella fig. 11, verrebbe senz'altro frustrato sol che l'utente potesse shuntare i contatori.

Si intende che con il contatore a tre sistemi wattometrici le frodi sono ridotte al minimo, ma la questione è di stabilire se convenga una spesa più che doppia per l'installazione di tale tipo di contatore in confronto di quelli per carichi equilibrati con due amperometriche, o squilibrati, tenuto conto delle eventuali frodi (che riguarderebbero sempre i piccoli motori).

Usanza molto raccomandabile è quella di sorvegliare da vicino, per quanto è possibile, gli impianti di forza motrice; nella nostra Società (come indubbiamente nelle altre) tutte le letture di tali contatori affluiscono all'Ufficio Apparecchi di misura, che le controlla, le vaglia, le confronta con quelle dei mesi precedenti, prendendo subito gli opportuni provvedimenti se qualche anomalia riscontrasse in esse.

Velletri, 8 ottobre 1923.

Ing. CESARE CIANCI.

:: SUNTI E SOMMARI ::

IMPIANTI.

I. REYVAL — La grande centrale termoelettrica di Comines (Nord). (R. G. E., 15 luglio 1922, pag. 55-68, e 22 luglio 1922, pag. 93-105).

La centrale termoelettrica di Comines presenta una considerevole importanza per le concezioni tutt'affatto moderne in base alle quali essa è stata costruita e funziona, e per la sua potenza, che la pone seconda fra centrali termiche di Francia. Le unità di 25000 kW ciascuna, attualmente in numero di tre, permettono d'ottenere una potenza normale di 50000 kW, una delle unità essendo di riserva.

In un secondo tempo la potenza della centrale è destinata ad essere raddoppiata.

La centrale è situata nelle regioni devastate, a Comines (Nord) ciondario di Lilla, lungo il fiume Lys, per mezzo del quale essa è connessa per via navigabile ai bacini carboniferi del Nord, del Pas de Calais e del Belgio, come pure alle miniere di carbone germaniche. Inoltre è in comunicazione coi porti nei quali arrivano i carboni inglesi. Gli arrivi di combustibile che si effettuano per via d'acqua si fanno in un bacino scavato a draga di m 85×22 capace di tre imbarcazioni di 250 T ciascuna.

Gli arrivi per via terra sono effettuati a mezzo di un raccordo ferroviario appositamente costruito.

Il parco di deposito dei carboni è provvisto di tre gru a ponte, delle quali una serve il bacino di scarico, le altre due lo scalo ferroviario, aventi una portata di 27,50 m ed azionate da una cabina mobile sospesa al carrello.

Il carbone viene portato verso la sala caldaie da un trasportatore a cinghia, capace di circa 80 t all'ora e alimentato da tre tramogge mobili elettriche, che permettono di dosare convenientemente le tre qualità di carbone che devono formare il combustibile usato.

Completano l'attrezzatura del parco una bilancia automatica, un disintegratore, due elevatori verticali a tazze, una gru girevole ordinaria. Tutti questi apparecchi e macchine sono comandati da motori elettrici.

La sala caldaie comprende dieci caldaie multitubolari «Babcock Wilcox» tipo marino di 1000 m² di superficie di riscaldamento, ciascuna atta a produrre 30000 kg di vapore in marcia normale e 40000 kg in marcia forzata, all'ora, alla pressione massima di 21 kg/cm². Ciascuna è provvista di un surriscaldatore di vapore di 500 m² di superficie e destinato ad elevare la temperatura del vapore a 350°-370° C. Otto delle dieci caldaie sono munite ciascuna di tre griglie meccaniche di m 3.35 di superficie utile; due sono invece riscaldate a carbone polverizzato.

Sono installati economizzatori Green. Il tiraggio è assicurato, per ogni caldaia da un camino tipo Prat di 30 m d'altezza sul piano degli economizzatori.

La centrale possiede due sorgenti d'acqua: l'una rappresentata dall'acqua della Lys, eventualmente epurata e distillata, fornisce l'acqua di circolazione dei condensatori degli apparecchi di distillazione, per le caldaie (queste ultime alimentate in circuito chiuso) e per gli altri servizi ausiliari del macchinario; l'altra, proveniente da uno strato profondo fra i calcari carboniferi, a circa 190 m fornisce l'acqua potabile per il gruppo d'abitazioni operaie e può eventualmente sostituire l'acqua della Lys.

L'edificio di riserva dell'acqua alimentato da moto-pompe centrifughe, comprende due scomparti della capacità di 65 m³ e un terzo di 20 m³ per l'acqua distillata, proveniente dagli apparecchi di distillazione.

Un recipiente di 300 m³ di capacità è destinato alla decantazione dell'acqua proveniente da un epuratore a freddo tipo Delmouly-Lamy. Un secondo recipiente della stessa capacità contiene l'acqua distillata destinata al raffreddamento dei trasformatori e delle reattanze. La fig. 1 rappresenta la vista in pianta della centrale propriamente detta.

La sala delle macchine, avente un'area di m 64×24 e alta 25.40, comprende:

— Tre gruppi turbo alternatori principali di 25.000 kW ciascuno, di cui uno di riserva; ogni gruppo è costituito: da una turbina a vapore, sistema Schneides-Zoelly, ad azione, con una velocità di 1500 giri; da un alternatore trifase, 10 500 V, 50 periodi/sec; da una eccitatrice relativa a ciascun alternatore prevista per $\cos \varphi = 0.8$ ed una tensione normale di eccitazione di 250 V.

— Un gruppo d'eccitazione di riserva costituito da un motore sincrono accoppiato a una dinamo a corrente continua in derivazione con una potenza di 160 kW.

— Un gruppo turbo-alternatore ausiliario della potenza di 3500 kW, costituito da una turbina a vapore ad alta pressione, tipo Rateau, accoppiata direttamente ad un alternatore trifase 3500 kW, 10 500 V, 50 p/sec. L'energia prodotta da questo alternatore è distribuita alle sbarre ausiliarie a 10 500 V che alimentano i trasformatori per i servizi ausiliari della centrale. In caso di guasto nel gruppo

Si prevedono per la regione di Comines 10 posti di partenza a 10 500 V, di cui 6 aerei e 4 sotterranei.

Per i servizi ausiliari della centrale sono previste sbarre ausiliarie a 10 500 V alimentate dai turbo alternatori ausiliari e che possono essere eventualmente connesse con le sbarre a 10 500 del posto di trasformazione suddetto. Trasformatori di 2000 kVA abbassano la tensione da 10 500 a 220 V ed alimentano delle sbarre a 220 V che forniscono corrente ai motori a corrente trifase destinati ai servizi ausiliari e all'azionamento del gruppo d'eccitazione di riserva, del gruppo convertitore per la carica della batteria e per l'illuminazione della centrale.

Trasformatori e convertitrici abbassano pure la tensione da 10 500 a 220 V ed alimentano sbarre a corrente continua a 220 V destinate ad azionare i motori a corrente continua per gli apparecchi di sollevamento e di manutenzione.

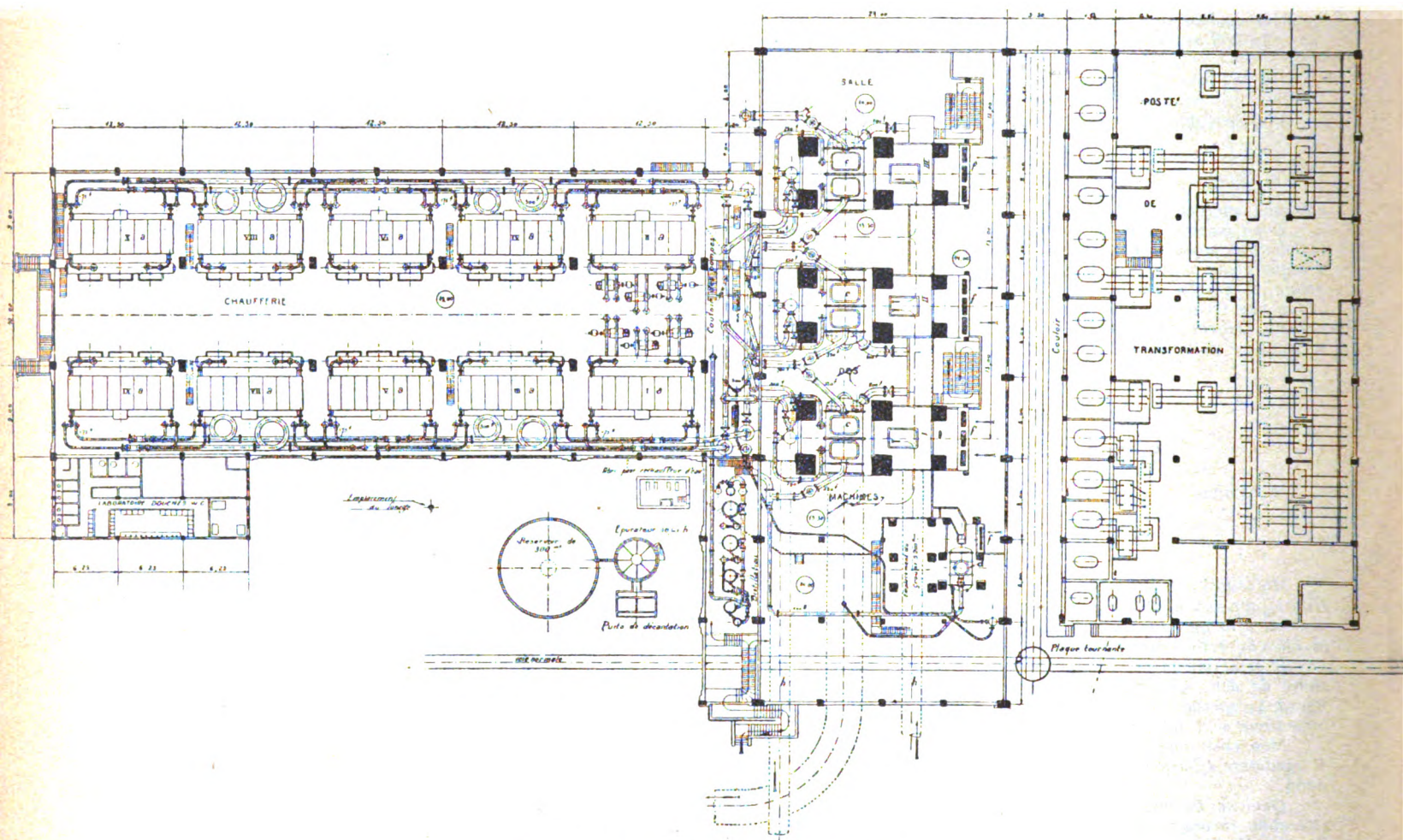


Fig. 1. — Pianta della Centrale di Comines.

turbo-alternatore ausiliario queste sbarre possono essere connesse ai gruppi turbo-alternatori principali.

— Due convertitrici esafasi, 50 p/sec eccitate in derivazione della potenza di 500 kW ciascuna, 230 V, le quali ricevono corrente rispettivamente da due trasformatori 550 kVA, e producono corrente continua per i servizi in centrale.

— Un gruppo convertitore per la carica di una batteria d'accumulatori.

La corrente prodotta a 10 500 V ai morsetti di ogni alternatore principale passa a tre trasformatori monofasi elevatori 10 500/45 000, ciascuno dei quali alimenta i tre gruppi di sbarre omnibus a 45 000 V attraverso tre interruttori in olio comandati elettricamente a distanza. Fra questi ultimi e i morsetti ad alta tensione dei tre trasformatori è previsto un interruttore in olio che, in caso di guasti, mette fuori circuito il turbo alternatore corrispondente, per mezzo di due relais differenziali e di un relais wattometrico.

Le sbarre omnibus comprendono un gruppo di sbarre di connessione, un gruppo di sbarre principali e un gruppo di sbarre ausiliarie, divise in tre sezioni allo scopo di assicurare, se è necessario, la completa indipendenza fra di esse. Ciascuna sezione comprende un certo numero di partenze a 45 000 verso i diversi posti di utilizzazione. Detti posti di partenza sono connessi ai gruppi di sbarre principali e ausiliarie attraverso sezionatori tripolari a comando meccanico e un interruttore in olio a massima, e sono protetti contro le scariche atmosferiche e le sovratensioni a mezzo di limitatori a getto d'acqua, parafulmini a corna e resistenze a liquido. Un posto di trasformazione da 45 000 a 10 500 V comprende due trasformatori abbassatori trifasi 45 500/10 500, 5000 kVA i quali prendono corrente da sbarre 45 000 V alimentate alla loro volta dalle sbarre di connessione.

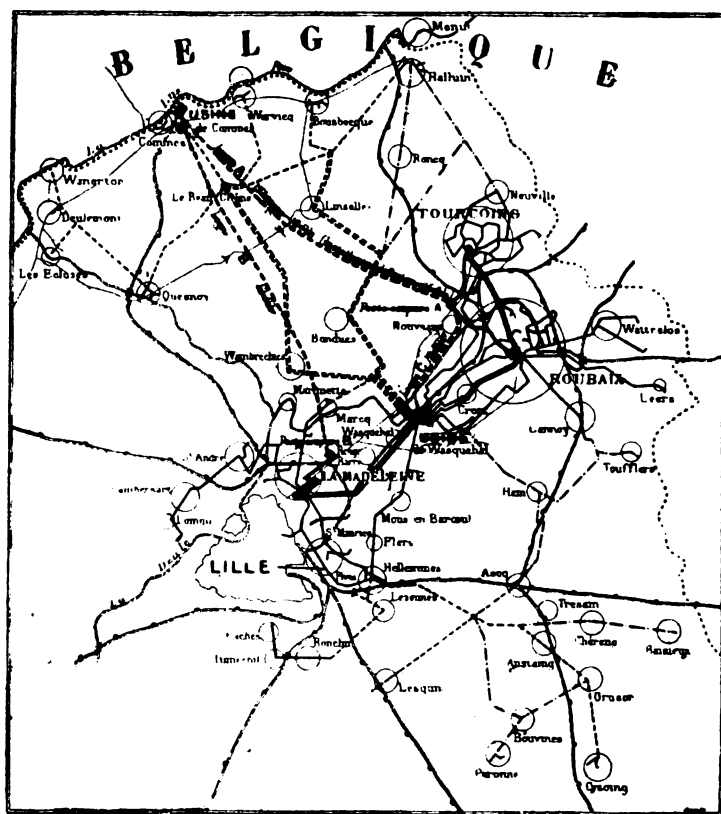
Le sbarre ausiliarie a 10 500 V alimentano inoltre i trasformatori 1000 kVA, 10 500/220 V del reparto pompe, annesse all'edificio di presa.

L'edificio di presa dell'acqua, come si vede dalla pianta generale (fig. 1) è situato sulla riva della Lys e comprende: un locale di presa propriamente detto munito di griglie fisse e mobili; due cisterne separate dalla presa per mezzo di paratoie e comunicanti con le pompe; quattro pompe centrifughe accoppiate direttamente con un motore asincrono trifase; due pompe a vuoto azionate pure da due motori trifasi. Dette pompe fanno capo a un collettore che alimenta le condotte principali e quindi le tubazioni che portano alla sala delle macchine. Ogni pompa ha una portata di 2000 litri al secondo: due solamente di esse sono sufficienti al fabbisogno della condensazione. La rete di distribuzione dell'energia prodotta nella centrale di Comines comprende: (fig. 2).

Una rete a 45 000 V che collega la centrale ai posti di trasformazione di Roubaix, Tourcoing, la Madeleine e una rete a 10 000 V alimentata da questi ultimi.

La rete a 45 000 V fornisce corrente: alla regione di Roubaix-Tourcoing con una linea aerea di 14 km che va fino alla cabina di derivazione A dalla quale partono due condutture sotterranee, una facente capo a Roubaix, l'altra a Tourcoing ed una linea aerea C che mette capo alla centrale di Wasquenhail; alla regione di Lille a mezzo di una linea aerea di 12 km facente capo alla cabina di derivazione B, dalla quale parte una conduttura sotterranea che va alla cabina di trasformazione della Madeleine; alla rete superiore per mezzo di una linea aerea Stato facente capo ad una cabina di derivazione di Stato presso Marguette. Sono inoltre in progetto una linea aerea che porterà fino alla regione di Halluin e un'altra linea aerea che farà capo alla regione di Quesnoy-Doulemont.

All'uscita dalla centrale di Comines tutte le linee seguono per circa 700 m lo stesso percorso, quindi si separano per diversi punti di utilizzazione.



— Condutture sotterranee a 45 000 V
 - - - Condutture sotterranee a 10 000 V
 - - - Condutture aeree a 45 000 V
 - - - Condutture aeree a 10 000 V
 — Strade.
 — Ferrovie.
 — Canali.

Fig. 2. — Pianta generale della rete di distribuzione della Società «L'Energie elettrica del Nord della Francia».

Le linee aeree sono costituite da conduttori aventi una sezione di 105 mm² su isolatori a triplice campana provati a 140 000 V.

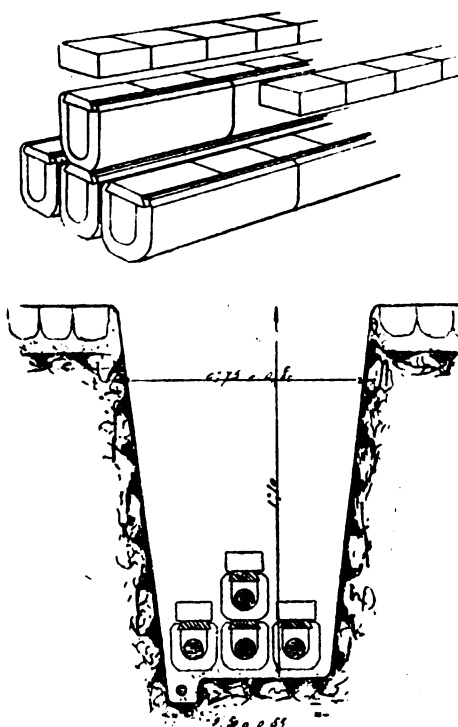


Fig. 3. — Tipi di canali in calcestruzzo per linea sotterranea a 45 000 V.

La rete sotterranea a 45 000 V comprende una conduttura costituita di quattro cavi unipolari di 340 mm² di sezione e due condutture con quattro cavi di 150 mm². Tutti i cavi hanno una anima in rame isolato alla cellulosa, e sono stati provati in laboratorio ad una ten-

sione di 80 000 V per 5 minuti. In ciascuna conduttura i cavi sono disposti, come appare nella fig. 3 e nella fig. 4, allo scopo di mantenere equilibrato il sistema trifase. Il quarto cavo, di riserva, non presenta alcun punto d'incrocio cogli altri ed è disposto immediatamente al di sopra del cavo mediano. Data questa disposizione, qualunque sia

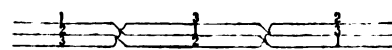


Fig. 4. — Vista schematica della disposizione dei tre cavi che consente l'equilibrio del sistema trifase.

il gruppo di tre cavi utilizzato, tutti i coefficienti d'induzione dei diversi conduttori sono uguali fra loro e la linea risulta sempre equilibrata.

L'autore dà inoltre una descrizione dettagliata e largamente illustrata dei diversi posti di derivazione e di trasformazione, corredandola degli schemi elettrici relativi.

(a. r.).

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

W. WEICHMANN — L'elettrotrazione in Germania. (E. T. Z., Vol. 43, pag. 805; riprodotto da The Electrician, 19 febbraio 1923, N. 2331, pag. 60).

In Germania lo sviluppo delle ferrovie era nell'aprile 1922 di 53500 Km di cui 439 Km costituivano ferrovie elettriche già esistenti e 819 Km quelle in progetto, una percentuale quindi del 2.4 % sulla lunghezza totale.

Come si vede anche dalla prima tabella i tedeschi occupano il secondo posto fra le diverse nazioni nello sviluppo delle ferrovie elet-

TABELLA 1.

Nazione	Km.	Locomotori	Vetture motrici
Stati Uniti d'America .	2450	370	1500
Germania	1255	288	265
Svizzera	743	154	3
Italia	750	114	51
Austria	786	82	—
Svezia	438	45	2

triche e nel numero dei locomotori. Nella tabella seconda sono poi riassunti i diversi percorsi elettrificati di cui solo quello tra Salisburgo e Berchtesgaden a corrente continua; gli altri sono tutti a corrente alternata monofase, frequenza 16 2/3, con una tensione in generale di 15 000 V.

Dato il carico continuamente variabile nella trazione l'energia consumata è tenuta completamente a parte da quella adibita per altri servizi, usando in certi casi centrali completamente separate come quelle di Aufkirchen Eitting e Pfrombach nell'Isar progettate per una po-

TABELLA 2.

Linee	Capi linea	Km.	Locomotori
Wiesental	Basilea-Zell	49	15
Mittenwald	Scharnitz-Griesen	38	5
Reichenhall	Salisburgo Berchtesgaden	41	22
	Schellenberg	18	10 vet., molr.
Baviera	Monaco	595	105
Germania centrale	Lipsia-Magdeburgo	179	62
Slesia	Görlitz-Königseltz	264	77
Amburgo	Harbour-Altona	2	2
	(3000 V)		

tenza di 51 000 kW ciascuna; oppure ponendo in una stessa centrale alternatori adibiti al servizio esclusivo delle ferrovie elettriche, come nella Centrale di Walchensee in cui sono installati quattro alternatori per una potenza complessiva di 48 000 kW.

Secondo l'Autore tre sono i casi in cui una ferrovia elettrica si dimostra superiore ad una a vapore:

- 1) quando il costo d'esercizio per anno è minore che in una ferrovia a vapore;
- 2) quando non si vogliono esaurire i giacimenti di carbone;
- 3) quando il traffico lungo la linea viene aumentato senza aumentare i tempi di percorso.

Per quel che riguarda il primo caso non si può ancor dir nulla perchè anche la Germania sta attraversando un periodo sperimentale tanto più che gli studi fatti fino ad ora si riferiscono a linee di scarso traffico e quindi di maggior costo, con locomotori che vennero a costare 2,5 volte più d'una locomotiva a vapore d'equal peso. Ma quando l'elettificazione avrà raggiunto il suo massimo sviluppo la sua superiorità riguardo alla trazione a vapore sarà indiscutibile. I locomotori verranno a costare meno; con una costruzione in serie si potrà raggiungere un costo di solo 1,5 volte superiore a quelle delle locomotive.

L'incremento maggiore in Germania l'hanno avuto le ferrovie elettriche in montagna, così quelle della Slesia hanno subito in un

anno un aumento del 22 % nel numero dei locomotori e del 155 % nel traffico in tonn km. Si è potuto determinare poi come il consumo in energia per carichi moderati sia risultato del 40 % minore di quello che si avrebbe avuto in carbone per una ferrovia a vapore analoga; a carico normale poi si potrebbe avere un risparmio anche maggiore. Le condutture aeree però non si trovano in buone condizioni causa lo spesso strato di ghiaccio che le ricopre durante l'inverno, fatto ab-

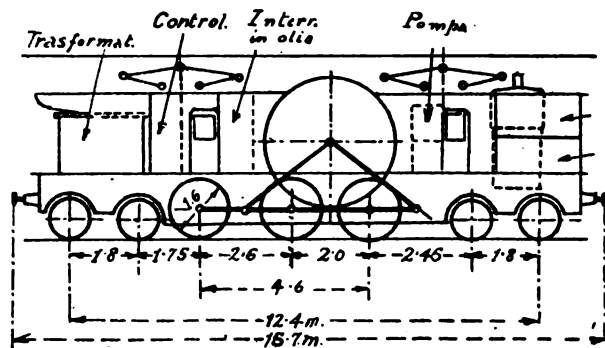


Fig. 1. — Locomotore per treni diretti.

bastanza frequente date le continue bufere di neve nel Riesengebirge. I tedeschi però rimediarono a questo inconveniente con una doppia linea di trasmissione l'una indipendente dall'altra. Dal lato elettrico però le condutture hanno dato risultati soddisfacenti; a cagione della bassa frequenza i disturbi che possono avere gli altri circuiti vicini sono trascurabili. Così le linee per la trasmissione dell'energia elettrica a 110 kV verranno poste in seguito parallelamente a quelle per le ferrovie alla distanza di 50 metri dalle rotaie.

segmenti del collettore allo scopo di migliorare la commutazione. Una delle difficoltà d'indole meccanica di questi motori è l'attrito esercitato dalle spazzole a velocità elevate. Specie quando la corrente viene a mancare questo attrito è la causa del notevole riscaldamento del commutatore.

I trasformatori usati sono di due tipi, a raffreddamento in aria e a raffreddamento in olio; quest'ultimo è munito d'una pompa per la circolazione dell'olio ⁽¹⁾ e di un ventilatore per raffreddare l'aria circostante. Per i treni espressi e viaggiatori i tubi attraverso cui passa

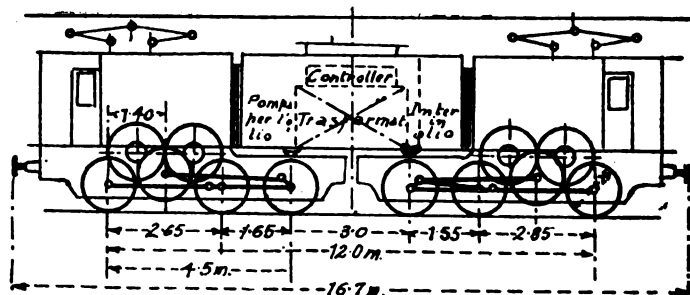


Fig. 3. — Locomotore per treni merci su linee di montagna.

l'olio sono esterni al locomotore; per i treni a piccola velocità il raffreddamento è fatto con un semplice ventilatore.

Ancora non si può dir nulla quale dei due tipi di trasformatore sia il più vantaggioso, certo che quello a raffreddamento in aria oltre ad avere un minor peso (cosa della massima importanza) non contiene nè umidità nè sudiciume.

La variazione della velocità in tali motori è ottenuta variando la tensione ai morsetti del motore cioè variando il rapporto di trasfor-

TABELLA 3.

Figura	Servizio	Velocità max in oriz. Km/h	Tipo ⁽¹⁾	Peso Tonn.	Peso rimorchiato Tonn.	alla velocità Km/h	Conpendenza %	Potenza di un motore	Numero giri	Numero motori	Connessione motori	Controller	Carico max su ogni asse motore
1	Espresso	110	2 C 2	112	—	—	—	1200	—	1	—	—	18
2	Merci	65	1 B B 1	98	600	25 35 55	16 10 5	800	325-530	2	ambedue in parall.	a contatti elettromagnetici	18
3	Merci per mont.	55	C C	110.4	1200	25 45	11 5	500	590-982	4	2 motori in serie 2 gruppi in parall.	a contatti elettromagnetici	18
4	Passeggeri mont.	90	2 B B 1	115.6	500	50 75	10 5	500	590-982	4	2 motori in serie 2 gruppi in parall.	a contatti elettromagn. e elettrof.	18
5	Passeggeri. . . .	70	1 C 1	81.2	300	40 60	10 5	500	500	2	ambedue in serie	—	18
6	Espresso mont. .	100	1 A A A A 1	99.6	600	40 55 80	15 10 5	500	500	4	tutti in parallelo	—	18

(1) Mentre in Italia la classificazione delle locomotive si fa con 3 numeri di cui il primo indica il numero degli assi portanti anteriori, il secondo degli assi accoppiati, il terzo degli assi portanti posteriori; in Germania la classificazione si fa ponendo per gli assi accoppiati invece che dei numeri delle lettere e cioè A per un asse accoppiato; B per due; C per tre.

La sospensione adottata dai tedeschi è quella a catenaria con gli appoggi piuttosto vicini perchè causa i forti venti il trolley o il pantografo non abbiano ad uscire dalla linea. I segnali sono disposti in modo che la loro visibilità sia continua. L'altezza del conduttore aereo da terra è di m 6,50, questo per evitare disgrazie nel personale che dovesse montare sul locomotore per eventuali riparazioni.

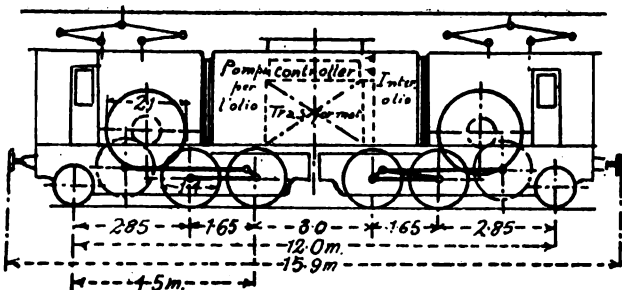


Fig. 2. — Locomotore per treni merci su linee pianeggianti.

In Germania vengono usati sei tipi diversi di locomotori le cui caratteristiche sono date nella tabella terza. Il tipo di motore usato quasi ovunque è quello a serie compensato; le piccole differenze che si possono notare dipendono dalle modificazioni introdotte dalle Case costruttrici; così alcune hanno le resistenze connesse fra l'indotto e i

mazione del trasformatore. Si è tentato d'introdurre dei regolatori di induzione ma con cattivi risultati.

I controller più usati per i locomotori tedeschi sono quello a tamburo del Maffei-Schwartzkopff e quello a contatti scorrevoli della

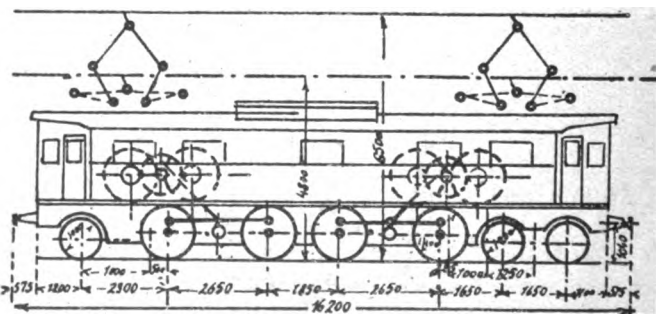


Fig. 4. — Locomotore per treni passeggeri su linee di montagna.

Brown-Boveri, specie quest'ultimo che venne di recente perfezionato in modo che l'energia può crescere rapidamente e giungere a qualsiasi

(1) Nei locomotori elettrici è stato adottato il raffreddamento a circolazione d'olio per avere un peso d'olio minore.

valore senza bisogno di alcun apparecchio ausiliario. In tali controller i contatti possono funzionare elettromagneticamente o elettropneumaticamente.

La trasmissione del movimento è la parte del locomotore che offre la maggior difficoltà. Nel 1907 l'A. E. G. aveva adottato come tipo di trasmissione quella ad ingranaggio e sospensione tipo tram per la ferrovia Altona-Amburgo che funziona ancor oggi. Siccome coltornellate con un aumento del 15 % per tener conto della forza centripeta della velocità e della potenza di un locomotore gli urti nelle rotaie divengono sempre più violenti, i tedeschi stabilirono per velocità superiori ai 50 Km/h di porre i motori al disopra del telaio cosicchè tutto il loro peso veniva ad essere sospeso; si aveva così il vantaggio dell'accessibilità al motore. Mentre alcuni preferivano locomotori con un solo motore per avere un minimo numero di supporti, altri preferivano usare piccoli motori con trasmissioni ad ingranaggi.

Per quanto riguarda il carico massimo che deve gravare su ciascun asse motore i tedeschi hanno stabilito di non oltrepassare le 16 tonnellate delle parti non in equilibrio a velocità elevate. Siccome nei locomotori che si costruiscono ora non esistono più forze centrifughe residue, data la perfetta equilibratura, il carico massimo che può gra-

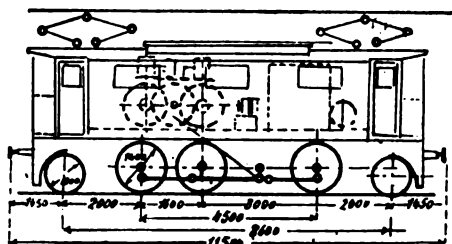


Fig. 5. — Locomotore per servizi locali - treni passeggeri.

vare sull'asse è di $16 \times 1.15 = 18.4$ tonnellate. Così si poté aumentare la velocità periferica sempre però nei limiti permessi dalla lubrificazione e dal riscaldamento dei supporti. Come valore limite l'esperienza fissa un numero di giri del motore di 400/1'. D'altra parte essendo necessario usare il motore a pieno carico ad una velocità periferica di $45 \div 55$ m/sec. ne deriva che per velocità di $75 \div 110$ km/h del treno il diametro dell'indotto deve essere $1.8 \div 2.5$ volte il diametro delle ruote delle locomotive: questo spiega appunto le grandi dimensioni dei motori. Per velocità inferiori ai 75 Km/h è necessario quindi usare dei motori con maggior numero di giri, ragione per cui si rende indispensabile la trasmissione ad ingranaggi e questo non è affatto svantaggioso, dato che ora si costruiscono con rendimenti elevati e di lunga durata. I treni espressi per montagna (fig. 6) hanno una trasmissione diversa dagli altri tipi di locomotori (¹); essa ha avuto ottimi risultati in Svizzera; ciascun asse motore ha il suo proprio

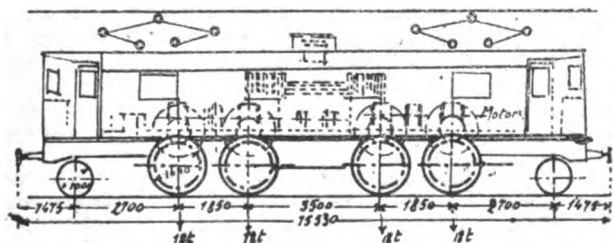


Fig. 6. — Locomotore per treni diretti su linee di montagna.

motore montato sopra l'asse; motore e ruota d'ingranaggio sono fissati rigidamente sul telaio e tra la ruota dentata e l'asse v'è un accoppiamento elastico.

Qualche obiezione fu fatta sulla convenienza o no di suddividere la potenza usando più motori; da esperienze fatte si trovò che il peso totale del locomotore veniva ad essere diminuito ponendo diversi motori anzichè uno.

Esaminando le parti di uno dei locomotori in figura si può vedere come non vi siano differenze sostanziali da quelle di una locomotiva a vapore. Intelaiature, bielle, assi ed altro possono venire usati indifferentemente nell'un caso come nell'altro; però in un locomotore elettrico si può frazionare la potenza suddividendo le intelaiature e gli assi motori in modo che il locomotore riesca formato di due o più parti distinte le quali funzionino ognuna per conto proprio — questo con gran vantaggio per la lunghezza del locomotore che può essere meglio inscritto nelle curve di piccolo raggio. Con locomotive a vapore invece la lunghezza della caldaia impedisce ciò e ne risulta quindi una struttura complessa e dispendiosa a mantenere.

I locomotori elettrici devono riescire robusti e semplici nelle loro costruzioni; l'esperienza ha dimostrato che esse possono godere della stessa fiducia d'una locomotiva a vapore quando siano ben costruiti. Nella linea della lesia, per esempio, i locomotori hanno percorso circa 60.000 km senza bisogno di alcuna riparazione.

Riguardo alla potenza quella della locomotiva a vapore è limitata dalla caldaia, e se questa non viene forzata, solo una certa quantità di carbone può essere bruciata nell'unità di tempo sulla grata cosicchè una potenza superiore alla normale non può essere ottenuta che per pochi minuti. Si può dunque dire che la locomotiva a vapore sia praticamente una macchina a potenza costante. Questo è un inconveniente abbastanza sentito nelle linee di montagna (ove è necessario uno sforzo di trazione rilevante per superare certi dislivelli) perchè la velocità viene ad essere diminuita. Si può stabilire un orario in modo tale che la locomotiva a vapore sia utilizzata il più possibile; sarebbe però inesatto cercare di costruire un locomotore elettrico con lo stesso orario e darle una potenza eguale a quella d'una locomotiva a vapore perchè il modo di produzione dell'energia è completamente diverso nei due casi.

Nella parte inferiore della scala della velocità dall'arresto al 60 per cento della velocità massima la potenza è limitata dal calore prodotto dalla corrente; vicino al 60 % della velocità massima la linea della potenza diviene quasi orizzontale poichè oltre questo limite le perdite nel ferro e per attrito nelle spazzole rimangono costanti. Alla velocità massima si ha poi che le perdite per attrito nelle spazzole possono portare una diminuzione nella potenza. Queste considerazioni dimostrano che la curva della potenza d'un locomotore elettrico non può coincidere con quella d'una locomotiva a vapore.

Poichè la curva della potenza di un locomotore elettrico tende a salire molto più rapidamente di quella d'una locomotiva a vapore sarebbe irrazionale fare coincidere la parte saliente di queste due curve poichè la massima potenza erogata da una locomotiva elettrica sarebbe di gran lunga superiore a quella d'una locomotiva a vapore; in tal caso i motori sarebbero troppo grandi e solo parzialmente utilizzati. Siccome la potenza nel tratto saliente della curva è solo necessaria per brevi periodi il progettista profitta della potenza in eccedenza del motore e tiene la potenza normale più o meno sotto la curva di potenza della locomotiva a vapore. Persino in questi casi la massima potenza erogata dai motori supererà quella della locomotiva a vapore; per esempio, se la potenza normale del locomotore elettrico nella parte che sale della curva è solo l'80 % di quella della locomotiva a vapore la massima potenza di quella può essere del 40 % più grande della potenza di questa.

Un altro vantaggio che il locomotore elettrico ha su quella a vapore è di mantenere una velocità molto più elevata dove occorrono grandi sforzi di trazione. Ma soprattutto si nota la superiorità della trazione elettrica quando si sia adottato un orario razionale. Così nella Königszell-Lauba e nella Berlino-Breslau con le stesse fermate e la massima velocità il viaggio può essere abbreviato di 30 minuti con locomotori elettrici con un considerevole vantaggio nel traffico.

*

Le automotrici Diesel-elettriche sulle ferrovie Svedesi. (E. R. J., 5 agosto 1922, pag. 193-195).

Nelle località poco popolate e in quelle dove il traffico è limitato per il fatto che le linee sono molto fitte rispetto alla densità della popolazione, è necessario avere vetture passeggeri leggere. La Svezia, che si trova appunto in tali condizioni, ha risolto il problema impiegando automotrici con motori Diesel e trasmissione elettrica del moto alle ruote del veicolo.

Le automotrici di cui si fa cenno nel presente articolo sono costruite dalla Diesel-Elektriska Vagn-Akt. di Vasteras (Svezia). Gruppi da 75 e 120 HP furono usati fino dal 1913; recentemente sono stati messi in esercizio gruppi da 160-250 HP. Le automotrici da 75 HP hanno scomparti passeggeri e bagagli, mentre quelle più potenti hanno solo lo scompartimento merci e i passeggeri vengono trasportati nei rimorchi.

Freni a mano ed automatici possono venire comandati e regolati da ciascuna estremità della vettura, e così pure il comando può essere fatto su ciascuna testata. Durante l'inverno le vetture vengono riscaldate con l'acqua di raffreddamento del motore Diesel. Tanto le motrici che i rimorchi sono illuminati con luce elettrica.

Ogni gruppo comprende: un motore Diesel a quattro tempi con sei, otto o dodici cilindri; accoppiato direttamente con una dinamo in derivazione a otto poli e poli di commutazione. La dinamo ha anche un avvolgimento in serie che vien messo in circuito solamente per la messa in marcia a mezzo della batteria; due motori elettrici eccitati in serie con poli di commutazione con trasmissione ad ingranaggi; una batteria tipo Jungner sospesa sotto la vettura e destinata a fornire energia per l'avviamento, l'illuminazione e i servizi ausiliari. Quest'ultima viene caricata automaticamente quando la vettura è in movimento, ma può essere caricata nel modo ordinario a vettura ferma.

La lubrificazione e l'alimentazione del combustibile avvengono automaticamente e chi guida può verificare e regolare l'andamento di dette operazioni dal suo posto di comando.

I comandi sono distribuiti in modo che il controller nella prima posizione avvia il motore; nella seconda e nella terza connette i motori elettrici. Per fermare la vettura basta abbandonare il bottone di sicurezza che è sempre tenuto compresso dal guidatore, in tal modo, qualunque cosa avvenga al guidatore stesso, il bottone scatta e la vettura s'arresta.

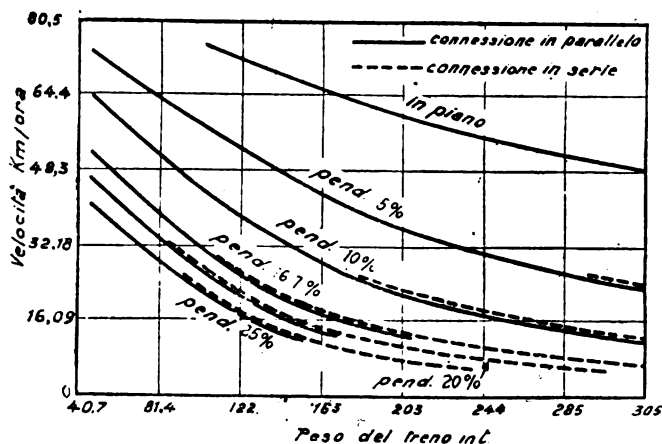
Le vetture da 160 HP presentano una spaziosa camera per il motore Diesel situata nella parte centrale, e uno scomparto postale e

(¹) v. *Elettrotecnica*, Vol. X, N. 6 pag. 120.

un'altro pei bagagli rispettivamente alle due estremità; in quelle da 250 HP invece il Diesel è piazzato ad una delle due estremità.

Nei tipi più recenti la refrigerazione dell'acqua pel motore Diesel è ottenuta mediante un certo numero di radiatori analoghi a quelli d'automobile, montati sul tetto della vettura e raffreddati da un ventilatore accoppiato direttamente col motore principale; il raffreddamento risulta così indipendente dalla velocità del veicolo.

È inoltre previsto un dispositivo di commutazione per cui i motori elettrici, ordinariamente connessi in parallelo, possono venir messi in serie quando si richiede uno sforzo di trazione particolarmente elevato.



Curve per una automotrice 250 HP con pendenze fino al 25%.

Ordinariamente il consumo di combustibile per le automotrici di 160 HP è di circa 500 gr per km con un peso di treno di 92 tonn. Durante una prova di una automotrice di 120 HP, su un percorso di 3500 chilometri e con un carico di due o tre vetture passeggeri, si constatò che il consumo d'olio era in media di solo il 6% del consumo di carbone di un treno con locomotiva a vapore analogo. (La percentuale è stata calcolata in peso, poichè il costo per chilogrammo di olio e di carbone inglese all'epoca della prova era lo stesso).

Il consumo d'olio di lubrificazione come pure i costi di manutenzione e riparazione non aumentano in proporzione della potenza del motore Diesel. Le motrici Svedesi vengono ispezionate e riparate dopo che hanno percorso circa 65 000 km; mentre gli ingegneri ferroviari tendono a non fare questa riparazione che dopo 100 000 km di percorso.

Per il calcolo dell'ammortamento, si può considerare che il macchinario dura circa 15 anni e le vetture 25; in media cioè l'automotrice ha una durata di 20 anni.

Rispetto alla trazione a vapore, il presente sistema ha il vantaggio di un costo d'esercizio, di manutenzione e di personale notevolmente minore. La cifra esatta delle economie dipende, evidentemente, dalle condizioni locali.

Ulteriori vantaggi economici sono dovuti al riscaldamento delle vetture ottenuto per mezzo dell'acqua di raffreddamento del motore Diesel, all'indipendenza nelle fermate per la refrigerazione e la carica, all'eliminazione di ogni perdita di tempo per rifornimento d'acqua e di combustibile, giacchè quest'ultimo è sufficiente per un percorso da 600 a 1000 km circa, e l'acqua di raffreddamento non va né perduta, né evaporata.

La figura annessa mostra una serie di curve per una automotrice Diesel-elettrica di 250 HP, relative a diverse pendenze fino al 25 per cento.

a. r.

:: :: **CRONACA** :: ::

ELETTROFISICA.

Stato attuale delle nostre conoscenze sulla elettricità atmosferica (Annales de Physique t. XVIII luglio-agosto 1922 e Rev. Gen. des Sc., N. 4, 28 febbraio 1923, pag. 98 e seg.). — Trattasi di una interessante relazione, largamente documentata, la quale mette in evidenza anche taluni punti delicati, per i quali sono necessarie ulteriori osservazioni.

Potenziale elettrico. — Il campo elettrico in un punto in cui il potenziale è V , ad un'altezza h al disopra della superficie del suolo è espresso dalla formula $F = -\frac{dV}{dh}$ se nel punto considerato le superficie equipotenziali sono orizzontali. Normalmente, in prossimità del suolo, il potenziale cresce coll'altezza, le linee di forza elettriche risultano verticali e dirette verso il suolo, quindi il fenomeno si manifesta come se la superficie terrestre si trovasse ad un potenziale negativo. Ciò si verifica nelle giornate di bel tempo, mentre con cielo coperto e calmo, il campo è in generale più debole che quando il cielo è sereno. La pioggia per lo più abbassa il valore del campo, il quale può anche cambiar di segno con tempi burrascosi. In altri

casi la curva di andamento del potenziale elettrico non presenta alcun mutamento durante piogge abbondanti: variabilissimi sono gli effetti della caligine e della nebbia.

Nelle regioni temperate dell'emisfero settentrionale, in terreno scoperto ed in vicinanza del suolo, il campo elettrico risulterebbe dai 75 agli 80 V per metro in estate e dai 140 ai 180 V per metro nell'inverno. Esso diminuisce in vicinanza dell'equatore. A Batavia il suo valore medio è di 40 V per metro; a Samoa (14° di latitudine S) è di 56,9 V nell'inverno australe, nel periodo degli alisei; di 20,9 V nell'estate australe (stagione delle piogge). Andrée nello Spitzberg, alla latitudine di 78° N, lo trovò non maggiore di 7 od 8 V per metro. Con cielo sereno la variazione annua nei nostri climi temperati presenta un massimo nella stagione invernale fra il dicembre e il marzo ed un minimo nell'estate fra il giugno e il settembre. Il rapporto del massimo al minimo è in generale compreso fra 1, 6 e 2, 5, ma talvolta è assai più grande (9 a Lademburg). Il più delle volte la variazione annua comprende due massimi e due minimi. La variazione diurna è conosciuta meglio di quella annua, e la vicinanza del suolo ne modifica sensibilmente l'andamento. Sembra che la legge di codesta variazione si possa rappresentare con una oscillazione semplice avente un massimo non ben determinato durante il giorno ed un minimo assai accentuato fra le 3^h 30 e le 4^h 30 del mattino. La costante di questo minimo in tutti i luoghi, in tutte le stagioni ed a qualsivoglia altitudine costituisce un fatto molto interessante: esso si presenta con tale nettezza da far pensare che la sua spiegazione potrebbe rappresentare la vera pietra di paragone del valore di qualsiasi teoria sull'origine dei fenomeni elettrici dell'atmosfera.

Il campo elettrico varia allontanandosi dal suolo e le misure fatte in aerostato da Le Cadet hanno dimostrato inconfutabilmente che fra i 1100 ed i 4100 m d'altezza il campo F decresce costantemente secondo la legge sensibilmente iperbolica: $h \times F = \text{cost.}$ Rimane pertanto bene stabilito che, per lo meno a partire da una certa altezza, esiste nell'atmosfera un eccesso di masse positive.

Il campo elettrico dell'aria, anche con cielo sereno, è soggetto a frequentissime variazioni accidentali, in generale brusche e di brevissima durata: esse si manifestano soprattutto di giorno e talvolta possono raggiungere un terzo del valore medio nello spazio di 1/4 d'ora.

Alla sommità della Torre Eiffel, con cielo sereno, le variazioni accidentali toccano parecchie centinaia di volt. La presenza di determinate nubi, ma innanzi tutto la pioggia, la neve, la nebbia, i fenomeni temporaleschi, i venti forti sono altrettante cause di perturbazioni (spesso assai sensibili) di segno variabile nel campo elettrico dell'atmosfera.

Dispersione elettrica. — Ogni corpo elettrizzato, benchè isolato nell'aria, si scarica a poco a poco. Se con a — indichiamo la velocità di scarica di un corpo elettrizzato negativamente e con $a +$ quella di un corpo elettrizzato positivamente il rapporto $\frac{a-}{a+}$ nelle stesse con-

dizioni meteorologiche, risulta ordinariamente compreso fra 0,9 e 1,4 e spesso molto prossimo a 1,2. L'A. opina che dalle sole misure di dispersione poco si possa concludere poichè esse si riferiscono a fatti, i quali non avrebbero fra di loro alcun nesso necessario. Ma lo studio della dispersione elettrica risulta completamente trasformato colla introduzione della nozione di ionizzazione dell'aria.

Ionizzazione dell'aria. — Questa ipotesi conduce ad ammettere l'esistenza di grandi ioni e di piccoli ioni la cui carica è costante e sensibilmente eguale a $3,4 \times 10^{-10}$ unità assolute elettrostatiche. Misure eseguite dal Langevin dimostrano che i grandi ioni, qualunque sia il loro segno, sono coeteris paribus, 50 volte più numerosi che i piccoli ioni. Secondo lui 10 000 sarebbero i grandi ioni di ciascun segno esistenti in un centimetro cubo d'aria, ossia 20 000 in complesso, e quindi 200 i piccoli ioni di ciascun segno nello stesso volume. Altri osservatori in diversi punti del globo avrebbero trovato numeri differenti, ma paragonabili come ordine di grandezza. Però, ad onta dell'accordo delle misure eseguite dal Langevin, dal Pollock, dal Mac Clelland e dal Kennely, il Mathias ritiene che la numerazione e la classificazione dei ioni, essendo operazioni di estrema delicatezza, debbono essere ancora avvalorate da ulteriori indagini. I grandi ioni potrebbero essere le piccolissime goccioline d'acqua che hanno una singolare importanza nella formazione di quelle nebulosità chiamate strati e cumuli le quali si mantengono fra i 1000 ed i 2000 m di altitudine: su codeste particelle si condenserebbe il vapore d'acqua appena si determina la sovrassaturazione e allorchè una massa d'aria umida elevandosi si raffredda per espansione adiabatica, altre goccioline si formerebbero rapidamente ed andrebbero ad ingrossare il nucleo costituito dal ione; quando le gocce sono diventate così grosse che il loro peso faccia equilibrio alla velocità ascensionale esse rimarrebbero ad un'altezza stazionaria. Continuando la massa d'aria a salire essa non può più formare delle gocce altro che per condensazione intorno ai ioni ordinari i quali richiedono una considerevole sovrassaturazione (pressione di vapore eguale a 6 od 8 volte la pressione massima). Per avere quindi un altro tipo di nebulosità formato intorno ai piccoli ioni è necessario salire a regioni assai più elevate, verosimilmente alle regioni dei cirri che si trovano verso i 10 o 12 chilometri e nelle quali, per la temperatura molto bassa, il vapore acqueo, nonchè condensarsi, congela direttamente. Si dedurrebbe da ciò che l'esistenza di due specie di ioni e di due sole sarebbe legata all'esistenza di due specie essenziali di nebulosità: quelle del genere cumulus formate di goccioline d'acqua e mantenentisi nelle basse

regioni dell'atmosfera, quelle del genere *cirrus* che spaziano nelle regioni elevate e sono costituite di sottilissimi aghi di ghiaccio.

Conduttività elettrica dell'aria. — È dovuta ai ioni che essa contiene, i quali si spostano continuamente andando verso il suolo i positivi, ed in senso contrario i negativi. Il risultato di questo duplice movimento è ciò che si chiama la corrente verticale di conduttività fra l'atmosfera ed il suolo la cui carica viene in parte neutralizzata dai ioni positivi che vi si precipitano. Mentre la conduttività ed il campo elettrico dell'atmosfera variano, alla superficie del suolo, nella proporzione approssimata di 1 a 7 o di 1 a 9 (escludendo le regioni artiche ed antartiche), il valore medio della corrente verticale per cm^2 è praticamente costante; ciò che si presenta come un fenomeno curiosissimo ed impreveduto. La corrente verticale varia colle ore del giorno e colle stagioni e la densità media si può approssimativamente valutare di 3.10^{-16} A/ cm^2 corrispondente a 1500 A circa per la superficie totale del globo. Uno dei molti enigmi che non si riesce a spiegare nello studio dell'elettricità atmosferica è l'esistenza e la costanza di senso di codesta corrente. I più interessanti effetti osservati sono quelli dovuti all'avvicinarsi delle piogge e dei temporali; un buon registratore della conduttività dell'aria indica anche con molta sensibilità il principio e la fine della pioggia e l'approssimarsi dei temporali.

Radio-attività dell'aria. — Parecchie sono le cause della radio-attività dell'aria: l'azione delle emanazioni radio-attive costantemente presenti nell'atmosfera e costituite da gas pesanti, quindi più abbondanti nei bassi strati prossimi al suolo, com'è dimostrato dalla forte ionizzazione osservata nelle caverne ed in altre cavità della crosta terrestre; l'azione dei raggi γ , molto penetranti, emessi dalle sostanze radioattive contenute nella crosta stessa; l'azione della luce solare ricchissima di radiazioni ultra-violetti e quella degli elettroni emessi dal sole: queste due azioni esercitano però la loro influenza sopra tutto negli strati più elevati dell'atmosfera.

La quantità di emanazione presente nell'aria è soggetta a grandi variazioni dipendenti dallo stato meteorologico, mentre sembra che la temperatura non v'influisca: diminuisce quando il suolo è coperto di neve, aumenta quando il barometro abbassa, ma questa seconda relazione non è sicura se non nel caso di grandi variazioni barometriche. In generale si hanno valori più alti con venti ciclonici accompagnati da piogge abbondanti o da rapidi scioglimenti di nevi. Al contrario un anticiclone, con tempo secco in inverno, e con temperature molto basse dà i minimi valori dell'emanazione. Secondo Eve l'atmosfera conterrebbe in media 1,4 atomi di emanazione di radio per centimetro cubo.

Studio elettrico delle precipitazioni. — Le numerose ricerche elettriche sulle piogge, sulle nevi, sulla gragnuola, hanno confermato i risultati ottenuti dal Baldit, e cioè le precipitazioni sono talora di segno positivo, tal altra di segno negativo e poichè i cambiamenti di segno sono molto rapidi, gli intervalli fra le osservazioni debbono essere molto brevi, per es. non superiori a 15 secondi. In queste condizioni Baldit è giunto alle conclusioni seguenti:

1. È più frequente la pioggia carica di elettricità positiva che quella carica di elettricità negativa;
2. Il rapporto fra il numero d'intervalli di 15 secondi nei quali le cariche sono positive al numero di quelli nei quali le cariche sono negative è 2,86;
3. Il rapporto fra la quantità di pioggia positiva e la quantità di pioggia negativa è 2,38;
4. Il rapporto della carica positiva totale apportata al suolo per ogni centimetro quadrato alla carica negativa totale pure per cm^2 è 1,36.

In generale le piogge più leggere sono quelle che recano le più forti cariche elettriche per cm^2 .

Correnti Telluriche. — Com'è noto son dovute alle d. d. p., piccolissime in rapporto alla distanza, che si osservano fra differenti punti della superficie terrestre. Tra le variazioni di codeste correnti e le variazioni concomitanti del magnetismo terrestre esiste un certo legame, sembra tuttavia che le correnti stesse non siano, in generale, un effetto del magnetismo terrestre, inquantochè le variazioni della corrente tellurica precedono normalmente di alcuni istanti quelle del magnetismo.

A. Me.

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

La Scuola Officina di Tecnologie del vuoto (Milano, via Cappuccio, 2), riprenderà le sue lezioni ai primi del prossimo novembre, con programma ampliato.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Alcuni dati d'esercizio delle Ferrovie dello Stato. — La « Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane » nel fascicolo del 15 giugno 1923 (pag. 222), pubblica uno studio interessante dell'Ing. D. Serani sul costo dei trasporti sulle Ferrovie dello Stato nell'anno finanziario 1921-1922.

Da esso togliamo i seguenti dati statistici, avvertendo che si riferiscono alla rete principale entro i vecchi confini e non comprendono quindi le linee delle terre redente, della Sardegna e le secondarie sicule e che, per maggiore comodità, i numeri sono stati arrotondati nelle ultime cifre.

a) Servizio viaggiatori.

Il numero totale dei viaggiatori a pagamento trasportati nell'esercizio 1921-22 fu di 143 milioni, così ripartiti:

N.	2.800.000	pari al	2	per cento circa in	1 ^a classe
»	18.700.000	»	13	»	2 ^a »
»	121.500.000	»	85	»	3 ^a »

Assumendo come base il viaggiatore-km, la proporzione riesce sensibilmente spostata e, precisamente su un totale di 600.000.000 di viaggiatori-km, si ebbero:

N.	500.000.000	pari al	5,2	per cento in	1 ^a classe
»	2.300.000.000	»	23,8	»	2 ^a »
»	6.800.000.000	»	71	»	3 ^a »

Ciò dimostra che le prime due classi sono occupate, di preferenza, dai viaggiatori a percorso più lungo.

Il costo del viaggiatore-km è risultato di:

L.	0.465	per la	1 ^a classe
»	0.197	»	2 ^a »
»	0.123	»	3 ^a »

mentre il prodotto corrispondente fu di:

L.	0.253	per viaggiatore-km di	1 ^a classe
»	0.143	»	2 ^a »
»	0.093	»	3 ^a »

Questo sbilancio fra la spesa ed il prodotto ha portato ad una perdita netta di L. 439.500.000.

b) Servizio merci.

Durante l'anno furono trasportate:

Tn.	29.700.000	di merci a	carro completo
»	3.150.000	»	»
»	570.000	di bestiame	(cifra approssimata)

Riferito alla Tn-km il traffico merci fu di:

7.475.000.000	di Tn-km a	carro completo
482.000.000	»	»
110.000.000	»	di bestiame

Il costo medio della Tn-km fu di:

L.	0.266	per le merci a	carro completo
»	1.152	»	»
»	0.655	il bestiame	

Il prodotto corrispondente fu di:

L.	0.163	per Tn-km di merce a	carro completo
»	0.687	»	»
»	0.244	»	»

Anche il bilancio di questo servizio chiude con una perdita netta di L. 1.042.000.000.

Le spese compless. dell'esercizio ammontarono a L. 4.200.000.000. (g. a. r).

*

La locomotiva a turbina Ljungstrom (E. T. Z., 29 giugno 1922, t. XLIII, pag. 892). — L'articolo che si riporta è un riassunto della comunicazione presentata all'assemblea annuale delle Associazioni tecniche svedesi ed ove l'autore descrive la locomotiva da lui immaginata e costruita con l'organo motore costituito da una turbina.

In questo tipo di locomotiva (che con la sagoma europea può raggiungere i 3000 HP ed i 6000 colla sagoma americana) la più grande difficoltà consiste nell'impianto del condensatore. L'autore ha potuto realizzarne uno ad aria nel quale possono circolare 120 m³ per secondo. La locomotiva comprende due telai dei quali uno porta la caldaia, la riserva di carbone ed un riscaldatore d'aria: l'altro porta la turbina, il condensatore e la provvista d'acqua.

L'aria introdotta nel focolaio è riscaldata dai gas ardenti che sfuggono ad una temperatura variabile da 80 a 160 centigradi (nelle locomotive ordinarie essa è da 300 a 350 centigradi).

La lubrificazione è assicurata a mezzo di circolazione d'olio.

L'A. mostra i vantaggi della nuova locomotiva: lo sforzo di trazione, che era di 9,3 con la moderna locomotiva a stantuffo tipo F è ora di 13,5 t. Il consumo di carbone che era di 20,8 kg per 1000 tonnellate-chilometro, si abbassa a 11,6 kg. La caldaia si consuma meno rapidamente e richiede minor manutenzione perchè l'acqua condensata serve all'alimentazione.

Grazie al minor consumo di carbone ed all'uso dell'acqua di condensazione la macchina a turbina può superare le più grandi distanze senza esser alimentata. È così che il percorso Stoccolma-Malmö (450 km) può esser fatto senza rifornimenti. L'A. dimostra infine che la locomotiva a turbina è più economica di quella ordinaria.

G. V.

Errata-corrige.

La Comunicazione alla XXVIII Riunione sociale, pubblicata a pag. 629 del N. 27 del 25 Settembre 1923, avente per titolo: *Disposizioni legislative a favore degli impianti elettro-agricoli*, è stata presentata dall'Ing. Ernesto Giovannoni.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

G. MONTEFINALE — *Valvole ioniche* — (Principi fondamentali — Evoluzione — Applicazioni pratiche alla Radiotelegrafia e Radiotelefonica) — Prima edizione — Tip. «Radio», Genova — Prezzo L. 10 - (Un volume di 234 pagine, formato 25×17 cm, con 150 figure; numero medio di parole per una pagina di testo 350 circa.

Con questa ristampa di una serie di articoli anonimi comparsi nella rivista «Le vie del mare e dell'aria», l'A. si è proposto di pubblicare un libro di volgarizzazione, destinato alla cerchia sempre più estesa di coloro che, per un motivo o per l'altro, hanno bisogno di conoscere qualcosa della moderna radiotecnica e quindi anche di quei tanto preziosi apparecchi, di cui la nomenclatura è ancora pur troppo incerta e che vanno sotto il nome di valvole ioniche, tubi elettronici, triodi, ecc.

Il compito era arduo, sia perchè in codesti apparecchi si mettono a profitto fenomeni fisici assai complessi, sia perchè la varietà dei dispositivi da esaminare è grandissima ed in continua evoluzione.

Dopo un richiamo riassuntivo e necessariamente un po' superficiale di nozioni relative a ioni ed elettroni ed al fenomeno termionico, vengono descritti successivamente i diodi ed i triodi e alcuni dei principali schemi di utilizzazione, in cui essi trovano impiego come rivelatori e come amplificatori. Spiegato il funzionamento dei triodi come generatori si passa ai ricevitori a eterodina e ad autodina ed agli amplificatori a più valvole. Segue la descrizione degli apparati trasmettenti a triodi per radiotelegrafia e radiotelefonica e il volume si chiude con un accenno alla costruzione e alla vuotatura dei tubi elettronici. L'esposizione è arricchita da molti schemi, tratti in grande prevalenza dagli apparecchi della Compagnia Marconi, alla cui produzione è in massima ispirato tutto il volume. Esso contiene nondimeno, a parte qualche lieve inesattezza, una mole considerevole di nozioni utili e può fornire un ottimo ausilio a chi desideri orientarsi in questo campo e voglia trovare una guida per la condotta e per l'uso di apparecchi a triodi.

:: :: DOMANDE E RISPOSTE :: ::

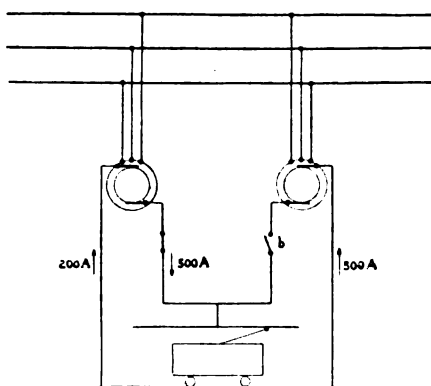
Saranno pubblicate in questa rubrica le domande e le questioni rivolte dai lettori, che presentino un interesse generale, e, successivamente, le migliori risposte ricevute.

Indirizzare domande e risposte esclusivamente alla Redazione de L'Elettrotecnica, Via S. Paolo 10 - Milano.

Domanda N. 3.

Sul funzionamento di due convertitrici in parallelo.

Venne recentemente osservato il fatto seguente in una sottostazione di conversione, in cui sono due convertitrici eguali, da circa 300 kW, trifasi, 50 periodi, 350 V di corrente alternata, adibite a servizio tramviario. Mentre una di esse funziona sotto carico, se si inserisce in parallelo l'altra, questa prende una parte del carico senza che sia stato chiuso il suo interruttore unipolare positivo b sul lato di corrente continua (fig. 1).



- Fig. 1 -

La distribuzione delle correnti è all'incirca quella indicata dalle frecce. La misura di potenza fatta con un wattometro sul lato trifase della convertitrice di destra, indica un effettivo assorbimento di potenza da parte di essa (circa 140 kW). Il funzionamento apparisce regolare salvo un leggero scintillio al collettore della seconda convertitrice.

Come si può spiegare il fenomeno?

O. C.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Echi della Riunione di Venezia

Onoranze al Prof. Lombardi.

La mattina del 5 Ottobre, in una saletta del Palazzo Loredan si sono radunati molti soci della Sezione di Napoli allo scopo di dare al Prof. Luigi Lombardi un segno di ricordo per l'opera svolta a favore della Sezione stessa, di cui fu vanto e decoro per circa venti anni.

L'Ing. Selmo con affettuose parole ricordò parte delle molte benemerenze del Prof. Lombardi e, consegnandogli una medaglia d'oro ed un album con le firme, lo pregò di voler conservare ai soci della Sezione di Napoli la sua ambita benevolenza.

Tutti i presenti vollero, a nome loro e a nome dei soci assenti, confermare la loro devozione ed ammirazione al Prof. Lombardi, il quale sentitamente commosso rispose ringraziando e chiuse l'affettuosa dimostrazione col dire che il ricordo gli era particolarmente caro perchè proveniente da Napoli, a cui lo legano i ricordi più dolci della sua vita familiare e accademica.

* *

Voto proposto dalla Commissione di Radiotelegrafia e Radiotelefonica deliberato dall'Assemblea Generale dell'A. E. I. del 5 Ottobre 1923.

Ripubblichiamo il testo esatto dell'Ordine del giorno votato dall'Assemblea generale, a parziale rettifica di quello incluso nella Cronaca del numero scorso:

L'Associazione Elettrotecnica Italiana:

Considerando le difficoltà che ancora oggi incontrano le Imprese elettriche nell'assicurare fra i loro impianti le comunicazioni indispensabili per la regolarità dell'esercizio;

riconosciuta la importanza che per la risoluzione di tale problema può assumere, oltre al sistema delle onde convogliate, anche quello delle onde elettromagnetiche senza filo, il quale in altri Paesi ha già all'uopo una larga diffusione;

tenuto presente il vantaggio che una vasta sperimentazione di esso potrà apportare, introducendovi ulteriori perfezionamenti, e circoscrivendone mediante opportune disposizioni la interferenza con gli altri servizi di radiocomunicazione:

esprime il voto che

il Governo riconosca la legittimità della nuova richiesta da parte delle Aziende elettriche, e adotti in merito alle domande di concessione per servizi interni di radiocomunicazione, le più sollecite e favorevoli decisioni.

* *

Premio Jona.

A sensi dello speciale regolamento (*Elettrotecnica*, 1921, pag. 327) la Presidenza Generale, la scorsa primavera, chiamava a far parte della Commissione giudicatrice per l'assegnazione del Secondo Premio Jona, i consoci Proff. Bordoni, Lombardi, Lori, Vallauri e l'Ing. G. Semenza. La Commissione, dopo aver preso in considerazione tutti i lavori presentati nel biennio ed aventi diritto al concorso, restringeva successivamente il suo esame a quelli dei consoci Barbagelata, Campos, Emanueli, Norsa e Sartori, riconoscendo di ognuno i notevoli pregi. Infine, ristretto ulteriormente l'esame ai lavori del Barbagelata e dell'Emanueli concludeva la sua relazione alla Presidenza generale con la seguente proposta:

«La Commissione ha pertanto l'onore di proporre a codesta Presidenza Generale che il premio Jona per il biennio 1921-22, venga conferito al gruppo di lavori, parte in collaborazione e parte individuali, pubblicati dai colleghi Prof. Angelo Barbagelata ed Ing. Luigi Emanueli; lasciando poi a codesta Presidenza Generale di decidere se convenga assegnare un solo Premio complessivo, conformemente alla lettera del Regolamento già citato, o piuttosto due «premi individuali».

Il Presidente comunicava la proposta al Consiglio Generale a Venezia il 29 settembre u. s. Il Consiglio la approvava con plauso e deliberava che si dovessero assegnare due premi individuali. A seguito di che, nell'assemblea generale di Venezia, il Presidente Generale diede partecipazione ufficiale al Prof. Barbagelata ed all'Ing. Emanueli del premio conseguito, con parole di vivo compiacimento.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Linee telegrafiche e telefoniche.

L'articolo, dovuto all'ing. SERRA, contenuto nel presente fascicolo, fa seguito a quello dello stesso A. che già pubblicammo nei numeri 13-22 del 1921 e tratta esaurientemente di numerosi altri argomenti, relativi sempre ai materiali d'armamento delle linee a bassa tensione, fra i quali notiamo la protezione dei conduttori in ferro, la natura e la preparazione dei legnami per i pali, e soprattutto, il diligente studio d'un profilo d'isolatore che riesca a conciliare quanto più è possibile le numerose e in parte contrastanti esigenze alle quali deve soddisfare.

Non sfuggirà ai lettori che si tratta di questioni aventi nel momento attuale considerevole importanza in relazione alla progettata ricostruzione in altra località di molta parte dell'odierna rete telegrafica e telefonica italiana, per sottrarla alle perturbazioni causate dalle linee a correnti forti, specie di trazione. Si tratta di lavori che richiedono somme assai ingenti, e che perciò vanno fatti, come si dice, «una volta sola», e nel miglior modo possibile.

Ma poichè le questioni trattate hanno per la maggior parte carattere generale, esse riguardano ogni genere di conduttura elettrica a bassa tensione e su pali in legno; esse interessano dunque moltissime delle nostre grandi Aziende elettriche, fors'anche in vista di quelle applicazioni dell'elettricità all'agricoltura delle quali tanto si è occupato il recente riuscitissimo Congresso della nostra Associazione.

Bonifiche ed irrigazioni.

Diamo appunto oggi il testo di altre due interessanti comunicazioni presentate a Venezia sul problema generale dell'elettroagricoltura e in particolare sull'applicazione dell'energia elettrica alle bonifiche ed alle irrigazioni.

Il Consocio A. VALENTINI nella sua qualità di segretario della ora soppressa Commissione Reale per le irrigazioni, ebbe ad occuparsi dei progetti per le opere di irrigazione, nelle Puglie, e di essi riferisce con l'odierna pubblicazione la quale conclude con la presentazione di un ordine del giorno di cui fu tenuto conto nella compilazione dell'ordine del giorno definitivamente approvato dall'Assemblea.

L'ing. DEL VALLE invece, continuando nei suoi studi di cui già ebbe a presentare un saggio cospicuo nel Congresso di Milano, si occupa della regimazione dei bacini montani in relazione alle bonifiche ed irrigazioni. Si tratta ancora di uno scritto denso di dati statistici che l'autore con un lavoro di analisi, ad un tempo paziente e poderoso, cerca di inquadrare in leggi di carattere generale.

L'impressione generale che si ha dal complesso di questi studi sulle grandi applicazioni dell'energia elettrica, è che il meraviglioso sviluppo di impianti, a cui abbiamo assistito negli ultimi venticinque anni, sia veramente ben poca cosa rispetto a quello che si dovrebbe avere in un avvenire non lontano, quando, superate le crisi d'ogni genere derivate dalla guerra, all'energia elettrica fossero effettivamente affidati tutti gli innumerevoli ed imponenti compiti — dalla elettroagricoltura al riscaldamento, dalla trazione all'illuminazione — a cui essa può e deve essere convenientemente applicata.

LA REDAZIONE.

Elenco dei Fabbricanti in Italia di macchinario e materiale elettrico

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3ª edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di Commercio, Consolati, ecc. E' quindi interesse di tutte le Ditte Costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente, all'Ufficio Centrale - Via S. Paolo, 10 - Milano (3).

POSSIBILITÀ PER LE ELETTRO-IRRIGAZIONI IN PUGLIA

ORONZO VALENTINI



Comunicazione alla XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.
Venezia, ottobre 1923

Nel settembre del 1920 per la mia qualità di segretario della soppressa Commissione Reale per le irrigazioni, il Ministro dell'Agricoltura on. Micheli mi affidò una gradita missione.

Io dovevo presentare alle Deputazioni provinciali di Bari, Foggia, Potenza e Lecce alcuni progetti per medie opere d'irrigazione, allo scopo di farli studiare definitivamente a cure delle stesse Amministrazioni, più idonee nel giudicare della convenienza economica di un'opera irrigua.

L'on. Ministro, che due mesi innanzi aveva rinnovato la Commissione Reale con l'intento di farne un organo d'azione, voleva imprimere alla pratica riguardante il Mezzogiorno un indirizzo realistico, concludente, lontano dalle esagerate costruzioni, improprie alle condizioni di regioni in cui le masse agricole non possono, da un giorno all'altro, saltare dalle colture asciutte alle grandi superfici irrigate con acqua continua accumulata in enormi laghi artificiali; e voleva di più: fare entrare le provincie meridionali nel concetto delle antiche consuetudini irrigue del nord d'Italia, dove le grandi opere, favorite dai grandi fiumi che pingui scendono dalle Alpi, sono il risultato dell'attività secolare di corporazioni, di associazioni, di Comuni, di Sovrani, di Signori che non potevano sottrarsi alle esigenze naturali di vita della Valle del Po.

Riuscii perfettamente allo scopo e le quattro Deputazioni non tardarono a prendere deliberazioni in armonia di codesti concetti. Le prime tre per lo studio definitivo del progetto di derivazione dall'Ofanto «ricco d'onore ma povero di acque», per l'irrigazione primaverile di 10 000 ettari di terreno nei territori dei Comuni di Canosa, Cerignola e Melfi; la provincia di Lecce per lo studio dell'utilizzazione, su 6000 ettari, delle acque di sorgenti sgorganti sul litorale Adriatico, presso Lecce.

Il 2 ottobre tenni in questa città una conferenza sul titolo «Irrigazione e forza motrice», per chiarire la necessità del pronto arrivo delle forze della Sila, sia in rapporto ai progetti di media irrigazione presentati, sia in rapporto ad altre medie, piccole opere realizzabili con l'elevamento delle acque del sottosuolo.

Il problema della Sila era difficile per le ragioni finanziarie create dalla guerra, non impossibile. Per risolverlo occorreva invocare un provvedimento legislativo statale atto ad affrettare la costruzione degli impianti silani, iniziati e sospesi, i più prossimi alla Puglia.

«La Puglia — disse nella conferenza — ha bisogno urgente che le forze idrauliche della Sila arrivino al più presto nelle sue campagne colpite da siccità: per irrigare terreni, per prosciugare paludi, per dare vita a nuove industrie, per muovere tramvie, per dare luce ed energia a città e a borgate, ad ogni casa, ad ogni podere. Ogni anno che passa senza quella forza sono milioni che si perdono — aggiunti, — sono ozi che si alimentano, sono speranze che si spengono, sono passi che si fanno verso lo stato desertico delle terre meridionali; il quale, secondo nuovi studi, aumenta sempre più».

E conclusi: «Come vi fu una legge che affrettò i lavori dell'Acquedotto pugliese, si deve ora invocare una legge speciale per affrettare i lavori della Sila».

L'idea trovò un largo numero di convinti aderenti, in Puglia ed anche fuori.

L'associazione dei Commercianti, industriali, proprietari della provincia di Lecce votò subito un ordine del giorno. Altri ordini del giorno vennero votati dal Consiglio provinciale, da Comuni, da Associazioni, ecc.

Anche la stampa politica della Capitale e quella tecnica di Milano dettero il loro appoggio per la realizzazione dell'idea. Nel numero del 26 aprile 1921, l'*Elettrotecnica*, infatti, in cronaca, l'illustre Ing. Ganassini plaudì alla proposta affermando che la mia conferenza era un indice confortante dell'atteggiamento fattivo del Governo in una questione di tanto vitale interesse, ed aggiunse che «la valorosa crociata, così come aveva trovato il consenso di enti e di associazioni locali, doveva trovare l'appoggio degli Istituti di credito e di previdenza».

Durante il periodo elettorale del maggio 1921, vari deputati pugliesi uscenti espressero il loro avviso favorevole, e l'on. Antonio Salandra, nel discorso del 7 maggio, in Bari, parlando della «patriotica Puglia», disse: «I nostri concittadini vogliono istituzioni, leggi, Governi che assicurino a ciascuno quelle condizioni di esistenza civile che gli individui e liberi aggruppamenti non possono dare. Vogliono la sanità preservata dalle infezioni delle acque e dai mortiferi miasmi palustri... Vogliono, per quanto è possibile, trasformare le acque del contiguo Appennino, ora malefiche nel loro disperdimento, in miracolose produttrici di fertilità e di forza motrice...».

Queste esigenze della Puglia, ormai irriducibili, alla riapertura del Parlamento, noi vedemmo accolte nel progetto di legge dal titolo «Provvedimenti vari contro la disoccupazione», presentato alla Camera dei deputati nella seduta del 22 luglio 1921. Gli articoli 4 e 5 (legge 20 agosto 1921) favoriscono, il primo opere di irrigazione di evidente utilità pubblica, il secondo la costruzione di nuovi impianti idroelettrici del Mezzogiorno e nelle Isole.

Ed ecco come, con un po' della buona volontà di tutti, da Lecce, a Bari, a Milano, a Roma, si riuscì a risolvere uno dei problemi politici, economici e sociali di maggiore importanza per il Mezzogiorno: la Sila!

Si deve ora gratitudine al Governo nazionale se l'art. 5 della legge, dimenticato per qualche tempo, il 12 marzo 1923, venne applicato con tutta solennità fascista, con la concessione di un mutuo di 65 milioni alla Società delle Forze idrauliche della Sila per la pronta esecuzione d'un primo salto.

Oggi ogni buon pugliese guarda con vigile e religiosa attesa alle miracolose forze della *Magna Sila* virgiliana, posseditrice al tempo dei Romani di verdi pascoli e di belle giovenche. Non passa occasione senza che si rivolgano sollecitazioni al Governo Nazionale per rendere ancora più breve il termine fissato per l'arrivo dei «cavalli» che le acque del Neto devono produrre a beneficio della Calabria e della Puglia, innanzi tutto.

Nei primi dello scorso settembre le rappresentanze fasciste delle provincie di Lecce e di Taranto hanno domandato all'on. Mussolini di essere elettrificate «prime», e il Presidente ha riconosciuto al Salento e al Tarentino questo diritto.

Il Tarentino era la terra cara a Virgilio, come ad Orazio, perchè molto progredita nell'agricoltura. È commovente la digressione sull'orticoltura e il giardinaggio tarentino fatta nelle «Georgiche» per le api che amano i giardini olezzanti per i fiori gialli. Egli racconta — la traduzione è dell'Ulpiani — di aver veduto sotto le alte mura di Taranto, un orto impiantato da un vecchio di Corcira sopra un terreno abbandonato, perchè non valeva la pena di ararlo e non era atto nè per il pascolo nè per la vite. Il vecchio, intanto, per primo, coglieva le rose a primavera, e le frutta in autunno; fin nel cuor dell'inverno recideva la chioma dei giacinti; per primo aveva gli sciami e poteva invitare gli amici a bere il miele spumante all'ombra del suo platano.

Questo lieto stato di molteplici colture annue sullo stesso terreno, possibile in Puglia al tempo di Virgilio, «deve» ritornare nella *Siticolosa*... Ma intanto è dovere di tutti fare sparire, almeno attenuare, le gravi cifre che nelle statistiche delle superfici dei terreni a riposo sono addebitate alla Puglia.

Nel dodicesimo 1909-1920, secondo una delle ultime pubblicazioni dell'Ing. Domenico Civita, l'apostolo della elettrificazione delle campagne d'Italia, la Puglia ha avuto 348.000 ettari di terreno in riposo su ettari 1.708.000 in tutto il regno! È una cifra formidabile e dolorosa.

*

«Il problema dell'aridità del Mezzogiorno sarà risolto dalla elettro-pompa» — ha più volte scritto e ripetuto l'illustre Ing. Domenico Civita che, nei rapporti con le provincie pugliesi e in generale con tutto il Mezzogiorno, può considerarsi l'integratore dell'opera di Celso Ulpiani, il grande sostenitore dell'arido-cultura.

Il primo direttore della Stazione Agraria di Bari fondata nell'interesse di una nuova agricoltura nel sud d'Italia, il dotto autore dello studio su «La lotta contro il deserto», pubblicato con il particolare intento di salvare l'economia rurale della Libia e di richiamare l'attenzione delle provincie meridionali italiane sul fatto di essere, esse

soltanto, nel Sud Europeo, le terre non irrigate, nel 1919 scriveva fra l'altro al Consiglio della Stazione agraria di Bari: «Correggere il suolo dove è possibile, correggere il clima dove l'irrigazione lo consente; dove mancano i mezzi per modificare suolo e clima, iniziare un intenso lavoro di scelta di buoni fruttiferi della flora mediterranea e diffonderli al posto del nudo pascolo e della nuda roccia».

Confrontando queste direttive precise dell'Ulpiani con le direttive anche precise dell'Ing. Civita, si trova che l'integrazione è lampante. Anche l'Ing. Civita, nei suoi scritti, propugna l'irrigazione parziale della Puglia, come l'Ulpiani.

Ma non è possibile qui riassumere le numerose pubblicazioni dell'Ing. Civita sull'argomento della elettrificazione dell'agricoltura e specialmente di quella pugliese.

Tuttavia è bene esaminare qualcuna delle sue conclusioni.

Nella Relazione 1922, «Contributo allo studio della irrigazione della Capitanata», del Sotto comitato tecnico della Commissione Reale, l'Ing. Civita e gli altri due relatori (il Prof. De Angelis d'Ossat e il Prof. Gustavo Gasperini) sostengono che con la elettrificazione e la conseguente irrigazione si possono ottenere nella Capitanata risultati agrari sorprendenti.

Ciò dimostrano con esempi calzanti. Eccone uno: «A pochi chilometri da Foggia vi è una piccola opera d'irrigazione con elettropompa per un barbatello che ha reso più dell'85 % con tre o quattro adacquature annue, mentre altro barbatello identico a San Severo non adacquato ha dato il 20 % soltanto».

«Altra elettropompa alimenta altri pingui orti; ed a poca di stanza, una magnifica tenuta, la Villa Giuliana, offre l'esempio della vera oasi. Orto e vigna modello, abbastanza vasti, sono annaffiati con acqua sollevata con noria a maneggio. Tutt'intorno il deserto, entro cui spicca il verde della villa, opera d'un contadino proprietario».

E seguono altri esempi che rivelano come in Puglia l'acqua manca apparentemente e che dove viene utilizzata, con elettropompe o con mezzi più antichi, il giardino va ad occupare il deserto cancellandolo.

Il vantaggio di diffondere l'energia elettrica nel modo più ampio per aumentare notevolmente il foraggio e il bestiame in Capitanata, dice la Relazione. Ciò è evidente dimostrato dai dotti relatori. Si tratta, essi dicono, di adattare prati artificiali con soli 3500 a 4000 m³ di acqua per ettaro, in sette od otto adacquature annue; il che significa estrarre dal sottosuolo non più di 35 a 40 centimetri di acqua per m². Di pascoli artificiali in Capitanata, se ne possono fare decine di migliaia di ettari a beneficio di numeroso bestiame bovino, ora scarso, mentre è utile per la lavorazione del terreno, per carni, latte, pelli, concime, per l'aumento dei grani.

Un'altra conclusione importante del Sotto comitato per la Capitanata è quella diretta ad ottenere un inventario dei pozzi esistenti in Puglia, con la loro portata e profondità, ed una Carta delle zone nelle quali se ne possano eseguire altri di sicuro rendimento; giacchè è necessario indicare agli agricoltori le località in cui è possibile trovare l'acqua con maggiore facilità e quantità.

Una carta illustrativa degli strati acquiferi sotterranei delle regioni in cui non scorrono fiumi o torrenti alla superficie, è indispensabile all'economia regionale e nazionale, come è la Carta illustrativa dei corsi d'acqua d'Italia già compiuta ed ora in revisione.

Per tanto, nel 1908, i pionieri dell'irrigazione nel Mezzogiorno sostennero la necessità dell'impianto in Bari di un Ufficio di Trivellazioni, e il comitato Prof. Cosimo De Giorgi di Lecce, idrologo di fama italiana, in una conferenza tenuta in Bari nel periodo critico delle classiche siccità (1907-1908), sostenne la ricerca degli strati profondi, per assicurare le maggiori risorse idriche; ed egli stesso, lo scorso anno, avanti di morire, pubblicò la Carta idrografica sotterranea della Terra d'Otranto, il che vuol dire la carta delle provincie di Lecce e di Taranto.

Ma l'opera dell'insigne idrologo pugliese va proseguita e perfezionata e pure affrettata, allo scopo di ricavare dal sottosuolo non le limitate risorse superficiali dei pozzi ordinari scavati col piccone, ma le acque scavate con trivella a sensibili profondità, che sono le più abbondanti come nel pozzo Guardati di Lecce. Questo miracoloso pozzo, studiato e diretto dal geologo e architetto romano conte Adolfo Cozza, nel 1896, alimenta una città di 50 mila abitanti e nel 1908 dette 50 vagoni serbatoi al giorno a Bari per dissetarne la popolazione, ora servita dall'Acquedotto pugliese.

La trivella deve preparare la fortuna economica di Puglia, così come la preparò la fortuna della desertica California, ove le piogge rare non sono sufficienti alle coltivazioni agricole.

Quando, nel 1908, volli dedicare a David Lubin, il californiano ideatore dell'Istituto Internazionale di Agricoltura in Roma, un mio primo opuscolo dal titolo «Come irrigare la Puglia», il grande umanitario, in una lunga e indimenticabile conversazione che ebbi con lui, nel suo studio, a Villa Borghese, mi disse: «La California deve

la sua ricchezza alla trivella. Senza questo strumento potente che vede ed indica le ricchezze del sottosuolo, il mio arido paese non sarebbe divenuto quello che è, anche un giardino irrigato largamente dalle acque del sottosuolo che innalzammo dapprima con aeromotori, sostituiti subito, in grandissima parte, da motori elettrici. Penso che anche la vostra terra sia arida come era la mia. Scavate, scavate anche voi, e vedrete che l'aridismo pugliese sparirà ed anche voi avrete « giardini ricchissimi ».

Oggi non meno di 26 mila elettro-pompe sollevano acqua agraria nella già arida California, giardino degli Stati Uniti d'America.

Ma non soltanto negli Stati Uniti si scava e si eleva l'acqua del sottosuolo. La scavano e la elevano i tedeschi, gli inglesi, i francesi, non solo nelle Colonie ma anche in casa propria. In Algeria, in Tunisia, nel deserto del Sahara si scavano numerosi pozzi ed intorno ad essi si spandono bellissime oasi dove la rigogliosa vegetazione e l'abbondanza di acque da bere apportano ristoro ai viandanti.

Venezia è alimentata da pozzi trivellati che le procurano molte migliaia di litri di acqua al giorno. Il Parmense, il Bolognese e il Ferrarese ne posseggono molti, ed oggi in Italia, da nord a sud, non si fa che approvvigionarsi di acqua del sottosuolo sia per uso domestico sia per uso agricolo e industriale.

Concludendo su questo punto, noi affermiamo che la trivella deve essere l'amica degli elettrotecnici d'Italia. Onde li preghiamo di accettare e di approvare l'ordine del giorno che segue al riguardo.

*

E vi è da esaminare un'ultima conclusione: quella della creazione degli Enti intermedi che devono avvicinare le grandi Aziende produttrici di energia elettrica all'agricoltore, assuefatto, in generale, a non adottare metodi nuovi neanche se questi dovessero portare tutto l'oro del mondo.

Quale sarà l'Ente intermedio che provvederà in Puglia alle necessità degli agricoltori il giorno, vicinissimo, in cui le energie prima del Matese e poi della Sila arriveranno nelle quattro provincie pugliesi? Chi anticiperà le spese urgenti per la costruzione delle linee sui fondi e delle cabine? Chi fornirà loro le pompe e i motori elettrici a buone condizioni? Chi provvederà all'impianto delle idrovore se si tratta di prosciugare paludi. Chi penserà allo scavo dei pozzi tubolari? Chi, in una parola, provvederà al finanziamento delle opere necessarie che le Società fornitrici d'energia, in generale, non possono finanziare?

L'Ing. Civita ha indicato quello che si fa all'estero, specialmente in Francia dove già si spende la cifra di oltre un miliardo per elettrificare la campagna fino ai fondi dei singoli agricoltori. Ha esposto anche quello che lodevolmente si fa da noi, dove sono sorti Enti elettro agricoli importanti, come l'Azienda D'Ascani per l'Agro Romano, l'A. P. E. nel Bolognese, l'Electra nel Parmense, la Peloritana nel Messinese, ed altre.

Noi pensiamo che in Puglia il problema si può risolvere mediante l'intervento dell'Ente dell'Acquedotto, chiamato anche per legge ad occuparsi di irrigazione.

Facciamo per tanto i migliori voti perchè l'Ente che disseta gli abitanti della popolosa e piana Puglia, elettrifichi e disseti anche le aride ma fertili campagne pugliesi, e che l'Ing. Gaetano Postiglione, Commissario straordinario dell'Ente autonomo, Presidente dell'Istituto Nazionale per la Cooperazione, e uomo dalle larghe vedute, favorisca la creazione dell'Ente elettrificatore in Puglia.

Ma non soltanto i tecnici economisti come l'Ing. Civita patrocinano la formazione degli Enti intermedi, i soli che possono disciplinare e diffondere il servizio delle elettrificazioni e quello conseguente delle irrigazioni, bonifiche, ecc.; vi hanno anche illustri giuristi e statisti. Nel 1920, l'on. V. E. Orlando, inaugurando la seconda Commissione Reale per le irrigazioni e accennando alle difficoltà giuridiche da vincere per riuscire allo scopo di una larga ed efficace irrigazione nel Mezzogiorno, disse: « Bisogna creare nuove forme giuridiche, nuovi organi che cointeressino obbligatoriamente Enti finanziari, industriali e coltivatori, armonizzando in maniera permanente le loro varie finalità e le corrispondenti attività ».

*

Ed avrei finito.

Ma prima di chiudere queste rapide note e prima di presentare l'ordine del giorno suaccennato desidero offrire al Congresso una piccola ma significativa statistica che valorizza l'opera della Commissione Reale di cui l'Ing. Civita ha fatto insieme all'on. Luigi, all'Ing. Gaetano Ganassini, all'Ing. conte Tournon e ad altri tecnici di valore.

Tale statistica innanzi tutto rivela la tendenza degli irrigatori moderni in Italia, i quali « al costoso canale » sostituiscono l'agile elettropompa.

Centoquarantotto domande furono ammesse al concorso dello Stato, in applicazione del T. U. delle leggi in vigore. Di esse ventitre appartengono al Piemonte; ventisette alla Liguria; sei alla Lombardia; sette al Veneto; quattro all'Emilia; tre alla Toscana; nove alle Marche; quattro all'Umbria; dodici al Lazio; quattro alla Campania; una al Molise; tre alle Puglie; due alla Basilicata; dieci alla Calabria; ventisette alla Sicilia; sei alla Sardegna.

Quanto al tipo dell'opera irrigua, eseguita o in corso d'esecuzione, si conosce che furono impiantate 97 elettropompe e 32 meccanismi di sollevamento d'altro genere, nelle provincie in cui certamente manca l'elettricità. Gli impianti di opere con derivazione da fiumi o da sorgenti furono dieci.

Il numero degli ettari irrigati ammontano a 38 000, di cui 607 nel Piemonte; 55 in Liguria; 1440 in Lombardia; 34 892 nel Veneto; 110 nell'Emilia; 62 nella Toscana; 208 nelle Marche; 26 nell'Umbria; 215 nel Lazio; 18 nella Campania; 14 in Puglia; 76 in Basilicata; 162 in Calabria; 319 in Sicilia; 59 in Sardegna.

Il concorso finanziario dello Stato fu accordato in proporzione delle seguenti spese, approvate come per legge: Piemonte su lire 748 260; Liguria, 416 255; Lombardia, lire 2 179 504; Veneto, lire 32 641 996; Emilia 249 967; Toscana, 85 640; Marche, 179 967; Umbria, 81 000; Lazio, 1 000 351; Campania 185 000; Molise, 78 000; Puglia, 86 401; Basilicata, 175 000; Calabria, lire 1 070 474; Sicilia lire 1 248 074; Sardegna 411 625. In tutto su di una spesa totale di lire 40 876 514.

Le Puglie occupano l'ultimo posto, pur essendo molto fervore fra gli agricoltori in attesa dell'energia elettrica e pur vigilando in provincia di Lecce una Commissione provinciale per l'irrigazione ed il bonificamento, presieduta dal principe Apostolico Orsini, agricoltore veramente benemerito e progredito.

Chechè si possa obiettare, l'Italia si è coperta, o è per coprirsi di altri 38 338 ettari di terreno irrigato sui quali certamente ricaverà una produzione tripla, non solo a beneficio del proprietario e dei coltivatori, ma anche a beneficio dell'Esercizio dello Stato che si rifarà del danaro largito con i contributi trentennali o con premi, come in virtù delle ultime leggi emanate.

Onde bene a proposito tornano le profetiche parole del più grande irrigatore d'Italia — il Conte di Cavour — il quale, iniziando nel 1853 la politica delle acque per l'agricoltura, disse: « Non esistono opere di maggiore utilità di quelle che procurano acqua irrigua alle contrade assetate » — ed anche aggiunse: « che la ricchezza privata ridonda sempre a favore della fortuna pubblica; che l'accrescimento della produzione speciale ridonda sempre a vantaggio dei consumatori, e che le finanze dello Stato finiscono per integrare l'apparente sacrificio compiuto ».

*

Presento il seguente ordine del giorno:

Il Congresso dell'A. E. I.;

Considerato che l'acqua nella regione pugliese è un elemento necessario per i molteplici bisogni della vita i quali reclamano una quantità molto superiore a quella che dà l'Acquedotto pugliese alle popolazioni delle Puglie, le quali sono in continuo aumento;

Considerato che l'acqua è necessaria per alimentare industrie, per la parziale irrigazione della campagna e per favorire la coltura di 348 000 ettari di terreno che per siccità o altro restano in riposo ogni anno;

Considerato che dagli studii, ricerche ed esperimenti compiuti in questi ultimi anni nella regione pugliese, dove oltre una grande quantità di acque freatiche, ve ne è una maggiore d'acque profonde e che per seguire ricerche degli strati oltre i 40 metri, occorrono trivellazioni adeguate;

Considerato che la base dell'irrigazione ed anche delle ricerche è la disponibilità di una importante quantità di energia elettrica, sia per azionare pompe, sia per azionare trivelle;

fa voti

a) perchè lo Stato d'accordo con gli Enti competenti locali pugliesi istituisca un vero e proprio servizio di ricerche e di identificazione delle acque sotterranee con speciale riguardo alla regione Pugliese;

b) perchè si faccia una Carta idrografica del sottosuolo di Puglia ai fini della maggiore alimentazione idrica di una regione che con l'acqua è giardino, senza è deserto;

c) perchè, in relazione ai risultati delle dette ricerche, lo Stato studi tutti quei provvedimenti atti a rendere economicamente conveniente l'utilizzazione di tali acque mercè l'elettrificazione o con altri mezzi per favorire le trasformazioni culturali della Puglia e di altre regioni italiane che si trovano in identiche condizioni fisiche.

*

RIASSUNTO per Regione e per Provincia delle spese approvate dal Ministero per l'Agricoltura ed ammesse al concorso dello Stato. (T. U. 2 ottobre 1922, n. 1747).

REGIONE e PROVINCIA	N° delle domande di concorso	Numero degli ettari irrigati		TIPO degli impianti			S P E S E approvate per	
		Pro- vincia	Re- gione	elettropompe	altro sollevamento	derivazioni	Provincia in Lire	Regione in Lire
Piemonte								
Alessandria . . .	18	363	607	18	—	—	448 444	748 260
Novara . . .	4	204		2	1	1	189 816	
Torino . . .	1	40		1	—	—	110 000	
Liguria								
Genova . . .	14	32	55	13	1	—	233 024	416 255
Porto Maurizio	13	23		7	1	5	183 231	
Lombardia								
Bergamo . . .	2	136	1 440	2	—	—	106 904	2 179 504
Brescia . . .	2	1 235		—	—	2	2 050 000	
Cremona . . .	2	69		1	—	1	22 600	
Veneto								
Verona . . .	6	1 892	34 892	5	—	1	10 526 996	32 641 996
Treviso . . .	1	33 000		—	—	1	22 115 000	
Emilia								
Forlì . . .	1	1	110	—	1	—	21 300	249 967
Piacenza . . .	3	109		—	—	1	228 667	
Toscana								
Firenze . . .	2	61	62	2	—	—	80 700	85 640
Lucca . . .	1	1		—	1	—	4 940	
Marche								
Ancona . . .	9	208	208	8	1	—	179 967	179 967
Umbria								
Perugia . . .	4	26	26	4	—	—	81 000	81 000
Lazio								
Roma . . .	12	215	215	10	—	2	1 000 351	1 000 351
Campania								
Caserta . . .	3	14	18	2	1	—	121 000	185 000
Napoli . . .	1	4		1	—	—	64 000	
Molise								
Campobasso	1	75	75	—	—	1	78 000	78 000
Puglie								
Foggia . . .	1	3	14	—	—	(1)	5 000	86 401
Lecce . . .	2	11		—	2	—	81 401	
Basilicata								
Potenza . . .	2	76	76	—	—	2	175 000	175 000
Calabria								
Cosenza . . .	2	12	162	—	—	2	23 000	1 079 474
Reggio . . .	8	150		3	5	—	1 056 474	
Sicilia								
Catania . . .	5	107	319	3	2	—	223 361	1 248 074
Messina . . .	6	49		3	3	—	185 400	
Palermo . . .	3	29		3	3	—	298 332	
Siracusa . . .	13	134		6	6	1	540 981	
Sardegna								
Cagliari . . .	4	48	59	2	2	—	345 300	441 625
Sassari . . .	2	11		—	2	—	96 325	
Totali	148	38 338		97	32	19	40 876 514	40 876 514

(1) Sussidio una volta tanto concesso per incoraggiare un'opera costruita all'atto della domanda.

Statistica degli Impianti Elettrici in Italia Nuova Edizione del 1° Volume

È uscita la seconda edizione del 1° Volume della Statistica coi dati elettrotecnici riguardanti anche tutti i Comuni delle terre redente coll'indicazione delle rispettive Provincie.

Volume di pag. 515: prezzo L. 20.-
più postali L. 2.-

Dirigere vaglia all'Associazione Elettrotecnica Italiana
Via S. Paolo 10 - Milano (3).

REGIMAZIONE DEI BACINI MONTANI E LORO RAPPORTI COLLE BONIFICHE ED IRRIGAZIONI □ □ □ □ □ □ □

GIORGIO DEL VALLE



Comunicazione alla XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.
Venezia, ottobre 1923

La distinzione correntemente usata tra Bonifiche ed Irrigazioni è puramente convenzionale, e non deve ledere la unitarietà del concetto idrologico, che è quello della regimazione o correzione del « malgoverno » delle acque rispetto ai desiderata fisiologici delle colture agricole.

Che si tratti di tener bassa la falda che invaderebbe le radici delle giovani pianticelle, oppure di innalzarla per promuoverne la nascita, colla irrigazione, si ha un provvedimento variabile cronologicamente e quantitativamente, ma sempre un provvedimento di governo, ossia di regolazione delle acque.

Tra i mezzi di cui disponiamo, primo fra tutti si presenta quello idrico: irraggiare le acque montane e lanciarle, coll'ausilio della elettricità, alla conquista e redenzione delle terre in basso.

Si tratta di studiare il funzionamento idrologico di questo gigantesco ariete idraulico, a trasmissione elettrica.

Da un lato, gli afflussi al serbatoio generatore montano, con una caduta, poniamo, dell'ordine di grandezza di 50 m, dall'altra innalzamenti di 2-4 m in Bonifica, o di una 20^a di m per la irrigazione. Il giuoco regimale tra i due bacini determinerà il genere delle erogazioni e la tarifficazione da applicarsi, e il divario massimo tra queste e gli afflussi fisserà la quota di immagazzinamento o di capacità regolatrice necessaria per il servizio del Bacino ricevitore.

L'analisi potrà compiersi: a) globalmente, in prima approssimazione, per l'anno medio idrologico; b) tenendo conto delle effettive anomalie annue o mensili, scegliendo quelle entro i limiti di una criticità d'ordine prestabilito da criteri pratici subentrando lo scarico delle piene, o la riserva termica, per un dato ordine di anomalie positive o negative.

Se la enunciazione del problema è agevole, non altrettanto se ne presenta la soluzione, massima per un privato studioso, alla scorta del materiale ufficiale disponibile. Gli Uffici idrografici, per la loro recente creazione, e pel criterio lodevole di non arrischiare pubblicazioni che sulla base di esperienze prolungate, stanno ancora raccogliendo dati: le Aziende di Bonifica, che cortesemente avevano aderito a comunicarci le loro osservazioni, non giunsero in tempo a stralciarle. Chiediamo dunque venia se la presente modesta nota si risente di queste lacune.

Però il programma qui tracciato genericamente potrà, ce lo auguriamo, servir di guida per una migliore e più concreta elaborazione.

Bonifiche: Esame idrologico medio.

Prendiamo a titolo di esempio quale Bacino generatore quello pluvio-alpino dell'Adige a Trento: (da registrazioni del Bureau Idrografico austriaco 1901-12), e quale Bacino ricevitore quello litoraneo delle grandi Bonificazioni Ferraresi (dati dell'ing. Pasini, vedi anche Memoria dello scrivente, *Elettrotecnica* N. 30, 25 ottobre 1922). Si considera 1 km² di ciascun bacino.

Nella seguente tabella, ed illustrati anche nel grafico Tav. 1, fig. 2, sono contrapposti i medi afflussi modulari ed i medi innalzamenti per i due bacini, in mm/mese, che mediamente moltiplicati per 0,382, darebbero lit/sec km².

Adige a Trento		Gdi.	Bonific. Ferraresi
Mese	Afflussi q m/m mese	Innalzamenti m/m mese	Erogazioni montane m/m mese
Gennaio	28	21,3	3,0
Febbraio	26	39,8	5,5
Marzo	37	28,3	3,9
Aprile	61	17,4	2,4
Maggio	106	14,4	2,0
Giugno	150	7,5	1,0
Luglio	124	4,2	0,6
Agosto	98	2,8	0,4
Settembre	69	6,3	0,9
Ottobre	54	23,—	3,2
Novembre	57	28,8	4,0
Dicembre	42	25,4	3,5
Anno	q _m = 852	219,2	30,4
Media precip.	1096	705	
Rendimento modulare	0,78	0,31	

Come vedesi, i volumi annui stanno tra loro circa come 4 : 1. Emerge dal grafico la radicale diversità delle distribuzioni regimale, con opposizione estiva ed inverno-primaverile, mancando nei mesi di fusione delle riserve solide montane, *Gn, Lu*, la contropartita in basso.

Anche senza l'effetto regolatore di una diga, gli afflussi montani coprirebbero largamente i bisogni della bonifica, (ad eccezione del febbraio), ammesso parità di volumi ed altezze.

Il massimo innalzamento di 39,8 mm nel febbraio, corrisponde ad una deviazione o media anomalia del + 117 % in confronto dell'innalzamento medio, il minimo di 2,8 ad una anomalia del - 84,5 %, mentre in alto gli afflussi massimo e minimo di 150, e 26 rispettivamente, darebbero anomalie del + 111 % e - 63 %.

La distribuzione integrale delle anomalie è determinante per la capacità regolatrice del bacino, come vedremo in seguito.

Ammesso dunque un salto dell'ordine di grandezza di soli m 50, una media prevalenza in Bonifica di mediamente m 2,50, e rendimenti: opere idr., turbine, generatori, trasmissione a. t. in complesso del 60 %; sottotrasformazione, distribuzione, elettromotore, idrovora, di altro 60 %, si avrebbe in complesso tra energia idrica nominale in alto e volumi innalzati in basso la proporzione:

$$\frac{1 \times 2,50}{0,60 \times 0,60 \times 50} = \frac{1}{7,2}$$

col qual fattore sono moltiplicati gli innalzamenti per ottenere le corrispondenti erogazioni dal serbatoio montano. (V. finca III della tabella: i 219 mm richiederebbero così soli 30 mm di erogazione (3,5 per cento degli afflussi, km² contro km²; ossia, per servire 100 km² di bonifica basterebbero le erogazioni regolate di 3,5 km² in alto.

gazione mensile di circa 5 mm al mese, contro 10,75 mm, ciascuna valevole per i rispettivi tempi, ossia:

$$\frac{10,75 \text{ mm}}{6 \text{ giorni}} : \frac{5 \text{ mm}}{30 \text{ giorni}} = 10 : 1$$

quoziente tra potenza massima e media, sempre per condizioni medie modulari, mancandoci i dati effettivi del servizio per concretare il calcolo.

Tali i dati determinanti per la tarifficazione da applicarsi, mentre la quota di capacità regolatrice suppletiva per il fatto del servizio Bonifica risulterebbe come segue: (Tav. I, fig. 1).

La capacità regolatrice senza servizio Bonifiche sarebbe risultata per la media erogazione modulare di 852 mm, pari a 194 000 m³, km² A. Limitando la prima a 852-30 = 822 mm, si rende necessaria la capacità suppletiva di 5/12 di 30, ovvero 12,5 mm (12 500 m³/km²), innalzandosi quindi la capacità a 207 500 m³/km² A, con una immobilizzazione del 6,2 % circa per tal fatto. Tanto nei riguardi del capitale d'impianto.

Tutto ciò naturalmente in linea di orientamento approssimativo, giacché un serbatoio così regolato sarebbe alla mercé della prima annata critica sopravveniente.

Dovremo quindi dirigere l'indagine in questo senso.

Prima però abbiamo creduto interessante riassumere in un quadro comparativo, Tabella C, le condizioni medie regimali di tutta una serie di bacini Padani, cui abbiamo aggiunto altri a titolo di confronto. I dati sono desunti da pubblicazioni e vari progetti:

Per il Po, eminente collettore della intera regione, considerato

Quadro regimale e Regolazione per l'anno medio.

TABELLA C.
v. Grafico TAV. C.

0	B A C I N I												
AFFLUSSI MENSILI m/m	G di Bon Ferrara 1900-09	Po a Pontelagoscuro 1807-1907	Lago di Garda 1896-1910	Adige a Trento 1901-1912	Tanaro (arrù)	Tanarello Negrone	Ceno	Arda	Brasimone	Toce Devero 1903-1918	Arno a Firenze 1851-1863	Isonzio a Cessozia	Verbano 1885-1891
Gennaio	21,3	39, -	26,4	28	37,5	12,9	45,2	30,8	228	26	50	113	44,5
Febbraio	39,8	34,3	31,3	26	43,8	18,6	33, -	45,6	130	21,2	40	100	39,2
Marzo	28,3	41,3	53,7	37	112,3	80,4	343, -	149, -	184	16,4	50	136	62,3
Aprile	17,4	45,7	68,4	61	117,7	159,2	107, -	69,5	183	174,7	36	206	128
Maggio	14,4	62,3	111,3	106	147, -	241, -	52,8	29,2	85	207,3	32	444	240
Giugno	7,5	70,3	106, -	150	51,8	78, -	29,3	21,5	76	210,6	15	391	223
Luglio	4,2	50,4	73,6	124	13,1	12,6	16,1	8,6	45	164,9	9	262	160
Agosto	2,8	40,1	56,5	98	6,9	10,2	16, -	10,2	29	136,7	7	194	142,7
Settembre	6,3	45,5	45, -	69	34,2	40,6	41,3	24,9	27	126,2	14	183	140,9
Ottobre	23, -	61,8	56,2	54	97,5	102, -	108,7	88,5	96	217,5	30	360	197,4
Novembre	28,8	61, -	50, -	57	68,5	70, -	168,5	87, -	193	35,6	60	293	137, -
Dicembre	25,4	49,2	40,6	42	82,4	32,2	28,4	50,6	197	30,8	48	274	69, -
Media Afflussi m/m: anno	219	600	719	852	812	857	939,3	621,3	1473	1368	391	2960	1585
" " " : mese	18,2	50	60	71	67	72	78,2	51,7	123	114	32,6	247	132
lit/sec Km ²	6,95	19,1	22,9	27,1	25,7	27,2	29,7	19,7	46,8	43,6	12,4	94	50,3
Max	39,8	70,3	111,3	150	147	241	343	149	228	217,5	60	444	240
Min	2,8	34,3	26,4	26	6,9	10,2	16	8,6	27	16,4	7	109	39,2
Anomalia modulare . .	203 %	72 %	142 %	175 %	209 %	320 %	420 %	2/1 %	163 %	176 %	163 %	136 %	152 %
Media { Capacità m ³ /km ² Anno	58.700	40.900	119.300	194.000	175.000	276.000	287.000	165.000	380.000	440.000	88.520	431.800	317.000
Media { assoluta										(236.000 esistono.)			
Media { relativa in % del modulo	26,8	6,8	17	22,7	21,5	32,2	30,5	26,6	25,8	32,2	22,6	14,5	20
Piovosità media m/m sul Bacino	705	1186	1180	1094	1360	—	1510	—	(1237) (diga)	1560	1150	3300	1780
Rendimento modulare .	0,31	0,51	0,61	0,79	0,60	0,55	0,61	0,65	—	0,88	0,34	0,90	0,89
Area in Km ²	—	70.000	2.260	9.828	1.457	137	112	87	—	55	5000	250	6.200
												(carsico)	

Le punte massime del servizio sono determinate dai periodi di piena in bonifica: essendosi trovato nella lunga pratica in simile caso un coefficiente idrometrico empirico, per comprensori sui 300 km², corrispondente ad 1 a 1,5 lit/sec ha di affluenze alle idrovore, questo equivale a lit/sec km² 150, o al volume di 150 × 10⁻³ × 86 400 × 6 pari a 77 500 m³ per ogni periodo di piena, con sei giorni di corrivazione; tale volume corrispondendo a 77,5 mm di lama innalzata, si avrebbe una erogazione di 10,75 mm in alto, in modo che cinque piene in media all'anno assorbirebbero circa il 6 % della totale erogazione annua disponibile di 852 mm.

Mentre dunque in Bonifica la potenza da installarsi per ogni km² bonificato si aggirerebbe, con medi m 3,50 di prevalenza in tempo di piena, intorno a:

150 kg × 3,50 m : 75 = 7 HP dinamici idr. pari a 10 HP all'asse della idrovora, ovvero circa 19 HP idrici nominali in alto, si avrebbe, per le potenze in partenza nei mesi di novembre e febbraio, in cui si verificano mediamente le piene, la proporzione di una media ero-

quale bacino tipo, le Effemeridi idrometriche di Pontelagoscuro ne illustrano le vicende ultrasecolari, costituendo un vero codice idrologico. Per il Garda, dalla Memoria Ing. De Marchi. Per l'Arno a Firenze, da calcoli dello scrivente sulla scorta delle uniche registrazioni esistenti, del periodo 1851-68, eseguite dall'Ing. Municipale Canevari (senza garanzia, però della invariabilità della sezione in quel periodo). Per il Devero dalla memoria Ing. Ganassini (Annali C. S. A., 1919). Per il Verbano, dall'aurea monografia del Fantoli 1893. Per l'Isonzo, da dati del progetto Brigiuti-Giorgi. Per i Bacini Appenninici, dalla Memoria dell'Ing. M. Giandotti in *Elettrotecnica*, settembre 1922.

Per tutti si sono segnati, oltre i valori medi mensili, quelli delle anomalie mensili massima e minima, la oscillazione totale di queste, la media capacità regolatrice per erogazione modulare, tanto «relativa», in per cento del valore del modulo, come «assoluta», in m³/km² Anno, la media precipitazione sul bacino ed il rendimento relativo, non chè l'area apparente in km².

TAVOLA I.

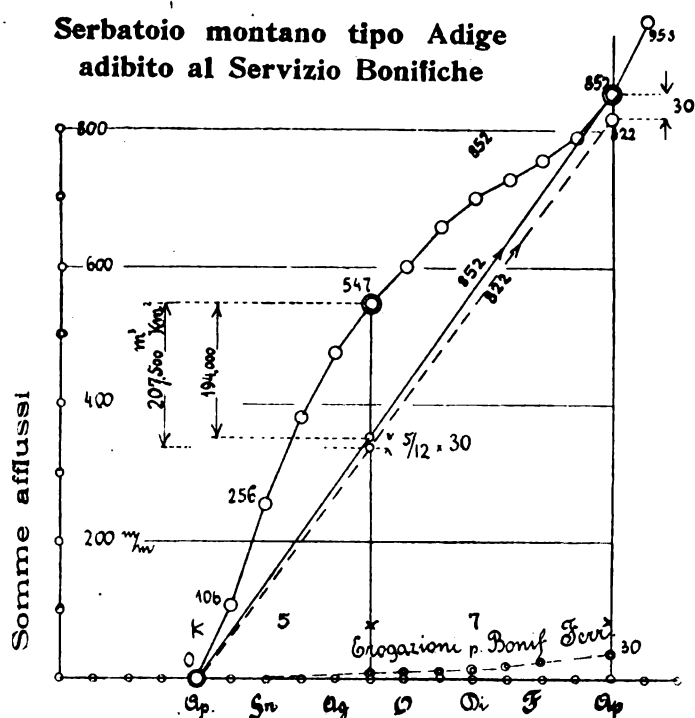


Fig. 1

La tabella andrebbe utilmente completata con dati relativi all'Italia centrale e meridionale; osserviamone alcune particolarità:

Della capacità di regolazione relativa e assoluta dei bacini imbriferi poco esiste nella letteratura: qualche accenno nella Memoria del Consiglio Superiore delle Acque, Serv. Idr. « Il problema delle riserve idrauliche », presentata allo scorso Congresso della A. E. I.

Altro studio, del Comitato Idrotecnico della A. E. I., basato sulle condizioni di fatto degli impianti Lombardo-Piemontesi e Veneti, e su premesse di erogazioni industriali medie, calcolandosi praticamente le percentuali di deficienza dell'energia sulla base delle condizioni del 1920, e l'ordine di grandezza degli impianti d'integrazione sia idrica che termica con speciale riferimento all'evento catastrofico del 1921-22, ma non ad anomalie di un ordine determinato.

*

I valori della capacità *relativa*, oscillanti tra 7 % (per una regolazione ipotetica del Po a Pontelagoscuro), e 32 % per i Bacini nord

TAVOLA C.

Regolazione modulare

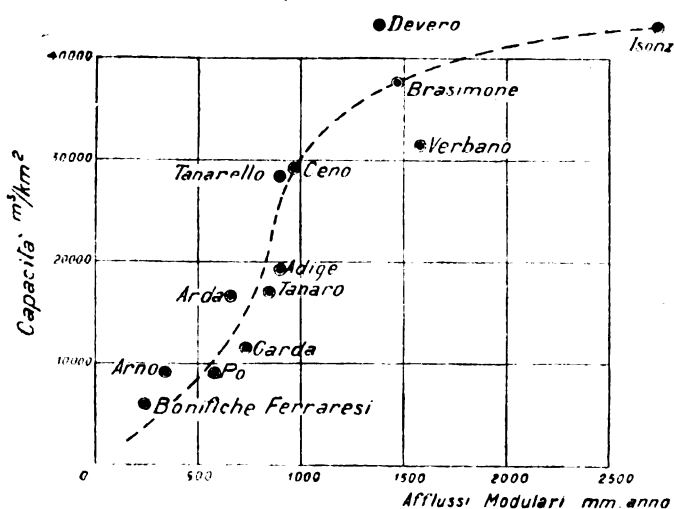


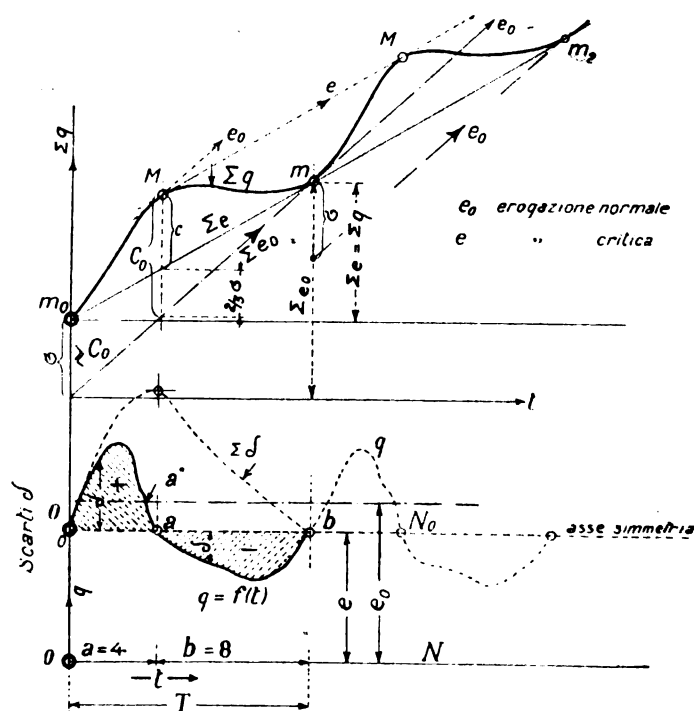
Fig. 2.

(194 000 contro 88 000) seguendo naturalmente la identica proporzione.

Più significativi in questo senso sarebbero i valori della capacità *assoluta*, se anche nei ricchi bacini la regolazione comprendesse la captazione dei mesi di piena, ciò che porterebbe naturalmente a dimensioni dei serbatoi non pratiche: esempio il Devero, l'Isonzo,

TAVOLA D.

Regolazione degli scarichi di $q = f(t)$



ecc. Con questa riserva, e sempre a titolo di confronto, si è tracciato nel Diagramma, Tav. C, il quadro della dipendenza delle capacità assolute dalla somma integrale degli afflussi modulari, ricchezza teorica dei bacini. Essa segna un interessante andamento nei Bacini, procedendo dal piano al monte, e, data la estesa gamma di questi, in linea morfologica e climatica, che esula dal carattere regionale, il fenomeno accenna ad un carattere forse d'ordine fisico, e andrebbe annoverato tra quelli segnalati in altra memoria dello scrivente. (Vedi *Elettrotecnica*, N. 30).

TAVOLA I.

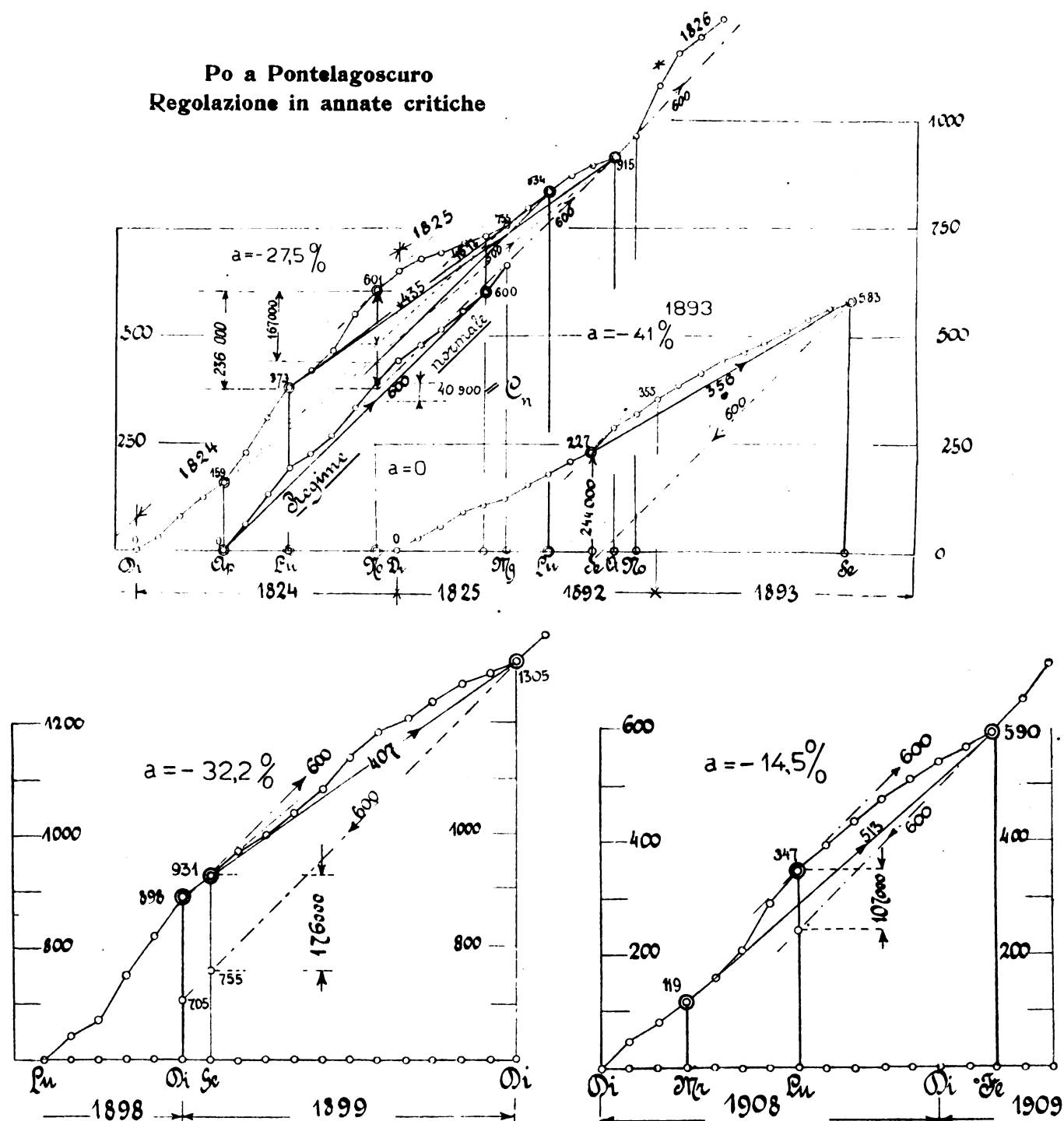


Fig. 3.

Regolazione in annate critiche.

Prima di abordare il tema della regolazione dei bacini nei casi di anomalie sia concessa una breve digressione, ad illustrare un breve procedimento analitico seguito nel calcolo relativo.

È noto (Tav. D), come la tangente alla curva integrale degli afflussi Σq , parallela alla curva integrale delle erogazioni regolate, Σe , determina i punti di massimo svasso o invaso del serbatoio, e la minima capacità regolatrice necessaria, c .

Per una altra erogazione e_0 , qui assunta superiore alla prima, costituendo così l'esempio di una anomalia di magra e rispetto al regime normale e_0 , la capacità critica necessaria diverrà C_0 , superante la prima di un segmento pari agli $8/12$ dello squilibrio σ tra le due erogazioni integrali.

Con tale squilibrio σ occorrerà iniziare il servizio all'inizio del ciclo, ammessa sempre una funzione periodica, e che la tangente alla nuova inclinazione Σe_0 non sposti il ritmo del ciclo ($a : b$), qui ($4 : 8$) ciò che è di regola per l'analisi per mesi interi.

Mentre nel primo caso la regolazione era « perfetta », ora essa è squilibrata del valore σ .

In altri termini: sarà sempre possibile, (v. parte inferiore della figura), per una simile funzione $q = f(t)$, tracciare un asse di sim-

metria rettilineo $O_0 N_0$ bilanciante le aree degli scarti $+\delta$ riferiti a quell'asse, distante di e dal primo asse arbitrario ON , cui si riferiscono le ordinate della funzione q .

Costruendo la curva integrale $\Sigma \delta$ degli scarti, (che non è che la ripetizione ortogonale della curva integrale degli afflussi) essa presenterà nelle sue culminazioni o intersezioni dell'asse di simmetria i punti ora di massimo squilibrio, ora di equilibrio progressivi degli scarti. La oscillazione totale tra le culminazioni massima e minima segnerà il massimo squilibrio integrale degli scarti, o anomalie, rispetto alla media aritmetica del periodo T .

Il procedimento si ridurrà dunque semplicemente, a calcolare gli scarti, positivi o negativi, della funzione data, dalla media aritmetica del periodo considerato, qui 1 anno, e sommarli, progressivamente, per avere nella somma dei massimi squilibri il valore ricercato della regolazione minima, ossia della capacità critica: si otterrà pure il ritmo $a : b$, del ciclo.

Il calcolo potrà iniziarsi arbitrariamente da un mese qualsiasi, ed eseguirsi anche per deviazioni da un determinato valore qualsiasi di e_0 , nel qual caso, vi è, come si è accennato, squilibrio di regolazione.

Le due tabelle seguenti illustrano il metodo.

Adige a Trento. — I) Anno medio normale 1896/1910

Mese	Afflussi m/m mese	Scarti + δ	da 71 mm — δ	Somme δ fine mese
Gennaio	28		43	— 43
Febbraio	26		45	— 88
Marzo	37		34	— 122
Aprile	61		10	— 132
Maggio	106	35		— 97
Giugno	150	79		— 18
Luglio	124	53		+ 35
Agosto	98	27		+ 62
Settembre	69		— 2	+ 60
Ottobre	54		17	+ 43
Novembre	57		14	+ 29
Dicembre	42		29	0

Anno 852 + 194 — 194 Cap. Reg. : 132 + 62 =
 pari a 71/mese 194 mm = 194 000 m³/km² A. (Normale).

II) Adige a Trento: Regolazione per l'anno 1906, con $\Sigma q = 740$ mm e quindi anomalia di magra $\alpha = -12,42\%$.

Mese	Afflussi q m/m mese	Scarti + δ	da 61,6 mm — δ	Somme δ fine mese
Gennaio	22		39,6	— 39,6
Febbraio	15		46,6	— 86,2
Marzo	26		35,6	— 121,8
Aprile	49		12,6	— 134,4
Maggio	105	43,4		— 91,0
Giugno	121	59,4		— 31,6
Luglio	112	50,4		+ 18,8
Agosto	82	20,4		+ 39,2
Settembre	49		12,6	+ 26,6
Ottobre	28		33,6	— 7,0
Novembre	93	31,4		+ 24,4
Dicembre	38		23,6	+ 0,8

Anno 740 Cap. Reg. 134,4 + 39,2 =
 Media 61,6/mese = 173 600 m³/km²

Ritmo : mesi 4 : 8

Squilibrio contro 846,8 mm normali : 106,8

Capacità 1906 contro Normale : 173,6 + 8/12 106,8 = 244 000 m³/m²

Cap. normale : Cap. Critica = 194 000 : 244 000 = 100 : 126.

Regolazione di Bacini Padani 1896-1910.**Regolazione in annate critiche.**

Ho tentato apportare un contributo alla interessante questione della regolazione dei Bacini in relazione alla anomalia regimale illustrando, per il periodo 1906-1910, le oscillazioni dei valori della capacità di regolazione per il Po a Pontelagoscuro, quale base, in confronto con due Bacini della regione, il Garda e l'Adige. (Per quest'ultimo disponevamo pur troppo dei soli valori 1901-1910.

Nella Tabella B, ed illustrate dalla fig. del Tav. II, sono registrate le anomalie modulari annue rispetto al valore medio del periodo normale (piena e magra).

Il parallelismo tra le fluttuazioni unitarie di Po e Garda è notevole (media anomalia 8 %), mentre l'Adige, di area e riserve maggiori, oscilla di circa metà (anomalia media 4,8 %).

Regolare anche l'involuppo dei minimi e massimi delle oscillazioni nel Po (punteggiate nella fig. 1).

Il Bacino delle Gdi. Bon. Ferr. è segnato a titolo comparativo : le sue anomalie regimali potendo essere influenzate da criteri culturali.

I valori massimi raggiunti nel quindicennio considerato (il quale a sua volta starebbe circa 9 per cento sotto la normale secolare del 1807-1907), sarebbero, per il Po :

Massimo + 36 % (1901); minimo — 37 % (1899).

Contro + 36 % e — 24 per il Garda e + 16 % e — 12 % per l'Adige.

In una elaborazione più rigorosa, si avrebbe dovuto integrare da principio a fine del periodo, per avere il bilancio progressivo delle anomalie, essendoci naturalmente compenso vicendevole.

Si sono poi calcolate per alcuni casi di magra, le capacità di regolazione teoriche che sarebbero state necessarie per bilanciare la somma annua degli afflussi, e che chiameremo capacità critiche. (I valori per le capacità di piena hanno anch'essi valore teorico comparativo, poi che parte delle esuberanze si sarebbero naturalmente escluse dal bacino regolato).

Si nota che, per avere un criterio unitario e valori confrontabili, si è assunta l'ipotesi sopra accennata del ripetersi del regime critico nel principio dell'annata consecutiva a quella considerata, ipotesi

TABELLA B.**Anomalie modulari di Bacini Padani e Regolazione 1896-1910.**

ANNO	CAPACITÀ DI REGOLAZIONE ASSOLUTA in m ³ /km ² Anno										RELAZIONE: Cap. normale Cap. critica di magra = 1 in	
	Po a Pontelagoscuro misto: 70.000 km ²					Lago di Garda (piuvia glaciale) 2.260 km ²					Adige a Trento (alpino) 9.830 km ²	
	Gdi. Bon. Ferraresi (litranco)					Garda					Adige	
	q m/m	Indice	anomalie + δ	q m/m	Indice	anomalie + δ	q m/m	Indice	anomalie + δ	q m/m	Indice	anomalie + δ
1896	728	110	10	842	115,6	15,6	945	111,6	11,6	207	94,5	5,5
1897	690	104,5	4,5	691	94,6	22,3	794	94	11,6	262	119,5	19,5
1898	866	131	31	893	123,3	33,3	770	91	13,2	393	179	79
1899	416	62,9	37,1	551	75,6	24,4	770	91	13,2	221	101	1
1900	624	94,8	5,2	534	87	13	905	106,8	6,8	272	124	24
1901	900	136	36	982	134,6	34,6	740	87,6	12,4	305	139	39
1902	606	91,6	8,4	632	86,6	13,4	816	96,3	3,7	200	91,4	9,6
1903	638	104,4	4,4	766	105	5	785	92,6	7,4	200	64,4	35,6
1904	630	95,4	4,6	737	101,4	1,4	763	91	9	134	61	39
1905	754	114	14	840	115	15	986	116,2	16,2	—	—	—
1906	519	78,7	21,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1907	609	92,3	7,7	582	79,5	20,5	—	—	—	—	—	—
1908	540	81,9	18,1	587	80,6	19,4	—	—	—	—	—	—
1909	483	73	27	605	83	17	—	—	—	—	—	—
1910	797	121	21	853	117	17	—	—	—	—	—	—
1896-1910	660	(100)	120,9	728	(100)	110,9	846,8	(100)	47,8	47,5	162,5	163,2
1807-1907	600	(91)	120,9	728	(100)	110,9	846,8	(100)	47,8	47,5	162,5	163,2
1901-1910	652	(99)	120,9	728	(100)	110,9	846,8	(100)	47,8	47,5	162,5	163,2
Medie anomalie Indici			$\alpha_m = +8,3\%$ (1)			$+8\%$ (1)			$+4,8\%$ (1/2)		$+16,3\%$ (2)	

leggermente sfavorevole, in quanto generalmente ad una annata di magra ne segue una compensatrice.

La capacità critica sorpasserebbe così nel periodo considerato in alcuni casi, come per il *Garda* nel 1899 e 1908, il limite segnato

TAVOLA II.

Anomalie 1896-1910.

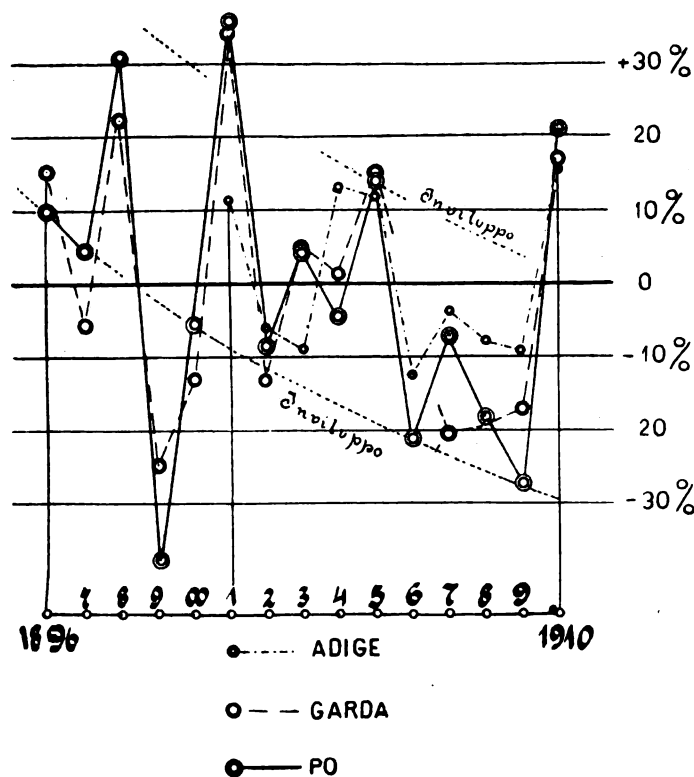


Fig. 1.

quale cifra approssimativa, nella citata Memoria del Consiglio Superiore, 1922, di 2,0 volte la capacità normale.

Tanto per la Tabella B, mentre, per renderci miglior conto del problema, abbiamo voluto sincerarci dell'ordine effettivo della *criticità*, come sarebbe risultato in un lungo periodo, per anomalie di magra nel Bacino base, e delle capacità di regolazione quali sarebbero in tali casi risultate per esso, ed approssimativamente per i Bacini montani suoi tributari.

Ordinando, intanto per ordine di *criticità modulare*, gli eventi critici del secolo 1807-1907, dalle effemeridi di Pontelagoscuro, abbiamo lo specchio seguente:

Ordine	Anno solare	Somma degli afflussi m/m A.
I.	1884	330
II.	1893	353
III.	1894	365
IV.	1828	375
V.	1874	416
VI.	1825	424
VII.	1834	424
VIII.	1899	428
IX.	1830	442
X.	1867	445
n.	(1921)	(460) circa ?

Osservazione. — Le portate annue vennero dedotte da una scala provvisoria di deflusso rispondente a recenti esperienze, cortesemente comunicatemi dall'Ufficio Idr. del Po, e rappresentanti una media diminuzione del 15-18 % delle portate in confronto della antica scala Brioschi: il rendimento medio modulare del fiume sarebbe così di 0,51 a Pontelagoscuro, valore che s'inquadra bene con quelli risultanti per i profili superiori, progredendo dal piano al monte.

L'ordine di *criticità modulare* non corrisponde, naturalmente, a quello di *criticità della regolazione*, questa dipendendo dalla formazione integrale delle anomalie dell'annata.

Un esempio ci viene fornito in proposito dalla siccità catastrofica moderna, del 1921, per il quale anno, da altre considerazioni, si sono stimati circa mm 460: pur troppo, l'Ufficio non ha ancora pubblicato che il Bilancio Padano a tutto il 1919 (idrologico). Quando una pubblicazione sintetica delle vicende mensili del fenomeno del 1921-22, per il Po ed i suoi tributari, che si augura prossima, sarà venuta ad illuminarci sui desiderata di regolazione in simile critica evenienza, sarà il caso di poter meglio classificare la natura catastrofica di prim'ordine di quel periodo, cui *modularmente*, per l'effetto compensatore dei tributari, non competerebbe che l'XI posto nella tabella.

Abbiamo dunque, seguendo gli eventi critici effettivi mese per mese, e non colla ipotesi semplificatrice anzidetta, calcolato i valori della capacità atta a regolare la somma integrale degli afflussi normali per il Po e tributari: ed ecco la Tabella che riassume i risultati:

Regolazioni critiche:

Po a Pontelagoscuro.

ANNO	Afflussi q	Anomalie di magra	Capacità critica C _{cr}	Multiplo della C _{norm}
<i>Media secolare:</i>				
1807 - 1907	600	0	40 900	1:1
1908 Marzo/Febrero 1909	540	-10 %	90 400	1:2,2
1908 Gennaio/Gennaio	513	-14,5 %	107 000	1:2,6
Luglio 1824/Luglio 1825	461	-23,2 %	167 000	1:4,1
(Luglio 1824/Ottobre 1825)	(435)	(-27,5 %)	(236 000)	(1:5,7)
Maggio 1884/Maggio 1885	432	-28 %	155 000	1:3,8
	406	-32,4 %	194 000	1:4,75
Settembre 1892/Settembre 1893	356	-40,6 %	244 000	1:6
Dicembre 1898/Dicembre 1899	407	-32,2 %	176 000	1:4,5
Limite supposto	300	-50 %	300 000	1:7,3

Lago di Garda.

ANNO	Afflussi q	Anomalie di magra	Capacità critica C _{cr}	Multiplo della C _{norm}
1807 - 1907	660	0	114 000	1:1
1902	627	-5 %	231 000	1:2
1899	551	-16,6 %	249 000	1:2,2
1908	584	-11,4 %	221 700	1:1,94
Limite supposto	330	-50 %	330 000	1:2,9

Adige a Trento.

ANNO	Afflussi q	Anomalie di magra	Capacità critica C _{cr}	Multiplo della C _{norm}
1807 - 1907	846	0	194 000	1:1
1903 Aprile/Aprile	775	-9 %	217 000	1:1,12
1906 Aprile/Aprile	740	-12,4 %	244 000	1:1,25
Limite supposto	423	-50 %	423 000	1:2,20

TAVOLA II.

Bacino Padano - Capacità di regolazione in annate critiche.

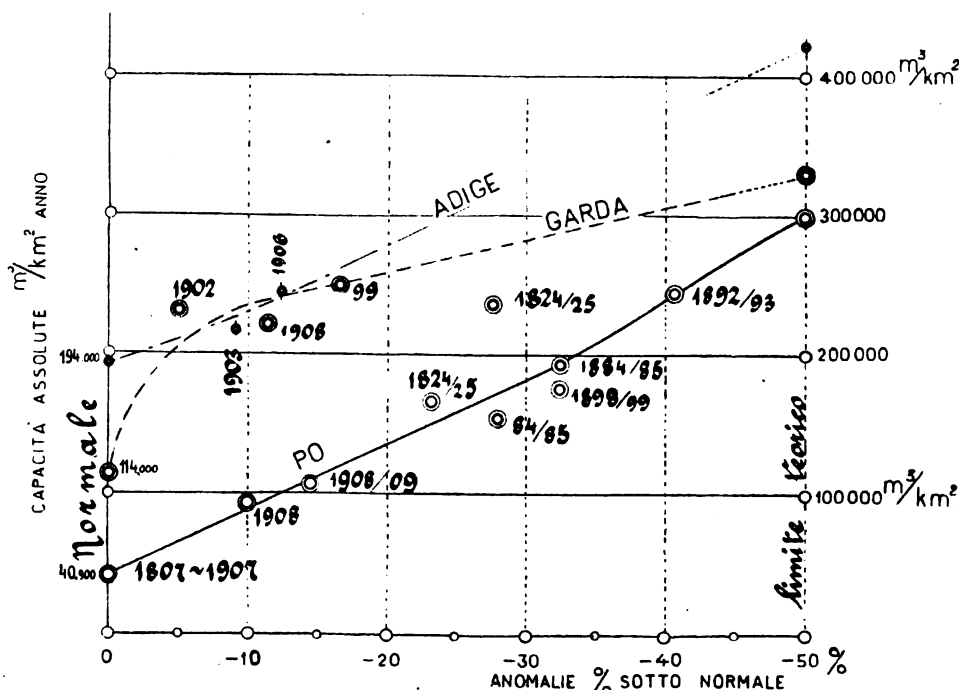


Fig. 2.

I valori teorici-limite, per - 50% di anomalia ipotetica, sono calcolati assumendo semplicemente un andamento rettilineo della curva integrale degli afflussi.

La Fig. 2 della Tav. II rappresenta poi questi valori delle capacità critiche per i 3 Bacini in funzione delle anomalie). Noto che la regolarità per quello base del Po, mentre le curve per gli altri due bacini meriterebbero una elaborazione più approfondita.

Tanto in linea di programma per uno studio meglio documentato del problema: dalla gamma delle oscillazioni in un Bacino base conosciuta per lunghi anni, trarre fondate deduzioni per la regolazione dei tributari montani della Regione, in reciprocità col primo.

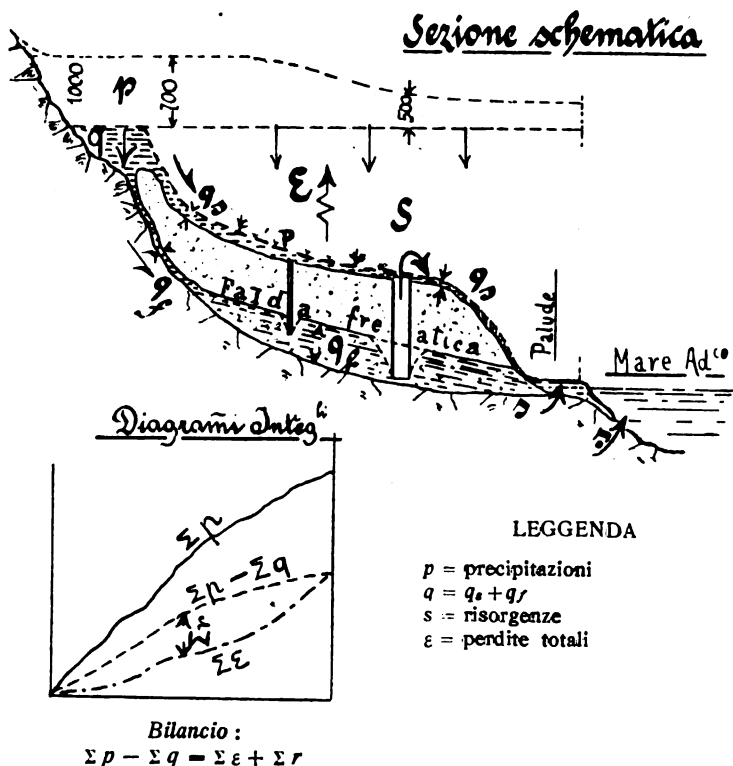
E chiediamo venia per la digressione, che pure ha interesse nei riguardi del Bacino generatore di energia destinata al servizio di una Bonifica.

II) IRRIGAZIONI:

Puglie.

Sia accennato, in via puramente schematica, come si potrebbe formulare il Bilancio idrologico per le condizioni di un comprensorio da irrigarsi, ad esempio quello Pugliese (v. fig. E).

Puglie - Bonifiche.



Da un lato, le precipitazioni montane p , degradanti dal monte al mare, generano, moltiplicate col medio rendimento, il deflusso q , che si scinde in deflusso superficiale q_s , e «percolazione» nel sottosuolo q_f attraverso agli inghiottitoi o meandri. La q_s nella stagione sfavorevole può scendere sino a 0.

La q_f (segnata nel sottosuolo di altezza maggiore, in accordo colla porosità del terreno imbevuto) dà a sua volta la nascita alle risorgenze s , che possono apparire in forma di sorgenti terrestri o subterranee, o in arricchimento delle paludi litoranee. Naturalmente la q_f è soggetta a perdite per evaporazione diretta o indiretta, per richiami capillari dai meandri del suolo, ed a quelle per assorbimento organico: ma evidentemente le perdite dal serbatoio sotterraneo saranno sempre inferiori a quelle da un serbatoio superficiale.

Cognito è il regime della variabile p .

Osservabile quello della parte q_s (deflusso visibile).

Si possono stimare, da esperienze comparative, le perdite ϵ , isolando in epoche opportune, l'assorbimento organico.

Si ricerca la q_f = utile portata della falda freatica, o meglio della quota che attraversa il serbatoio sotterraneo e va dispersa in s e di cui intendiamo utilizzare la maggior parte.

Formando il bilancio integrale idrologico, (vedi citata Memoria Elettrotecnica, ottobre 1922), si può a stima costruire la curva integrale $\Sigma p - \Sigma q$, e quella $\Sigma \epsilon$: la differenza tra le due ordinate di queste nel diagramma integrale deve per controllo fornire in ogni momento la quota Σr , ossia la capienza momentanea delle riserve (qui il compito è semplificato non esistendo riserve solide).

Ma essendo d'altra parte la fluttuazione di questa quota proporzionale al livello naturale della falda, si ha il controllo effettivo del diagramma. Alla fine dell'anno idrologico vi sarà naturalmente bilancio tra $\Sigma p - \Sigma q$ e $\Sigma \epsilon$, mentre la Σr , integrata da inizio a termine dell'anno idrologico, deve essere mediamente = 0, se il giuoco deve

ripetersi l'anno seguente: oppure, se l'annata è stata anormalmente ricca, vi sarà un «riporto a nuovo anno», ed occorrerà continuare la integrazione sino a giungere alla fine d'un anno di sicura magra, essendo allora lecito supporre la esistenza di un minimo di riserve, o addirittura 0.

Un controllo diretto per il valore della q utilizzabile può venir ottenuto sperimentalmente col metodo dell'abbassamento in pozzi di prova, (metodo Thiem ed altri), mediante il quale, dalla depressione della falda all'atto della pompatura di prova, può determinarsi l'afflusso unitario sulla fronte interessata da questa.

Vediamo, tanto per fissare le idee, di esporre alcune cifre in merito al Bilancio presuntivo di cui sopra:

Nel bacino montano sovrastante quello da irrigare non ci è dato seguire che per un certo tratto il regime visibile dei deflussi, che scompaiono e «percolano» verso il basso.

Potremo però, per analogia con bacini a deflusso visibile renderci conto del probabile andamento dei valori idrologici dal monte progredendo verso il piano, che per bacini di morfologia semplice mostra un degradante abbastanza caratteristico, in armonia con quelli delle curve ipsografica e isoietografica.

L'Arno, esempio di fiume appenninico povero, accusa nei pressi della sorgente in Casentino un rendimento modulare che da un valore iniziale di 0,70 scende gradatamente ad un 0,55 all'unghia dei monti, (Laterina), per degradare al profilo Firenze a soli 0,33 circa.

Veramente non cadrebbe tanto basso, se sui 500 km² di area in questo ultimo profilo non figurassero 1000 km² circa, immessi artificialmente per mano dell'uomo (Val di Chiana), che togliendo questa si giungerebbe ad oltre 0,40.

Istruttivo, come povertà, il quadro di magra, che iniziandosi il deflusso a monte con 3-3,5 lit/sec km², (che in confronto alla precipitazione modulare media di 1700 mm pari a lit/sec km² 54 corrispondono ad un rendimento di magra del 6%) si giunge a Firenze con 1200 a 1500 lit/sec, ossia a 0,2-0,3 lit/sec km², che sull'annua precipitazione a monte rappresentano, in magra (2 decadi per lo meno), appena al 1% di rendimento.

Il quadro dell'Arno, colle dovute varianti per diversità climatico-morfologiche, potrebbe servir da guida per la valutazione, sia pur grossolana e da rettificarsi in base ad esperienze e dati locali, del bilancio delle acque di scolo dal Bacino Appenninico, eocenico anch'esso, che dall'Altopiano Sannitico sino al Vulture, inquadra la Capitanata.

L'Ofanto convoglia, su 2600 km² di bacino apparente:

1500 lit/sec in magra pari a 0,6 lit/sec km²

2300 m³/sec in piena pari a 0,9 m³/sec km²

L'Arno, a Laterina per un area presso che uguale (2300 km²):

700 lit/sec in magra pari a 0,3 lit/sec km²

2000 m³/sec in piena pari a 0,9 m³/sec km²

di metà più povero in magra, altrettanto impetuoso in piena, quando i due colmi del Casentino e della Chiana congiungano assieme.

Questi dati sono significativi per il concetto di una sistemazione montana facente parte del programma integrale delle bonifiche nel Meridionale, del quale la irrigazione non è che il primo postulato più impellente.

Se l'Ofanto scorresse su letto impermeabile, come il confratello Toscano, invece che sotto il manto di quaternario permeabile di 20 m, esso avrebbe deflusso visibile. Sotto tale manto, le perdite per evaporazione o assorbimento organico della (parca) vegetazione superficiale saranno: da un lato minori, dall'altro, favorite per le più alte temperature meridionali.

Ammettiamo, tanto per stabilire i termini del calcolo, un rendimento che dal crinale Appenninico vada scemando verso l'unghia dei monti da 0,40 a 0,30. Una precipitazione media da 1000 a 700 mm/A, e ciò sui primi... 60 km di percorso.

Analogamente, dal citato profilo sino al mare:

Rend. 0,30 sino a 0,20, precip. da 600 a 500 mm, e ciò colla valenza 106 km.

Avremo in totale un... 300 mm di cifra tonda quale lama utile nel sottosuolo, su cui fare assegnamento per i bisogni agricoli, o bonificazioni eventuali, pari a 9,5 lit/sec km².

Da questa occorrerà però togliere la quota di risorgenze non interessanti coll'impianto di sollevamento, poniamo a stima il 25%: rimarrebbero 7 lit/sec km², pari a... 220 mm di lama.

*

Come corrispondono i pochi dati di prova raccolti dalla «Relazione del Sottocomitato della R. Commissione per le irrigazioni», 1922, alle cifre di cui sopra?

Nel territorio di Foggia (quaternario antico), si parla correntemente di portate utili dai pozzi, di litri/1'': 4, 5,5, ecc. Sopra un areadi ca. 200 ha un centinaio di litri al 1'' equivalenti a 0,5 lit/sec

ha senza mutua interferenza delle depressioni nei pozzi, valore certo oltrepassabile.

A San Ferdinando di P., (pliocene), una prova di pompatura con 1,7 lit/1'' diede un abbassamento, che da un calcolo sommario da noi eseguito, sulla base delle profondità dei livelli, coefficiente del 35-40 % di capacità aquifera, ecc., ci dimostrerebbe che con 1 lit/1'' di regime d'equilibrio la depressione risultante non avrebbe interessato che una zona trascurabile.

Non sembrerebbe dubbio, dunque, che vi sarebbe largo margine in confronto alle possibilità medie modulari: salvo naturalmente ad indagare quelle stagionali nei casi di anomalie, in relazione alle oscillazioni del polmone freatico, del quale si potrà determinare la capacità regolatrice media.

Riscontriamo ora la contropartita, cioè i desiderata culturali:

Fabbisogno per irrigazione.

Foraggiere: Per una coltura a foraggiere, avvicendate, ci viene indicato dal Civita (Conferenza alle sezioni dell'A. E. I., Torino e Bologna), 0,5 lit/sec ha, e per ore 1200 all'anno.

Questi corrisponderebbero a 50 lit/km², ossia ad una annua lama di $50 \times 1200 \times 3600 = 216$ mm, quasi la cifra di 220 mm del nostro

106

calcolo sommario.

Basterebbero a tal'uopo tre pozzi/km² salvo concentrare la pompatura a secondo delle condizioni locali.

La cifra di 0,5 lit/sec ha collima abbastanza bene con quella di 0,65 lit/sec ha di cui la Memoria dell'Ing. Giandotti (*Italia Elettrica*, 1923) per le irrigazioni Padane, se da 1 litro comunemente richiesto si tolgono 0,35 forniti alla vegetazione dalle riserve freatiche, il di cui contributo per il territorio pugliese, data la profondità della falda, verrebbe a mancare.

Grano: Il fabbisogno per questa coltura formerebbe una delle determinanti per la erogazione di punta necessaria nelle 2 decadi critiche precedenti la spigatura (Prof. Azzì). Per correggere la lamentata deficienza della produzione granaria del Tavoliere, che si indica, 5 anni su 10, nel minimo di 4,5 qli/ha in confronto di quella media di 8,2, occorrerebbero, nelle 2 decadi suddette, 800 m³/ha provvidamente somministrati.

Per non dilungarci in un calcolo delle anomalie, ammettiamo semplicemente che la anomalia media mensile effettiva corrisponda appunto a quella lamentata nella produzione:

Una media delle precipitazioni litoranee (Pugliesi mi dà, per 12 mesi a partire dal gennaio:

$$63 + 58 + 35 + 50 + 53 + 25 + 23 + 30 + 60 + 62 + 65 + 60 = 584 \text{ mmA.}$$

Mediamente cadrebbero quindi nell'aprile-maggio (spigatura), 50 mm/mese, praticamente invece, colla anomalia lamentata... 33 mm ossia su 2 decadi... 18; deficit da somministrare: 80 desiderati meno 18 effettivi = 62 mm in due decadi.

Tali erogazioni sarebbero determinati per le punte del diagramma.

Energia e provenienza.

Per sollevare 0,5 lit/sec ha dalla profondità di m. 20, con rendimenti: per la pompa di 0,60, l'elettromotore 0,92, 0,96 per la subtrasformazione, e 0,95 per la distribuzione a b. e trasmissione ad a. t., in tutto quindi con un rendimento di 0,50, occorrerebbe una immobilizzazione di

$$\text{ossia } \frac{0,5 \times 20}{0,50 \times 75} = 0,27 \text{ HP/ha di zona irrigua,}$$

27 HP/km² ai morsetti di partenza dell'impianto generatore ovvero ancora 30 HP idrici nominali, in cifra tonda.

Questi per una utilizzazione di 1200 h/Anno, e con un regime di erogazione per la massima parte in opposizione con quello degli afflussi appenninici, in fase invece con quelli di eventuali bacini alpini.

Avremo quindi da istituire un calcolo di convenienza:

Da un lato, per il bacino appenninico, più vicino al territorio da bonificarsi, ma di regolazione più costosa, data la discrepanza dei due regimi, generatore e ricevitore.

Dall'altro lato: la eventualità dell'adduzione a grande distanza da un bacino alpino a forte caduta, ma con erogazioni meglio in accordo colla capacità regolatrice normale.

Scartata questa possibilità si dovrà esaminare se converrà:

1) Solo irrigare adibendo l'acqua del sottosuolo ed animando il sollevamento con energia proveniente a) dal bacino appenninico vicino, oppure b) da bacini più distanti, che offrano caratteristiche regionali meno discrepanti (Sila).

2) Combinare: nel caso a) la irrigazione o bonifica colla sistemazione del bacino a monte.

Bacini permeabili.

Rimarrebbe la indagine della valutazione delle acque raccolte ai piedi di un bacino permeabile, quale quello giura-liassico del Gargano, o del triangolo cretacico Minervino-Trani-Bari: valutazione che si complica per la incertezza della vera area imbevuta, diversa da quella imbriferà superficiale, ed in accordo cogli spartiacqua sotterranei.

Molti autori in simile caso, classificato «carsico», dal classico esempio del Carso (Timavo, a S. Canzian, sorgenti della Vanne, Vaucluse in Francia, fenomeni nei calcari fessurati ecc.) sostengono la impossibilità di formulare qualsiasi calcolo di Bilancio presuntivo idrologico.

Osserva difatti il Martel, in una recente pregevole sua opera (*Traité des eaux souterraines*, 1921) che corsi-fenomeni, come il Timavo, sono esponenti delle infiltrazioni da bacini di clima affatto eterogeneo.

Ciò è giusto: ma è pur vero che un bilancio idrologico, non altrimenti che si pratica per un corso superficiale, scomponendo e ricomponendone le influenze dei singoli tributari, di climatologia, altitudine, ecc. sostanzialmente diversi, deve sempre essere possibile: è sempre dalla totalità dell'area imbriferà superficiale che i corsi sotterranei traggono la loro ragione di essere: verificandosi in un versante la scarsità di deflusso visibile, ciò avverrà a vantaggio di quelli opposti.

Ordinando i dati della pratica relativi ai valori delle risorgenze, per regioni e per natura del bacino assorbente, ci si accorge che il divario non è poi tanto grande quanto si potrebbe credere: non è forse lontano il giorno in cui con la scorta di opportune osservazioni, si potranno stabilire fondate analogie, stabilendo la relazione tra percolazioni e precipitazioni, in rapporto al volume imbevuto.

Per il caso della Capitanata, non sembra poi grande la incertezza, poichè nè i fenomeni assurgeranno alla grandiosità di quelli carsici, per la uniformità climatica e per la esistenza isolata dei comprensori assorbenti, nè il quadro geologico sembra complicato.

*

La incertezza maggiore, dato il richiamo del mare vicino, resterà quella, se le risorgenze saranno prevalentemente terrestri ovvero sub-marine, nelle varie stagioni, variando la pendenza della falda.

A questo quesito, come al necessario controllo del bilancio idrologico presuntivo, non potrà rispondere che la prova pratica: la Relazione citata vi fa opportuno accenno, e per conto nostro riassumeremo il programma circa come segue:

a) Studio dei livelli freatici e tracciamento delle isoipse relative nelle varie stagioni, dalla carta delle quali si potranno isolare le influenze eventuali derivanti da rigurgiti superficiali o sotterranei, che turbano il quadro delle oscillazioni freatiche.

b) Osservazioni delle perdite stagionali per evaporazione o assorbimento vegetativo, che indirettamente forniscono dati per la capacità acquifera del materiale, e possono condursi nel senso di isolare le due categorie di perdite (Giandotti).

c) Determinazione del bilancio presuntivo, proporzionando la capacità delle riserve mensili alle oscillazioni della falda.

d) Prove pratiche di esaurimento da pozzi di prova con pozzi tubolari-spia (Thiem e altri), per determinare nella equazione fondamentale $Q = A.p.v.$ ove:

Q m³/sec portata;

A area filtrante;

p coefficiente di produttività unitaria;

v velocità della portata sotterranea = $f(i\%)$, pendenza della falda depressa;

le variabili, dalla depressione ottenuta in regime di equilibrio.

e) Controllo del bilancio presuntivo, e relazione colle precipitazioni medie, ed anormali.

*

Non altrimenti, e solo in seguito alla esperienza, si è addivenuti nelle Bonifiche dell'Alta Italia alla valutazione delle corrvazioni e coefficienti udometrici. L'importante è di studiare, e di compiere il primo passo per la redenzione di quelle Terre.

Quod est in votis.

Firenze, Settembre 1923.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

PROGRESSI NOTEVOLI DA REALIZZARE NELLA PREPARAZIONE E MESSA IN OPERA DEI MATERIALI DI LINEA (*) □

G. B. SERRA

PARTE I^a

Protezione dei conduttori nelle linee aeree.

Dopo i metalli usualmente chiamati «nobili», il piombo è quello che meglio resiste agli agenti esterni. Anche il rame viene corrosso dagli acidi derivati dallo zolfo, dalle soluzioni d'ammoniaca, dall'acqua di mare in presenza di acido carbonico; perciò, nei luoghi ove tali elementi trovansi in notevoli quantità, occorre provvedere a proteggere il rame, alla stessa guisa del ferro.

È da notare che la protezione di quest'ultimo metallo mediante zinco, non può ritenersi costituisca una garanzia assoluta, giacché lo zinco, specie se non è puro, viene sciolto dagli ordinari acidi (nitrico, solforico, cloridrico), e lentamente, viene sciolto anche dalle soluzioni alcaline. Gli è perciò che per la protezione dei sostegni delle linee costiere e maremmane, fu in precedenza proposta una zincatura di eccezionale spessore, protetta a sua volta da particolari verniciature.

Ove pertanto si voglia una sicura protezione dei materiali di linea, dagli agenti atmosferici e dalle altre sostanze che normalmente ne aumentano l'efficacia, non può che ricorrersi al piombo. Basti il fatto che tra tutti i materiali metallici di linea messi in opera nel percorso Spezia-Savona, sia sotto galleria, sia al di fuori dei tunnels, per quanto in dette località costiere concorrano molte condizioni contrarie alla buona conservazione dei metalli, solo il piombo fra tutti si è dimostrato insensibile alle azioni esterne e non ha subito corrosione alcuna.

Per i sostegni delle linee lungo il mare, è stata proposta la speciale zincatura e le altre speciali protezioni più su ricordate, sia perché nel complesso le protezioni medesime risultano facilmente applicabili e praticamente sufficienti per la difesa dagli ordinari agenti esterni, sia perché con la galvanizzazione mediante zinco, i bracci porta isolatori riescono a superficie metallica di durezza discreta, ed in ogni caso compatibile con la pressione cui le morse ed i dadi a vite assoggettano la superficie stessa nella messa in opera dei pezzi; sia infine perché i sostegni di cui trattasi, costituiti da tronconi di ferro corti e massicci, non vanno soggetti ad inflessioni ripetute ed alternate.

Tutte queste condizioni però non si verificano per i fili di linea, nei quali del resto le protezioni in discorso non potrebbero essere convenientemente applicate, in causa della conformazione geometrica di essi, trattandosi di pezzi in cui una sola dimensione, la lunghezza, è sviluppata tanto che al suo confronto le rimanenti due dimensioni, risultano del tutto trascurabili. È bene notare comunque che la continua oscillazione dei fili in corrispondenza dei sostegni, può dar luogo alla screpolatura od anche al completo distacco del fragile velo di zinco protettore, nei casi, frequentissimi nella pratica, in cui la galvanizzazione del filo non sia riuscita perfettamente aderente alla massa metallica da preservare. Ai tecnici è del resto noto quanto sian grandi le difficoltà, le quali in definitiva determinano l'alto costo del materiale, per ottenere una zincatura, che pur risultando di soddisfacente aderenza al filo, resista alle 4 immersioni nella prescritta soluzione al 20 % di solfato di rame. Ed è noto egualmente che pur avendosi del filo corrispondente a tali condizioni, esso non solo va soggetto a rapide corrosioni nelle località costiere od esposte ad esalazioni acide, ma a lungo andare viene attaccato anche dagli ordinari agenti atmosferici, come difatti è provato dall'aspetto generalmente rugginoso dei fili rimasti in opera per più di 5-6 anni.

Risulta pertanto che converrebbe di abolire la zincatura dei fili di ferro e di sostituirla con la piombatura. Questa, oltre al vantaggio della maggior resistenza agli agenti atmosferici, riuscirebbe senza confronto preferibile alla zincatura, dal punto di vista delle prerogative meccaniche. Difatti il piombo, eminentemente duttile, scevro di tendenza a divenir fragile, non va nemmeno soggetto a screpolarsi presso ai punti di inflessione in cui il filo di linea essendo legato al sostegno, sopporta le oscillazioni delle catenarie adiacenti. La piombatura inoltre non solo può eseguirsi secondo i procedimenti di massima in uso per la galvanizzazione del filo con lo zinco, ma può essere anche applicata a guaina, e cioè sotto forma di vero tubo, come oggi usati per i così detti «conduttori sottopiombo». Da ciò emerge una nuova e fondamentale circostanza: e cioè, che lungi dagli esili

spessori del metallo di protezione, oggi ottenibili zincando il filo di ferro, la copertura a tubo di piombo non soffre limitazioni di spessore, il quale come in tutti i tubi, può quindi esser stabilito a volontà, proporzionalmente alle necessità delle eccezionali plaghe o zone industriali che dal conduttore dovessero essere attraversate. Per le linee costiere, maremmane, portuali e per quelle degli arsenali, degli opifici chimici e delle località vulcaniche, non si avrebbe dunque che da stabilire lo spessore del detto tubo di protezione, ciò che, ovviamente, non può esser fatto se non con la guida dell'esperienza e solo dell'esperienza.

Conviene di stabilire infine che la stagnatura delle congiunzioni dei fili, per l'uso dell'acido cloridrico come detersivo, dà luogo in tali punti a seri inconvenienti, per l'ulteriore azione dell'acido, di cui sempre resta qualche traccia sul pezzo. Ciò non verificasi col piombo, sul quale l'acido di cui trattasi, specie in tracce residuali, ha azione pressoché nulla.

*

Anche la protezione dei fili in acciaio, come di quelli in ferro destinati a conduttori elettrici, dovrebbe esser costituita da piombo, secondo le precedenti indicazioni. Per quanto poi concerne i fili in bronzo, essi dovrebbero esser lasciati ordinariamente allo stato naturale; ma per quelli da posarsi in località soggette ad esalazioni zolfifere, ammoniacali, carboniche, specie lungo le spiagge del mare, ed in generale per tutte quelle località in cui l'esperienza ha dimostrato che i conduttori nudi in bronzo sono stati più o meno rapidamente corrosi dagli agenti esterni, converrà ricorrere a speciali protezioni. Queste, anche per i fili di bronzo, dovrebbero esser costituite da opportune coperture di piombo, sempre però allo stato di tubo sovrapposto.

In tutti i casi di protezione dei conduttori poi, il piombo da adoperarsi dovrebbe essere indurito con l'aggiunta del 3 % di antimonio e di altrettanto quantitativo di stagno. Ovviamente per la messa in opera dei fili così protetti, sono indispensabili le stesse cure già dimostrate necessarie per tutti gli altri fili, nei quali vogliano evitarsi delle manomissioni all'atto stesso del loro impianto.

La lega indurita del piombo di cui trattasi, potrà essere vantaggiosamente impiegata anche nella legatura del filo all'isolatore, come sarà subito indicato appresso. Però, per quanto concerne la protezione meccanica della cima e del fior di terra dei pali, di cui si è parlato altrove, converrà usare solo piombo commerciale, senza lega alcuna.

Fin qui si è preso in considerazione il piombo allo stato metallico, e si è visto di quali applicazioni sia suscettibile nell'impianto delle linee telegrafiche telefoniche. Esso però può allo stesso fine essere utilizzato nei suoi composti chimici, e già altrove si è proposto l'uso del litargirio e del minio (ossidi del piombo), mescolati ad olio di lino cotto, per la verniciatura dei sostegni in ferro delle linee lungo i mari e le maremme.

Un altro notissimo composto del piombo, l'acetato, allo scopo principale di formare della biacca, potrebbe pure vantaggiosamente essere impiegato per l'iniezione dei pali provenienti dalle conifere, in sostituzione dei sistemi Boucherie, Kyan, Betnatafalsulfonato, cloruro di zinco, ecc.; ma anche di ciò sarà trattato in seguito.

Collegamento tra filo di linea ed isolatore.

Sono note le varie e spesso ingegnose maniere di legare il filo sull'isolatore, ma non risulta che siano mai state stabilite le precise condizioni meccaniche cui tale collegamento dovrebbe soddisfare, ai fini di uno stabile e duraturo impianto delle linee telegrafiche-telefoniche. Così non si conosce se simile collegamento debba riuscire elastico ovvero rigido; se gli sforzi che con esso vengono trasmessi, debbano ed in qual modo esser messi in rapporto con quelli generati nel successivo innesto tra isolatore e porta isolatore; se ed in qual modo possano essere impediti le ossidazioni che verificansi nel groviglio di fili costituente le legature; se ed in qual modo possano evitarsi le attuali reciproche corrosioni tra isolatore e conduttore; se, in dipendenza delle questioni precedenti, l'isolatore nel punto di attacco col filo di linea, debba avere forme e dimensioni ben determinate, ed in qual modo queste possano essere stabilite.

Vedremo di chiarire e risolvere codesti quesiti tanto importanti per il buon andamento delle linee, eppure tanto ingiustamente negletti; per mio conto sarò tuttavia lieto se altri vorrà più accuratamente occuparsene e potrà addvenire a soluzioni migliori.

Ciò posto, sarà opportuno di rammentare al riguardo i due seguenti dati di fatto. 1) Buona parte delle rotture che si verificano nei conduttori, avvengono presso la zona di legatura. 2) Nella zona medesima si verificano le maggiori corrosioni dei conduttori.

Vari sono i motivi che in maniera certa concorrono a determinare tali inconvenienti.

Nelle attuali operazioni di legatura, il conduttore viene ripetuta-

(*) Riassunto dalla Rivista *Telegrafi e Telefoni*, n. 1-2 del 1923.

mente pressato e lesionato dai morsi delle pinze degli agenti, mentre che nei fili di linea basta la più piccola intaccatura superficiale, per diminuirne notevolmente la resistenza alle azioni esterne. Inoltre l'umidità, depositandosi tra le spire del filo di legatura, resta sul conduttore più lungamente che nelle parti costituenti la catenaria. Lo stesso dicasi per gli altri agenti atmosferici, i quali pertanto dovranno necessariamente avere nella zona in discorso maggior efficacia che altrove.

Seguono quindi i motivi concernenti le oscillazioni del conduttore, le quali, assoggettando il pezzo a continue flessioni alternate presso al punto fisso costituito dalla legatura, mentre incrudiscono il metallo, tendono a far screpolare il fragile velo di protezione formato dallo zinco nei fili galvanizzati.

Infine si hanno i deterioramenti prodotti sul filo conduttore dai continui urti contro l'isolatore, specie se trattasi di quello del tipo italiano, che ha taglienti i bordi della scanalatura presso al collo. In realtà quest'ultimo inconveniente deriva anche dalla circostanza che nella esecuzione delle legature, molti operatori non fissano rigidamente il filo sull'isolatore, ma han cura di lasciare i legami senza tensione apprezzabile, per conferire un discreto grado di elasticità al sistema, ed impedire così i dannosi effetti delle oscillazioni di cui più su si è fatto cenno.

Da quanto precede risulta che presso al punto di collegamento con l'isolatore, notevoli azioni di natura chimica e meccanica tendono a logorare il filo e quindi a ridurne la sezione, con immediata diminuzione della conducibilità elettrica e della resistenza meccanica.

Nè ad eliminare codesti inconvenienti possono bastare i nastri di rame ovvero gli avvolgimenti sul conduttore con filo da legature, talvolta proposti ed anche messi in opera: tutto ciò, se può condurre a sopprimere l'ultima delle citate cause di guasto, non evita le altre, giacchè i nastri e le spirali in parola, essendo flessibili e permettendo le filtrazioni d'acqua attraverso le connessioni, non evitano nè le flessioni del conduttore presso al punto del suo collegamento con l'isolatore, nè la penetrazione di umidità su di esso. Tali rimedi del resto presuppongono sempre «legature non strette», perchè diversamente queste danneggerebbero subito la parte da proteggere, come

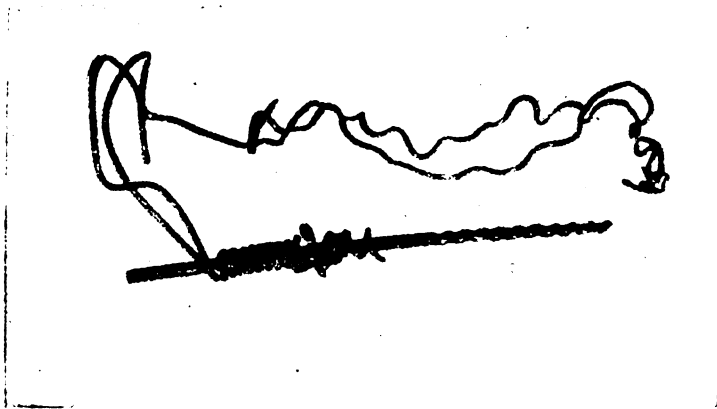


Fig. 1.

nel caso della fig. 1, in cui si è verificato che per gli urti prodotti dalle oscillazioni del conduttore sulla spirale di protezione, il filo in rame di quest'ultima si è incrudito ed indurito tanto da intaccare e penetrare profondamente nella massa metallica del conduttore medesimo. I detti rimedi perciò non hanno avuto in Italia estese applicazioni pratiche e di essi non è pertanto fatta menzione nelle «Istruzioni per la costruzione delle linee telefoniche».

Occorre dunque provvedere affinché con mezzi semplici, gli inconvenienti di cui trattasi vengano sicuramente eliminati.

*

Ma per un perfetto collegamento conduttore-isolatore, non sono questi nè i soli nè i più importanti quesiti da risolvere. Ed innanzi tutto è necessario stabilire in quali parti dell'isolatore debba essere effettuata la legatura del filo, e cioè se sul collo ovvero in testa, giacchè in dipendenza di ciò, variano le condizioni di stabilità del relativo collegamento. Queste variano pure a seconda del grado di tensione dato ai legamenti, a seconda cioè che la congiunzione risulti praticamente rigida ed indeformabile, ovvero robusta ma elastica, oppure del tutto libera e con legami allentati.

Vediamo dunque se per tutte le questioni enumerate possa trovarsi una soluzione di pratica utilità. La vecchia, preziosa nostra Guida Tecnica, parte I^a, all'art. 163 prescrive: «Nei tratti rettilinei il filo si colloca nella scanalatura superiore dell'isolatore, e nelle curve si appoggia alla scanalatura del collo dell'isolatore».

I motivi di tale disposizione sono ovvii. Quando la linea è in curva, la risultante R , fig. 2, delle tensioni dei due tratti del filo collegato ad un isolatore I , può acquistare valori notevoli, in contron-

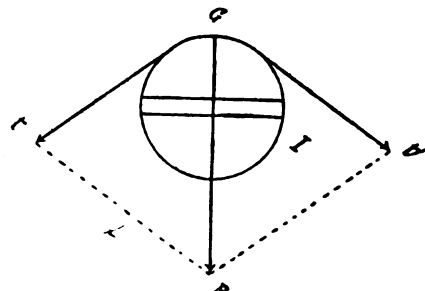


Fig. 2.

to dei quali il peso della catenaria diviene trascurabile, e perciò l'adattamento naturale del filo sull'isolatore, non può ottenersi che collocandolo sul collo in G , ove, se non intervenissero azioni esterne differenti, potrebbe esser mantenuto dalla semplice pressione prodotta dalla forza R , che ad equilibrio stabilito fra t e t' , tende a fissare il filo nel detto punto di applicazione. Poichè però gli agenti esterni possono continuamente mutare le condizioni dell'equilibrio così stabilito, è necessario di legare il filo in G , affinché il sistema del collegamento non venga deformato, e l'equilibrio stesso si ristabilisca al cessare delle forze perturbatrici. In rapporto agli sforzi generati nell'innesto tra l'isolatore ed il relativo braccio di sostegno, già indicati nella fig. 8 del precedente articolo (*Elettrotecnica*, N. 13, 1921) e soprattutto quando questi riferiscansi ad un isolatore razionalmente costruito, fig. 3, la pressione R più su indicata deve evidentemente

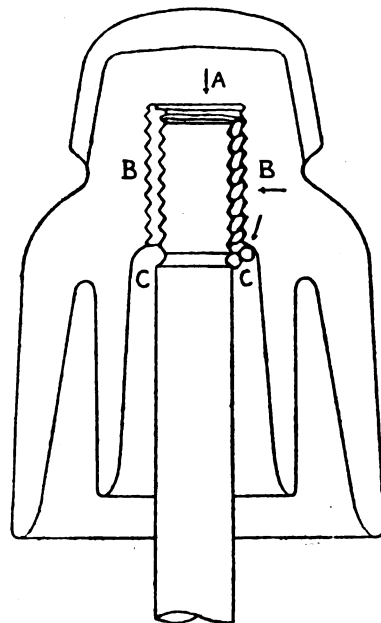


Fig. 3.

sommarsi con le forze B di cui ha la medesima direzione: l'innesto dell'isolatore sul suo sostegno, viene per tal modo ed esser consolidato. Quando invece la linea sia in retta ed il filo venga collocato in testa all'isolatore, le tensioni t e t' si faranno equilibrio annullandosi ed il filo agirà sul sostegno solamente mediante il proprio peso, concorrendo ancora al consolidamento dell'innesto fra isolatore e braccio di sostegno. Qualora poi nei tronchi in retta il conduttore venga applicato sul collo dell'isolatore, tale consolidamento non si verifica ed invece viene generato sul sostegno un momento flettente, che con aria agitata può assurgere a valore tale da infirmare la stabilità dello innesto tra isolatore e braccio. Non solo, ma in mancanza di ogni pressione iniziale del conduttore contro la zona concava costituente la gola dell'isolatore, il conduttore stesso resta totalmente libero da vincoli che non sian quelli dei legami, e quindi assai più soggetto a risentire le oscillazioni di linea, le quali possono o danneggiare il materiale di protezione, se il conduttore è coperto o peggio far logorare quest'ultimo per attrito contro l'isolatore, se esso non è protetto.

Emerge pertanto come siano ben giustificate le trascritte prescrizioni della vecchia Guida nei riguardi del collegamento tra filo ed isolatore. Tuttavia, coll'andar degli anni e senza palesi ragioni, l'isolatore tipo italiano è stato modificato per modo che il collegamento

del conduttore in testa all'isolatore non è più possibile, sia per la insufficiente profondità della scanalatura alla sommità del pezzo, sia perchè essa non è raccordata alla gola dell'isolatore. Inoltre, deve essere rilevare che gli isolatori del tipo inglese e francese, sono costruiti in maniera da impedire la legatura in testa al pezzo, per la totale assenza di qualsiasi scanalatura di calettazione. I motivi di tutto ciò non sono noti. Ma siccome tutto ciò è in stridente contraddizione con le necessità di elementare evidenza più su esposte, sarà bene tentare di intuire in che cosa codesti motivi possano presumibilmente consistere.

Sta intanto il fatto che il collegamento del filo in testa all'isolatore, esige che questo abbia la scanalatura superiore orientata esattamente secondo la direzione longitudinale della linea. Orbene ciò richiede cura e buon volere da parte degli agenti incaricati della messa in opera degli isolatori, giacchè se questi una volta bene avvistati a posto, non si presentano con la conveniente orientazione, è necessario, per gli attuali bracci dritti, di sviarli e girarli opportunamente, ed a tutti è noto che nei vecchi braccetti si incontrano serie difficoltà per la rimozione dei dadi rugginosi. Nei bracci curvi invece la regolare orientazione della scanalatura di testa dell'isolatore, potrebbe talvolta esigere la rinnovazione del suo innesto coi bracci medesimi e la rettifica nel quantitativo di materiale soffice interposto. Nel ricambio degli isolatori già in opera, il collegamento in testa riesce talvolta per l'agente più difficoltoso che non sul collo dell'isolatore, specie nell'interno delle coppie armate a numerose traverse, per le difficoltà già esposte di poter liberamente lavorare entro il fascio costituito dai fili di linea. Difatti per eseguire una buona legatura di testa è necessario che l'agente abbia il sostegno dell'isolatore da innestare, ben «sotto-mano» e cioè vicino a sé ed a livello inferiore al proprio petto, ciò che non sempre egli può ottenere; una legatura sul collo dell'isolatore, può invece esser fatta a maggior distanza e ad un livello più alto, gli incroci dei legami risultando sul fianco e non sulla parte superiore del pezzo. Nel collegamento in testa, si ha pure maggior consumo del filo da legatura che non in quello sul collo dell'isolatore; ed infine, quando per un motivo qualunque i legami si allentano, il conduttore logorasi più col primo che col secondo sistema di connessione, giacchè sotto l'azione del vento, il conduttore medesimo nel 1° caso strofina trasversalmente alla scanalatura di testa per tutta la ampiezza di ciascuna delle sue oscillazioni, mentre nel 2° caso per una parte di tali oscillazioni scostasi dall'isolatore e quindi non strofinando contro di esso, non può consumarsi.

Questi probabilmente i fatti che hanno indotto talune Amministrazioni telegrafiche e telefoniche a rinunciare al collegamento in testa all'isolatore del filo di linea, oltre naturalmente alla circostanza che le linee perfettamente in retta non sono molto frequenti, specie nelle località montuose con importanti arterie stradali.

Coll'armamento proposto i motivi più su enumerati vengono meno; giacchè con la preparazione in ufficio dell'innesto tra braccio ed isolatore, come usasi in Germania ed in Francia, può ottenersi una congiunzione praticamente perfetta per stabilità ed orientazione e quindi non soggetta a frequenti ricambi: con la efficace protezione dei ferri dalla ruggine, tali ricambi sono in ogni modo facilitati; e con la completa facoltà dell'agente a penetrare liberamente nei fasci dei fili in opera, può pure eseguirsi un lavoro di soddisfazione, realizzando legature robuste e durevoli. Nel nuovo armamento dunque, nulla si oppone affinché sui tronchi rettilinei od anche in curva a grandissimo raggio, possa trarsi profitto dei vantaggi ottenibili mercè il collegamento del conduttore in cima all'isolatore, e pertanto le disposizioni della vecchia Guida al riguardo, dovrebbero esser rimesse in vigore: ad ogni modo esse devono ritenersi rigorosamente osservate nell'armamento proposto.

*

Per quanto concerne la tensione dei legami e la robustezza del collegamento tra conduttore ed isolatore, basta l'accento più su fatto circa i reciproci strofinamenti tra i due pezzi, per sconsigliare una congiunzione imperfettamente stabile. A ciò del resto deve aggiungersi anche il fatto che i legami, quando siano allentati, subiscono dei continui urti prodotti dalle oscillazioni del filo di linea, e perciò van soggetti a sciogliersi o rompersi. Tuttavia spesso i pratici, come si è accennato, di proposito lasciano senza apprezzabile tensione i legamenti in discorso, per soddisfare ad una opposta e pur grave esigenza e cioè per conferire alla congiunzione l'elasticità che per esperienza si è riconosciuta necessaria al fine di evitare le rotture del conduttore.

Segue quindi che le condizioni cui tale congiunzione dovrebbe soddisfare per evitare gli inconvenienti prodotti dalle oscillazioni del filo di linea, sono due, e cioè essa dovrebbe nel medesimo tempo risultare stabile ed elastica. E poichè la stabilità del collegamento può facilmente ottenersi potendo a volontà stringere i relativi legami, resta a vedere se possa soddisfarsi al requisito della elasticità del sistema.

Se fosse possibile usare della robusta funicella di canapa catramata del tipo da pescatori ad avvolgimento sinistro, sia per la formazione di una spirale di protezione intorno al conduttore, sia per l'esecuzione dei legami, il quesito sarebbe senz'altro risolto, potendosi con tale funicella ottenere la tensione necessaria per la perfetta tenuta in posto del filo di linea e nel medesimo tempo realizzare la guaina elastica da interporre fra tale filo ed il pezzo al quale esso dev'essere collegato. Ma ciò non è possibile, perchè gli agenti atmosferici e gli ossidi metallici, logorerebbero in breve tempo le fibre organiche della funicella, distruggendone ogni resistenza meccanica; perchè la canapa libera nell'aria, darebbe luogo nei periodi di siccità a detriti e filamenti assai dannosi per la pulizia dell'isolatore; perchè il groviglio delle cordicelle costituenti la legatura diverrebbe deposito di polvere, di umido e persino di acqua piovana.

Occorre dunque rinunciare a questo e ad altri simili materiali morbidi in uso per lavori al coperto, come feltro, cuoio, cartone, ecc. Anzi, poichè di conserva con i requisiti meccanici, è necessario soddisfare anche alle altre necessità di indole chimica, si vede come per le legature e protezioni da impiegare nel collegamento tra conduttore ed isolatore, non possa farsi uso se non di materiali metallici, suscettibili di grande tensione per i legami e di sufficiente plasticità per le coperture di cuscinetto. Si vede inoltre che con lo stabilire tali condizioni, vengono ad esser pure individuati i materiali all'uopo utilizzabili, giacchè solo mediante filo di ferro e lastre di piombo, esse possono esser soddisfatte nella maniera più sicura ed economica.

Si immagini una lastra di piombo larga 80, 90 mm e dello spessore da mm 1 ad 1,5, avvolta a tubo per due volte intorno al filo da proteggere; le generatrici recise costituenti il principio e la fine di tale lastra arrotondata, dovranno avere bordi smussati e risultare giacenti sulla parte più bassa del pezzo. Mercè adatta pinza avente bocca larga, liscia, bordi arrotondati, foro ovale trasversale uso «gazisti» pure liscio, tutta guarnita di cuoio, si renda quanto più possibile aderente la guaina di piombo al conduttore. Si effettui allora il collegamento tra il conduttore e l'isolatore, con contatto a metà della guaina, applicando i legami per modo che essi fissino tra loro i due pezzi non in un punto solo, come ora verificali col procedimento indicato nelle «Istruzioni per la costruzione delle linee telefoniche», ma bensì in tre parti, fig. 4, 5, 6, le quali abbiano complessivamente estensione di poco inferiore al diametro del collo dell'isolatore.



Fig. 4.

All'uopo si farà uso di due distinti spezzoni di filo di egual lunghezza, ciascuno dei quali si avvolgerà presso al suo mezzo sul conduttore, fissandolo fortemente, coll'attorcigliare i capi liberi del filo di legatura: i due avvolgimenti saran collocati in modo da comprendere l'isolatore presso al collo (fig. 4), intorno al quale i due capi riuniti ed attorcigliati di ciascun spezzone, si stringeranno con stretta energica, ed indi ritorneranno ad incappare a cravatta il conduttore e quindi a fissarsi a spirale su di esso, secondo le prescrizioni attuali. Nella figura 6 è indicato l'andamento di uno dei menzionati spezzoni del filo di legatura: quello dell'altro riuscirà simmetrico. In ogni caso i legami dovranno esser stretti accuratamente dall'operatore, il quale col nuovo armamento trovasi libero in qualunque posizione del palo e può quindi far uso di tutte le sue risorse fisiche.

Con tale sistema il conduttore resta solidamente collegato all'isolatore non in un punto solo, ma per un tratto di circa sei centimetri di sviluppo e non direttamente, ma mercè l'interposizione di un tubo in piombo indurito. Per due campate consecutive di linea, si avrà allora che le relative oscillazioni, propagandosi fino all'appoggio comune, si arresteranno presso alla congiunzione con l'isolatore, ma non nella sezione del conduttore costituente punto di intersecazione delle due catenarie, bensì in una lunga zona, cinta da materiale cedevole. Da questo, esse saranno attenuate, senza però che l'ulteriore propagazione ne sia impedita entro il tubo di protezione, verso alla mezzzeria del quale si verificherà in definitiva l'incontro delle ondulazioni di senso opposto provenienti dalle due campate contigue.

Non è naturalmente possibile precisare il fenomeno in ogni particolare, senza una congrua serie di esperienze, che però io non ho avuto la possibilità di eseguire. È ben certo tuttavia che nel caso in discorso le ondulazioni dei conduttori, non potranno riflettersi come

nelle legature rigide con conduttore nudo e con arresto in un punto unico, nel quale si ha una sezione di massima sollecitazione e quindi un piano di rottura.

Per quanto poi concerne le corrosioni dovute a permanenza dell'umidità e degli altri agenti atmosferici sul conduttore nel tratto del collegamento, le proprietà chimiche del piombo più su rammentate, dan sicuro affidamento che l'integrità del pezzo può esser garantita. E nei riguardi delle oscillazioni del conduttore, conviene notare che queste, se vengono pressochè smorzate nel collegamento elastico, vengono attenuate pure nel tratto precedente alla legatura, non verificandosi più l'attuale inconveniente di arresto brusco, con relativa riflessione delle ondulazioni del conduttore; questo perciò riesce anche assai meno soggetto che non attualmente a separarsi dal velo esterno del metallo di protezione.

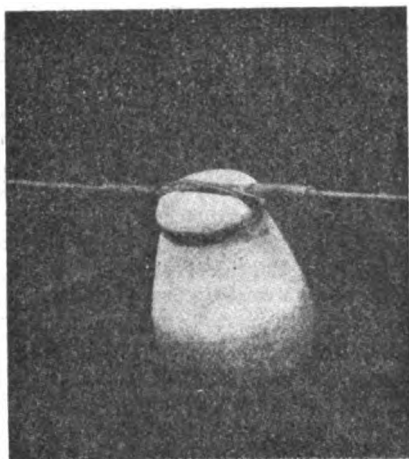


Fig. 5.

Infine, relativamente agli urti tra filo di linea ed isolatore devesi notare che essi possono essere evitati facilmente, stringendo forte i legami, ciò che è possibile nel sistema in discorso in cui l'elasticità del collegamento viene affidata ad un terzo corpo estraneo interposto come cuscinetto, al quale poi può pure impedirsi di sbattere contro le pareti della propria sede, dando a questa forma e dimensioni tali da contenere esattamente il conduttore con la sua protezione di piombo.

*

Può riescire interessante di conoscere il comportamento delle legature indicate, nel caso in cui, per un qualsiasi motivo, si manifesti disquilibrio tra due campate adiacenti, per modo che la tensione di

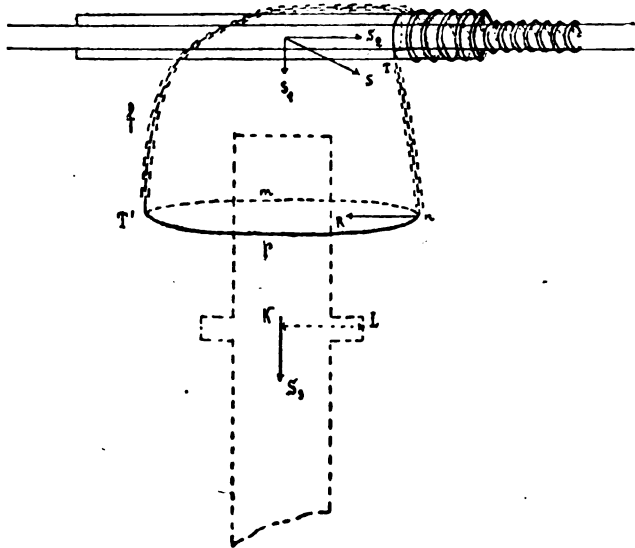


Fig. 6.

una catenaria sia notevolmente predominante sull'altra. Allora se il collegamento è fatto sul collo dell'isolatore, ciò che nel nostro armamento implica linea in curva, le legature tenderanno di girare sull'isolatore stesso, che momentaneamente, funzionerà come sostegno di capolinea. Le suddette tensioni daranno quindi luogo ad una risultante, che ai fini della stabilità del sistema si comporterà come quella R della fig. 2. Se invece trattasi di linea in retta, e cioè di collegamento in testa all'isolatore, le azioni che vengono a generarsi riescono assai più

complesse. Giacchè uno sforzo S (fig. 6) del conduttore, può in massima scindersi in due altri sforzi S^1 verticale ed S^2 orizzontale, il quale ultimo è poi trasmesso al collo dell'isolatore dal filo di legatura f , o meglio dalla semicirconferenza di esso mnp con risultante R . Ciò in via di massima, poichè nel punto T ove il conduttore si distacca dalla testa dell'isolatore su cui è incassato insieme alla propria protezione, e nel punto T' ove il filo di legatura si fissa sul collo dello isolatore stesso, una piccola frazione dello sforzo iniziale S , viene ad esercitarsi sotto forma di pressioni all'incirca verticali e di senso opposto, per modo da costituire un sistema di due nuove forze o meglio una coppia di rotazione tendente ad abbattere l'isolatore sul suo sostegno. In definitiva si producono le azioni seguenti:

a) una forza S_s , che a mezzo del filo di legatura viene trasmessa in n , dando luogo ad una risultante R , la quale uniscisi al sistema delle forze laterali B della fig. 3, e tende a consolidare l'innesto tra isolatore e braccio in ferro di sostegno;

b) una forza S_1 che sommandosi a tutte le forze verticali A , C della stessa fig. 3, nonché al peso dell'isolatore e degli altri materiali da esso eventualmente sostenuti, dà luogo ad una risultante S_2 applicata sull'asse del menzionato braccio in ferro; tale forza S_2 , moltiplicata per la sua distanza KL dallo spigolo L del collarino guarnito di materie tessili, costituisce il momento di stabilità del sistema di innesto tra isolatore e braccio. Di qui emerge che coll'aumentare la larghezza della base di innesto, CC , fig. 3, si aumenta pure in proporzione diretta il momento di stabilità dell'isolatore: si vede dunque quanto a tal fine possa concorrere la costituzione di una larga zona di appoggio, specie se eseguita a dovere;

c) due forze di rovesciamento, pressochè verticali ed applicate in TT' , il cui valore dipende dalla forma del pezzo nonché dal sistema e dalla perfezione della legatura: detta coppia di forze però è in ogni caso assai piccola e viene distrutta dal momento di stabilità dell'isolatore.

*

Le precedenti considerazioni sono state fatte in base alla premessa fondamentale per l'armamento contemplato nel presente studio, che il collegamento dei conduttori sia praticato in testa o sul collo dell'isolatore, secondo trattasi di linee in retta od in curva; che tutte le legature siano ben strette; che inoltre le guarnizioni di piombo avvolte sul filo di linea, debbano formare un cilindro del diametro da 8 a 10 mm, per modo che detto cilindro possa essere esattamente contenuto entro le adatte scanalature dell'isolatore, le quali pertanto devono risultare completamente riempite dal conduttore coperto.

In dipendenza di ciò, riesce manifesto che per quanto concerne le dette scanalature, ne resta senz'altro fissata forma e dimensione: esse devono quindi esser foggiate a semicirconferenza, del diametro di mm 10; devono esser raccordate tra loro, affinchè le legature in testa possano rigidamente fissarsi sul pezzo, secondo il percorso della figura 6. Come vedesi, tal parte dell'isolatore non è soggetta a variazioni di sorta, per eventuali differenti criteri circa lo scopo cui essa deve soddisfare in servizio, giacchè l'integrità del conduttore, integrità che costituisce una delle imprescindibili esigenze da considerare nell'impianto delle linee, richiede appunto il calettamento del conduttore protetto nelle scanalature ad esso destinate, e cioè il completo riempimento del vano disponibile: la grandezza delle scanalature in discorso resta così fissata.

Vedremo in seguito che le identiche necessità, comunque per motivi diversi, si ripetono per tutti i punti dell'isolatore, i quali perciò restano pure invariabilmente fissati dai criteri generali seguiti per l'armamento delle linee.

*

I trattati di telegrafia e telefonia poche notizie danno in generale sugli argomenti che precedono; nel pregevole libro nostro però, «Costruzioni delle linee Elettriche Aeree», I. Brunelli, ne viene esplicitamente riconosciuta tutta l'importanza, mentre i rari cenni che al riguardo la letteratura registra, confermano in massima i criteri più su indicati. Di recente è stata tuttavia esposta una concezione diversa che è bene rilevare, soprattutto per la grande importanza di tali questioni, dalle quali come si è visto, dipende l'integrità del conduttore, e, come si vedrà in seguito, dipende pure la possibilità di aumentare la portata delle catenarie, con conseguenze notevolissime per il servizio.

Secondo detta concezione, dunque, la superficie esterna dell'isolatore, in prossimità ed al disotto della gola, dovrebbe esser sagomata per modo che il peso del filo conduttore graviti sulla porcellana e non sulla legatura, quando il conduttore stesso venga situato sulla gola anche nelle linee in retta; in altri termini la gola medesima dovrebbe nel raccordo inferiore con la superficie esterna dell'isolatore, avere una certa zona pianeggiante, sulla quale poi dovrebbe posarsi il conduttore cilindrico.

Ora, tenuto conto che le considerazioni riportate si riferiscono a conduttori collegati nudi sull'isolatore, e che inoltre per i fili di linea assai raramente usasi quello da 4 e 5 mm, ma spesso adoperasi filo da mm 3,17, per il ferro e per il bronzo anche quello da 2 mm, risulta che negli isolatori aventi gola del diametro di 10 mm all'incirca, il conduttore nudo non viene a calettare in quest'ultima, nella quale può invece prendere posizioni molteplici. Di queste, una sola può tenersi mercè legami totalmente stretti, ed è quella del combaciamento col conduttore in C, nel punto di mezzo della gola, fig. 7; ma poi-

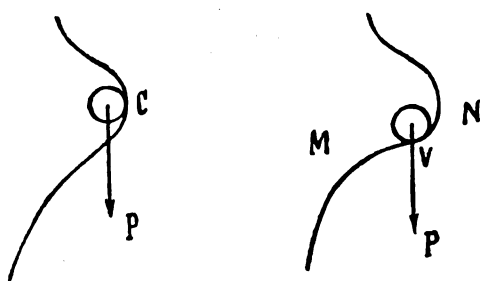


Fig. 7.

chè si vuole invece che il conduttore graviti col suo peso sulla porcellana, esso dovrà avere la generatrice di tangenza con la superficie dell'isolatore, sulla verticale P e cioè in V: allora però i legami avvolti sul collo dell'isolatore, non potranno più esser stretti, giacchè ciò facendo, il conduttore sarebbe subito sollevato e trasportato con la tangenza in C, che è il punto più vicino a quello diametralmente opposto del collo dell'isolatore, intorno a cui la legatura deve fissarsi. Con la voluta tangenza in V dunque, i legami risultano necessariamente lenti: in tal caso gli scuotimenti del filo di linea fan sbattere il filo medesimo contro la porcellana intaccandola, mentre essa corrode a sua volta il conduttore, che spesso finisce col rompersi, come è noto a tutti e come la pratica conferma (Brunelli, op. c. pag. 150). Si vede pertanto che se il legare nei tronchi rettilinei il filo sul collo dell'isolatore, costituisce un procedimento contrario alle disposizioni della vecchia Guida nonchè alle buone norme costruttive, l'esigere poi che il conduttore si posi pure sulla parete del pezzo oltre la gola, dà luogo ad inconvenienti gravi tanto da compromettere la stabilità del tronco di linea. E tutto ciò per evitare che sui legami si eserciti una tensione che, come è facile dimostrare giova, non nuoce al sistema, e che in ogni caso si risolve in forze pressochè insignificanti, mentre i legami stessi son destinati a sostenere sforzi ben altrimenti poderosi. E difatti, per le eccezionali tesate da 100 metri e per gli eccezionali conduttori da mm 5,08, il peso per campata di linea è di circa kg. 16, (per le usuali tesate da m 50 del filo N. 11 sarebbe di circa kg 3) mentre la resistenza complessiva dei 4 fili da mm 1,92 costituenti l'ordinaria legatura con incrocio a cravatta, è di chilogrammi $112 \times 4 = 448$: perciò anche nel caso in cui tutto il peso del conduttore si riversi sulle legature, queste non possono acquistare tensione apprezzabile, essendo sottoposte ad un carico troppo piccolo. Per la stabilità degli impianti, è invece necessario che le legature in discorso abbiano inizialmente una tensione discreta, non essendo conveniente che esse, al pari del resto di quanto verificasi in tutti gli organi meccanici destinati a lavorare per urto, passino bruscamente durante le bufere, dallo stato di totale inerzia a quello di massima tensione, ogni isolatore essendo in tal caso soggetto, come già si è accennato, a funzionare momentaneamente come sostegno di arresto, con conseguente scarico di tutto lo sforzo della linea sui legami. Nel caso considerato quindi il peso del conduttore, comunque piccolo, concorrerà a rendere meno repentina l'applicazione del carico sulle legature, delle quali in definitiva viene ad attenuare l'urto su di esse prodotto dal conduttore in balia delle correnti atmosferiche. Gli è appunto per ciò che tra le esigenze fondamentali stabilite per l'armamento proposto, vi è quella che i legamenti devono essere molto stretti, affinchè essi, anche allo stato di riposo, risultino sempre sottoposti ad una sensibile tensione iniziale.

Emerge dunque che la menzionata concezione del collegamento tra filo conduttore ed isolatore, non risponde allo scopo cui tale collegamento è destinato.

E per quanto concerne la voluta zona pianeggiante di raccordo tra la gola e la superficie inferiore del pezzo, si vedrà in seguito quali seri danni essa possa arrecare alla potenza isolante dell'isolatore.

PARTE SECONDA

Iniezione dei pali telegrafici ad essenza dolce.

L'Amministrazione italiana dei Telegrafi e dei Telefoni, fa uso di pali provenienti da essenze resinose (conifere) ed iniettati secondo i vari sistemi ammessi dalle vigenti prescrizioni: fa però eccezione il

larice rosso o larice delle Alpi, che si usa tanto iniettato quanto allo stato naturale. Esclusivamente allo stato naturale, fino ad oggi, viene usato solo il castagno, per il quale tuttavia è prescritta la carbonizzazione e catramatura di base. In questi ultimi tempi l'Amministrazione ha mostrato di interessarsi ai pali di robinia, adottando anche uno speciale capitolato al riguardo, ma non mi consta che fino ad oggi sian state eseguite importanti forniture per pali di tale essenza.

I procedimenti in uso per la preservazione dei pali ricavati dalle conifere (pino, abete bianco, abete rosso, larice) sono quelli Boucherie, Kyan, Rüping, Rütgers, Giussani, Betanattalinsulfonato di zinco, in merito ai quali possono aversi particolareggiate notizie, consultando la « Raccolta dei Capitolati speciali d'oneri » vigenti nell'Amministrazione, nonchè i trattati « Le Bois » di Beauverie, e « Lignes et transmission » di Weiller. Converrà tuttavia di rammentare al riguardo quanto segue.

L'ultimo dei citati sistemi, è stato applicato solo su alcuni esemplari ed a titolo sperimentale; in tale sistema viene utilizzata la proprietà del β -naftalinsulfonato di zinco, di essere molto solubile a caldo, ma poco a freddo.

Nel processo Boucherie, impiegasi come liquido antisettico il solfato di rame, il quale con le materie albuminoidi della linfa, dà luogo a combinazioni chimiche molto deboli, talchè se esso diviene un po' meno solubile del solfato libero, può tuttavia esser disciolto ed asportato dall'acqua piovana. Il procedimento applicasi di solito a tutte le conifere: in massima parte però i legnami maggiormente trattati, sono costituiti dagli abeti bianchi e rossi. In Italia i pali iniettati con tal sistema, non han dato risultati molto soddisfacenti, forse perchè non sono stati fatti stagionare per un anno come prescrive l'Amministrazione francese per tal genere di materiali.

Nel processo Kyan si fa uso del sublimato corrosivo, che produce con gli albuminoidi delle fibre legnose, dei composti insolubili. Esso è applicato agli abeti, pini e larici, con risultati migliori del processo precedente.

Risultati superiori però si sono ottenuti coi processi Rüping, Rütgers e Giussani, nei quali si adoperano come liquidi antisettici gli olii di creosoto e di catrame, con aggiunta, per l'ultimo dei detti procedimenti, anche di cloruro di zinco: questi tre sistemi però, vengono applicati esclusivamente al pino silvestre ed al larice, giacchè senza ricorrere ad eccezionali provvedimenti, gli abeti non sono in massima adatti per l'impregnazione con gli olii di catrame. Sembra difatti che la particolare orientazione dei vasi linfatici, non renda suscettibili i legnami in abete di assorbire l'olio, nè che questo possa trasmettersi per via di endosmosi traverso le relative pareti alveolari: tuttavia agendo con forti pressioni, dovrà avvenire che una parte di tali pareti si spezzino, ed allora la circolazione dell'olio potrà verificarsi tra l'una e l'altra cellula in contatto. Così si spiega che mercè l'impiego di pressioni notevoli, fino ad 8 e 10 atmosfere, il Rütgers riesca ad iniettare anche gli abeti, ottenendo però un materiale non soddisfacente per pali telegrafici, giacchè oltre la zona di penetrazione forzata dell'antisettico, il legname risulta totalmente indifeso e quindi l'umidità che in seguito ivi perviene traverso le fenditure, produce la rapida putrefazione del legname stesso.

Ciò che precede dà intanto ragione di un serio difetto emerso nel comportamento di taluni pali del tipo Giussani, i quali, pur essendo stati iniettati secondo tutte le buone regole inerenti al sistema, nella pratica han dato risultati pessimi, giacchè in breve volger di tempo essi son divenuti totalmente marci. Avendo avuto occasione di osservare qualche frammento di codesti pali, ritengo di poter stabilire la causa della breve durata di essi: ho constatato difatti che l'applicazione del procedimento Giussani, non è valsa a produrre altro effetto sui pezzi in questione, se non quello di tingervi esternamente con olio di catrame, senza però che questo sia penetrato radialmente nella massa del legno. Ho constatato inoltre che tali spezzoni per la conformazione del cuore e dell'alburno, per la forma, colorazione e disposizione dei nodi, per la configurazione della sezione trasversale del pezzo, per l'aspetto della superficie generale esterna, per il peso complessivo dello spezzone, per tutto potevasi stabilire in modo indubbio che trattavasi di un'essenza in abete, essenza che come si è accennato, è refrattaria al sistema in parola.

Ma un'altra prova è a citarsi circa il fatto che i legnami di abete non sono suscettibili di impregnazione con olii di catrame. Devo alla cortesia del Capo Cantiere di Gaulsheim, se qualche tempo avanti la guerra mi fu dato di assistere ad alcuni esperimenti eseguiti in quei grandiosi stabilimenti per la lavorazione del legno. Furono dunque fatte le seguenti esperienze di iniezione del creosoto, secondo un processo analogo a quello Rüping, su sette spezzoni di pali di essenze e provenienze diverse; ma tutti ottenuti da alberi appartenenti alla categoria delle conifere. Tali spezzoni sono stati introdotti freddi nel cilindro autoclave di iniezione, nel quale è stato poi immerso l'olio a 70°, e quindi esercitata, mercè adatti corpi di pompa e per 15 minuti primi, la pressione di atmosfera 4,5 sicuramente applicabile ai legnami re-

sinosi senza alterarne la struttura. Dopo questa prima fase, il cilindro, ricondotto a pressione normale, si è vuotato dell'olio e riempito d'aria; si è allora nuovamente rimesso in pressione l'interno del cilindro contenente aria, ancora fino a 4,5 atmosfere, e del pari per il tempo di 15 minuti primi, allo scopo di far penetrare nel legno tutto l'olio rimasto alla sua superficie. Come si è accennato tal procedimento è analogo, ma non identico a quello Rüping, (Königl. Eisenbahn. Zentralamt, 1909).

Ciò posto, ecco i risultati ottenuti col particolare procedimento sopra menzionato, sui sette spezzoni sottoposti ad esame.

Campione N.	Peso in kg		Spessore di penetrazione dell'olio m/m	Qualità del legno
	avanti iniezione	dopo iniezione		
1	31.7	32.5	1	Abete rosso tedesco
2	26.5	27.6	1	» » »
3	35.5	46.6	35	Pino silvestre di Russia
4	32.8	43.5	40	» » » »
5	106.5	106.9	1/2	Abete bianco di Russia
6	9.5	15.6	35	Larice tedesco
7	10.9	17. -	35	» »

Da ciò che precede risulta pertanto stabilito che i pali di abete non sono suscettibili di impregnazione con olio, a meno di ricorrere a pressioni altissime e tali da infrangere le pareti dei tessuti legnosi, senza tuttavia poter contare sopra alcuna diffusione del liquido nella massa del legno, al di là della zona di iniezione forzata.

Su quest'ultimo argomento posso ancora citare l'iniezione di alcuni pali di abete rosso, cui per la cortesia del direttore dei cantieri di Kötsche (Austria) potei assistere nel 1913. Detti pali vennero iniettati a titolo di esperienza con sali di fluoro e più precisamente con fluoruro di sodio ed olio di catrame, in conformità del processo che segue.

Si produsse nel cilindro autoclave un vuoto di 60 centimetri di mercurio, mantenuto per circa mezz'ora; indi si introdusse del fluoruro di sodio, sottoponendolo alla pressione di 4 atmosfere per 5 minuti. Dopo ciò si estrasse il fluoruro dal cilindro, nel quale si fece il vuoto per 30 centimetri di mercurio, mantenuto per 10 minuti, ed infine si introdusse olio ad 80° di temperatura, sottoponendolo alla enorme pressione di dieci atmosfere, mantenuta costante per un'ora intera.

Immediatamente dopo tale operazione, i pali sembravano bene iniettati, almeno per quanto concerne la zona visibile impregnata di olio: non conosco però qual risultato essi abbiano dato in pratica.

Come vedesi intanto, pur di addivenire alla completa impregnazione della massa legnosa, non si è esitato di ricorrere ad una delle sostanze più deleterie e di maneggio pericoloso che esistano, e cioè al fluoro, per utilizzarne la nota proprietà di combinarsi con quasi tutti i corpi.

Da quanto precede emerge intanto che per ottenere dalle conifere dei buoni pali iniettati secondo i sistemi che in pratica han dato i risultati migliori, e cioè utilizzando gli olii di catrame, una delle condizioni essenziali si è che il personale incaricato sia dell'esecuzione dei lavori, sia anche delle verifiche relative, si renda conto e riconosca a colpo d'occhio di quali essenze resinose siano effettivamente costituiti i pali da trattare o da verificare. Qui è necessario mettere in rilievo come la distinzione fra tali essenze, assai spesso non può esser stabilita mercé caratteristiche nettamente definite, ma dipende invece da una lunga serie di indizi, i quali poi riuniti insieme, determinano senza possibilità di errore, la natura del legname. Orbene, solo la pratica e lo studio dei campioni di ogni specie di legname può mettere bene in evidenza tali indizi: io preferisco tacere l'elenco, sia pure sommario, non avendo disponibili i campioni di riferimento indispensabili affinché tale elenco possa, com'è necessario, riescire in massima completo, chiaro e preciso.

Un altro requisito del legname ha importanza per lo meno pari a quello della relativa iniezione, ed è la struttura della massa legnosa. Da questa infatti dipende soprattutto e non solo per le conifere, ma bensì per tutte le specie di legnami impiegati nelle costruzioni e nelle arti, se i legnami stessi possano esser considerati di buona o di cattiva qualità, e cioè in altri termini se essi riescano robusti e duraturi ovvero deboli e di breve durata.

Per una medesima specie di legname difatti, si ha grande differenza di struttura secondo che la pianta è cresciuta lentamente in terreni poveri o magri, alpestri e freddi, ovvero rapidamente in terreni grassi, nelle pianure ed in località calde. I legni resinosi presentano

al riguardo differenze notevoli, impressionanti. Un esempio se ne può avere in una pianta di abete, recentemente abbattuta nel giardino del Ministero Poste e Telegrafi a Roma, perchè affetta da malattia alle radici ed invasa da numerose larve di insetti sul tronco. Essa aveva l'età di 30 anni ed era alta 25 m circa; il suo tronco, reciso a 20 cm circa al disopra del livello del suolo, aveva alla base una circonferenza di m 2,30 circa, con diametro medio di m 0,74; la distanza fra gli anelli di accrescimento elevavasi in taluni punti a mm 22. In Carinzia invece, per degli abeti provenienti dalle Caravanche, si è osservato che da tronchi di età ben superiore a quella sopra indicata, non ricavavasi che dei pali da m 8,50 con periferia di base di cm 60 circa e diametro di cm 19: in compenso però gli anelli di accrescimento distavano meno di 1 mm l'uno dall'altro. In dipendenza di ciò, quest'ultimo legname avendo fibre più serrate, risultava più compatto e più ricco di resina, e cioè di qualità senza confronto superiore a quello proveniente dalla pianta cresciuta e marcita in via del Seminario.

A completare il riassunto delle principali caratteristiche necessarie per i buoni legnami da costruzione in generale, devesi rammentare che le piante abbattute in primavera od in estate, quando la linfa trovasi in attiva circolazione, contengono più acqua di quelle abbattute quando la vegetazione è sospesa e cioè in inverno. A ciò conviene aggiungere che il legname di taglio invernale, ha composizione chimica alquanto diversa di quello reciso in estate, poichè contiene minor quantità di sostanze costituenti alimenti per taluni speciali funghi parassiti: esso riesce perciò più duraturo. Infine elemento essenziale di un buon legname è una completa stagionatura, per la quale in aria libera, ma al riparo dalle piogge e dai raggi solari, occorrono almeno da 15 a 18 mesi: dopo di ciò il legno contiene ancora dal 15 al 20 per cento di umidità, che resta stabilmente nei legnami in contatto con l'aria. Appena abbattuto, il legname contiene acqua in quantità variabile con le varie essenze: per talune è del 30 %, per altre del 50 % e per altre infine anche del 90 % in peso del legname disseccato.

Con la stagionatura, dunque, l'acqua tende a sparire, l'ossidazione delle fibre organiche si fa più lenta, le sostanze della linfa divengono inadatte per l'alimentazione dei microrganismi, la durezza e resistenza del legno aumentano. Ai fini della conservazione del legname, tutto ciò è di somma importanza. Ma non è sufficiente, specie per le essenze dolci, le quali devono essere ulteriormente protette mercé l'iniezione di sostanze tossiche, atte a solidificarsi nella massa legnosa, ostruendone i pori.

*

Ciò che precede riferisce ai legnami da costruzione, sani e privi di difetti che ne diminuiscano i requisiti di robustezza e di durata. Tuttavia è bene metter senz'altro in rilievo che ogni essenza è soggetta a malattie ed imperfezioni particolari, delle quali può aversi l'elenco consultando i trattati speciali al riguardo. Qui è necessario accennare invece a taluni inconvenienti che si verificano nella requisizione dei legnami, e più particolarmente dei pali telegrafici provenienti dalle conifere. Giacchè per queste ultime essenze, le quali costituiscono delle foreste di notevole ed anche talvolta di enorme estensione, verificasi che durante le intemperie un certo numero di piante, non di rado anche un gran numero, viene abbattuto dalle bufere e muore sul posto, ove resta a giacere in contatto sia con l'acqua stagnante sia con l'umidità del terreno, e sempre col fogliame in decomposizione, fino a quando con la bella stagione non sopravvengano gli interessati a farne la raccolta. Nei luoghi di difficile accesso invernale delle foreste europee, ma soprattutto nelle squallide zone costituenti le foreste siberiane, tale raccolta riesce sempre abbondante e spesso redditizia, giacchè chi si occupa di codesti traffici, cerca di qualificare e di esitare come di prima qualità e quindi perfettamente sano, un materiale scadente e già in istato più o meno avanzato di putrefazione. E poichè il medesimo tentativo vien fatto anche nei riguardi dei numerosi vizi cui il legname è soggetto, vedesi quanto sia necessario da parte dell'acquirente o del verificatore una disamina esauriente ed accurata del materiale da trattare. All'uopo nessuna praticità, nessuna competenza può riescire eccessiva, giacchè le anomalie cui detto materiale va incontro, sono tali e tante da mettere in serio imbarazzo anche persone colte e dedite per professione abituale, talvolta ereditaria, alla lavorazione ed al commercio dei legnami. Certo condizione indispensabile per un esauriente esame al riguardo, è intanto che esso venga fatto sul legno allo stato naturale, mai dopo l'iniezione, che ne altera le caratteristiche principali, quando addirittura non le trasformi totalmente, come avviene per taluni processi, specie per quelli basati sull'impiego dell'olio di catrame. Gli è perciò che la Germania ha sempre usato, per l'acquisto dei propri pali telegrafici, non solo di far verificare da funzionari specializzati il materiale grezzo, anche ai fini della stagionatura, ma altresì di far continuamente vigilare la preparazione di esso nell'ulteriore trattamento, e fino alla totale impregnazione dei pezzi.

Poichè l'Amministrazione italiana delle P. T. in difetto dei pali di castagno, fa uso di pali iniettati appartenenti alle essenze resinose, sarà bene esaminare esclusivamente dal punto di vista dell'iniezione, quali antisettici dovrebbero all'uopo preferirsi. E poichè l'olio di catrame, che ha dato i risultati migliori per alcune di tali essenze (pini, larice), non è applicabile alle altre (abeti), è necessario per queste ultime ricorrere a mezzi diversi.

Si è già visto al riguardo quali sostanze siano oggi massimamente usate: conviene tuttavia rammentare che l'elenco delle materie sperimentate per la protezione del legno, è molto lungo e comprende prodotti svariatissimi, ma per quanto può risultarmi da accurate indagini, mai è stata tentata l'impregnazione del legname con la biacca di piombo (carbonato basico di piombo), e cioè con una sostanza totalmente insolubile nell'acqua. Orbene una tale impregnazione, già eseguita su alcune piccole provette, risulta perfettamente realizzabile, e, ritengo, debba anche riescire più efficace ed economica delle precedenti: però io non ho avuto nè il modo nè i mezzi di effettuare le esperienze indispensabili al fine di stabilirne il preciso valore pratico. Esporrò comunque il sistema di massima all'uopo da seguire, nella fiducia che altri possa applicarlo, giacchè è facile mostrare come il sistema stesso debba riescire più vantaggioso di quelli in cui si fa uso dei menzionati sali metallici solubili.

Difatti, in confronto con la Kyanizzazione, che fin'ora costituisce il procedimento migliore per la iniezione degli abeti, si ha che nell'autunno 1921 mentre il prezzo medio per quintale, in Italia, della biacca di piombo, era di L. 800 circa, quello del sublimato corrosivo oscillava intorno a L. 3500. Avanti guerra, in Germania, la detta biacca costava, secondo la purezza, da marchi 50 a 60, mentre contemporaneamente il valore del sublimato oscillava da marchi 520 a 600.

Grande economia dunque si ha coll'uso della biacca.

Nei riguardi dell'efficacia, solo accurati studi ed esaurienti prove pratiche potrebbero condurre a conclusioni precise; in ogni modo però, può fin d'ora affermarsi che il sublimato corrosivo combinandosi con le sostanze albuminoidi contenute nel legno, viene a fissarsi sulle fibre di esso e perciò non fa sentire la propria azione che sui microrganismi per i quali le fibre stesse costituiscono alimento. Nel caso invece della biacca, la quale essendo insolubile deve generarsi entro la massa legnosa, dovrà verificarsi che essa ne occuperà le cellule ostruendone i pori di accesso: i germi della putrefazione quindi non solo sarebbero materialmente impediti di attaccare il legname per tal modo difeso, ma si troverebbero in presenza di un tossico certo non meno efficace di quello ottenuto con la Kyanizzazione. Giacchè la biacca può suddividersi in minutissima impalpabile polvere, dalla quale sollevasi un pulviscolo che si aggiunge a quello atmosferico e che produce un lento avvelenamento in chi lo aspira, dando luogo alle cosiddette « coliche di saturno ».

Infine è da rilevarsi che nel sistema Kyan, il quantitativo di sublimato utile, è solo quello che combinandosi con gli albuminoidi diventa insolubile: ogni eccedenza resta inutilizzata, perchè con le piogge viene disciolta, lavata, asportata. Così non è per la biacca, la quale se anche si trovasse nella massa del legno in quantità eccedente al bisogno, per nessun motivo potrebbe essere asportata. In merito a queste ultime considerazioni, avviene difatti che l'acqua portata sul palo dalle piogge, non tutta scorre e si riversa sul terreno per convogliarsi con le acque provenienti dalle zone circostanti: una parte di essa invece resta sul palo, sotto forma o di particelle liquide aderenti alle asperità superficiali, o di piccoli depositi entro la vasta rete di spaccature ed avvallamenti. Orbene dopo le piogge, un certo quantitativo della detta acqua piovana residuale, eliminasi per evaporazione, un'altra porzione scola ancora lentamente dalla superficie al suolo, ed infine la porzione rimanente si difonde nei tessuti, impregnando la massa legnosa più o meno profondamente, secondo l'età, l'essenza e lo stato fisico del palo. Per taluni vecchi pali a cima in difesa, specie se appartenenti alle conifere ed alle qualità più tenere, osservasi spesso che le fibre costituenti la punta, sono materialmente staccate l'una dall'altra, talchè la punta medesima non costituisce un pezzo solido, bensì un fascio di schegge legnose tenute ancora insieme dalla coesione esistente tra le fibre delle zone sottostanti. Ai pratici è poi noto che nei detti pali le spaccature lungo l'asse, sono molto numerose ed alcune anche molto ampie e profonde. Evidentemente tutte codeste aperture, costituiscono delle vie libere per la diffusione dell'acqua nella circostante massa del legno, la quale, come si è accennato, resta così pregna di umidità. L'esperienza però dimostra che col ritorno del bel tempo, l'umidità di cui trattasi non resta sul posto ove è pervenuta sotto l'azione immediata delle piogge: essa invece continua a sua volta a diffondersi lentamente ed a spostarsi verso il basso, e tale moto discendente non ha termine se non quando tutta l'umidità dovuta alle ultime piogge verificatesi abbia o traversato l'intero palo, talvolta anche da cima a fondo, o raggiunto qualche fenditura longitudinale, per modo da pervenire sino al terreno ed ivi disperdersi. Simile processo di diffusione dell'umido lungo la massa

del legno, è messo bene in chiaro dalla colorazione verdastria dei pali iniettati con solfato di rame secondo il sistema Boucherie, ed anche dalla fuori uscita di catrame che verificasi nei buoni pali Giussani, abbondantemente iniettati.

Per la semplice umidità prodotta dalle piogge, malgrado essa non riesca visibile, avviene naturalmente il medesimo fenomeno: essa traversa il palo, trasportandosi verso la base e disperdendosi quindi al suolo. Da ciò intanto emerge limpida, imperiosa la necessità di proteggere quanto più è possibile dall'umido *tutta la parte fuori terra dei pali*, per evitare che l'umidità si trasporti poi in basso, nella parte interrata, e concorra a determinarne l'infreddimento.

Riportando questi concetti alle ultime considerazioni fatte circa le iniezioni con sublimato e biacca, occorre stabilire che un eventuale eccesso di sublimato, malgrado venga lavato dalle acque piovane, non può ritenersi totalmente perduto come antisettico del palo, giacchè trasportandosi prima in basso nel pezzo ed indi nel terreno, concorrerà nella fase in cui tali movimenti si verificano, e che ovviamente in pratica riescono lentissimi, a disinfettare il legname prima ed il terreno d'impianto poi. Gli è appunto perciò che i nostri agenti dicono che là ove esiste un palo regolarmente ed abbondantemente iniettato (Giussani, Boucherie, ecc.), per discreto raggio intorno e per notevole lasso di tempo, nè cresce filo d'erba, nè gli insetti nidificano.

Anche per la biacca dovrà poi verificarsi che con le aperture determinate nel legno dalla siccità, le particelle che della medesima biacca vengono a staccarsi dal palo, cadono verso la base di questo, concorrendo alla relativa difesa con azione insetticida: tali particelle però, essendo solide ed insolubili, restano mescolate al terreno e non possono quindi esser ulteriormente disciolte e disperse dalle piogge, come avviene per gli altri sali.

*

Vediamo ora in qual modo sia possibile iniettare con biacca e cioè con una sostanza totalmente insolubile, i pali in legno.

All'uopo non si ha che ricorrere al procedimento classico ovunque usato per la produzione industriale della biacca, mercè la reazione dell'anidride carbonica sull'acetato di piombo. E poichè quest'ultimo è solubile nell'acqua, non resta che costituire dei bagni di soluzione di acetato di piombo, in cui immergere i pali, come avviene nel processo Kyan: ad imbibizione ottenuta, si estrarrà dalle vasche la soluzione di acetato di piombo, per immettervi invece soluzione di anidride carbonica.

Ovviamente e come già ripetutamente si è accennato, le modalità per la pratica realizzazione di tal sistema non possono che esser stabilite dalla esperienza.

Per quanto poi concerne la tossicità delle sostanze citate e da impiegarsi al fine di produrre la biacca nell'interno della massa legnosa, è appena opportuno di rilevare come le precauzioni da prendere al riguardo, non siano certo superiori a quelle necessarie per l'uso del sublimato corrosivo e dei sali di fluoro.

Pali telegrafici allo stato naturale e relativi procedimenti sommari di conservazione.

I pali iniettati sono costituiti da legnami teneri, e più particolarmente da tronchi di conifere o di piante resinose, le quali risultano in massima ad essenza dolce, con debole resistenza meccanica e soggetta a rapido deterioramento. L'iniezione dei detti legnami, eseguita secondo qualsiasi sistema, se può contribuire ad aumentarne la durata in dipendenza del fatto che delle sostanze antisettiche vengono introdotte nella massa legnosa, non può tuttavia conferire al pezzo impregnato maggior robustezza di quella che esso aveva originariamente. Per stabilire delle idee concrete al riguardo, darò il risultato di talune esperienze comparative, accuratamente eseguite su due pali di buon pino silvestre non iniettato, su tre pali del medesimo pino iniettato secondo il normale processo Giussani, e su due pali di castagno selvatico. Trattavasi di materiali tutti di prima scelta, scevri di difetti, perfettamente sani. Risulta chiaramente dalla tabella, come il castagno riesca notevolmente superiore al pino silvestre, non solo per quanto concerne tutte le resistenze meccaniche, ma anche nei riguardi dell'elevato peso specifico e del minimo assorbimento di acqua.

Un'essenza che può esser ritenuta intermedia tra quelle dolci e quelle dure, è il larice rosso delle Alpi, il quale nella parte centrale (cuore) si avvicina realmente ai legni forti, mentre nella zona dell'alburno che sovente è assai sviluppata, ha tutte le caratteristiche delle più tenere conifere. Gli è perciò che il pregio di un tal legname, dipende dallo sviluppo del suo cuore, il quale per talune provenienze, come le zone più alte delle montagne della Carinzia, investe pressochè la totale sezione del pezzo, costituendo pali e travi di notevole robustezza e di grande durata, specie se annegati in acqua. La Città di Venezia deve appunto la sicurezza delle sue fonda-

NATURA DEL LEGNAME	l'eso specifico del le- gname	Assorbimento di acqua in peso %	Resistenza alla trazione Fibre parallele allo sforzo Carico di rottura kg p. cm ² .	RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE						Resistenza totale all' nr- to kg.	Resistenza alla flessione			
				Fibre normali alla direzione dello sforzo							Fibre parallele alla direzione dello sfor- zo. Carico di rottu- ra kg p. cm ² .	Provinei lavorati Coefficiente di rottu- ra nelle fibre ester- ne in kg p. cm ² .	Pali naturali + appoggi m. 1.50	
				Carico di rottura in kg. p. cm ²									Carico totale di rottura in kg.	Coe- ficiente di rottura in kg. p. cm ² . nelle fibre esterne della sezione
				che dà luogo alle prime deformazioni	che riduce a due terzi l'altezza del provino	che riduce ad 1/2 l'altezza del provino	che dà luogo alla uscita dei succhi							
1 Pino non iniettato	0.37	195.0	184	42.6	59.1	87.5	—	289.0	0.70	504	4500	515		
2 » » »	0.42	168.0	265	40.1	74.6	130.4	--	303.0	1.10	418	8100	498		
3 » iniettato	0.82	98.8	167	22.2	45.1	93.0	22.8	154.1	1.00	349	2300	250		
4 » »	0.64	101.2	369	25.4	50.8	86.5	24.4	219.1	1.65	434	3050	260		
5 » »	0.50	95.3	483	49.0	71.2	139.0	75.0	374.8	1.27	596	2400	396		
6 Castagno non iniettato . .	0.67	76.7	612	63.4	114.0	176.2	—	406.1	1.65	779	6700	548		
7 » » »	0.59	45.7	674	58.8	121.1	146.2	—	380.5	—	766	5300	682		

zioni in laguna, alle poderose palafitte costruite in massima con larice carinziano e quindi silicizzate nel suolo.

In Svizzera, Savoia e nel Delfinato, lo si utilizza invece tagliato in placche per ricoprire i tetti degli edifici, in sostituzione delle tegole: si ottengono così coperture impermeabili ed assai durevoli, se il legname è di buona qualità ed esente da difetti. Il legno in discorso diviene però di pessima qualità, quando l'albero è cresciuto rapidamente in pianura: la sua densità scende allora fino a 0,44. Per le provenienze di alta montagna, esso ha densità fino a 0,66 ed è invece elastico, resistente, molto resinoso e quindi molto durevole: è da tale essenza che viene estratta la così detta «tremontina di Venezia».

Il larice di provenienza italiana, sia pure alpestre, ha un alburno assai sviluppato, che, andando soggetto a rapida putrefazione, deve essere o asportato o protetto con antisettici. E poichè sempre ed ovunque, ma specie in Italia ove si ha tanta scarsità di legname, l'asportarlo costituirebbe un ingiustificabile sperpero di una materia prima, converrà invece di proteggerlo. All'uopo tutti i citati processi di iniezione sono utilizzabili, perchè il larice è, nell'alburno, suscettibile di subirli tutti e tutti con buon risultato. Ma poichè i sistemi industriali di cui si è trattato, implicano grandi spese di trasporto nei cantieri di preparazione e di impregnazione dei pezzi, e poichè è ora di giungere a conclusioni precise anche per il grave argomento in discorso, io ritengo più economico, più efficace e per ogni riguardo più utile, il trattamento dei pali in larice col procedimento sommario di aria calda ed olio caldo di catrame, di cui si è trattato nella 1^a Parte (1921): tale processo, applicato all'intero palo sul posto stesso del deposito, potrebbe anche condurre nella maniera più economica, ad una impregnazione d'olio spinta a rifiuto, la quale sempre in pratica è risultata la più efficace di tutte le protezioni del legno fino ad oggi escogitate.

*

Il castagno selvatico che normalmente costituisce il palo telegrafico in uso nell'Amministrazione italiana, non richiede una lunga trattazione: i suoi pregi emergono dalla precedente tabella, e notizie precise su di esso possono aversi consultando il *Brunelli*, o. c., nonchè il *Viale*, «Istruzioni sulla conservazione dei pali telegrafici» riportate come Appendice nella nostra «Guida degli Impiegati telegrafici (1884)».

Una grande differenza per durata e resistenza meccanica, vi ha tra i legnami duri ed a fibre serrate, provenienti da piante cresciute lentamente in località montuose ed in terreni magri o poveri, e quelli a rapida crescita ed a larghi anelli annuali, provenienti da terreni bassi e ricchi di principi nutritivi. Usati come pali telegrafici, l'esperienza dimostra che i primi dei detti legnami di castagno durano moltissimo, perfino 40, 50 anni, gli altri pochissimo, persino anche solo un paio d'anni, come i più teneri, candidi abeti delle desolate plaghe siberiane.

Orbene tra quest'ultimo legname, privo di solidità e quello di essenza forte proveniente dai castagni, anche se cresciuti al più caldo sole d'Italia e sia pure rapidamente in terreni bassi e grassi, non vi ha confronto possibile, il secondo avendo requisiti meccanici nettamente, grandemente superiori al primo. E poichè è noto che da tali abeti se protetti con opportune impregnazioni, possono pure ottenersi dei pali utilizzabili, non si vede perchè in Italia, ove il legname è tanto scarso, non si debbano proteggere i castagni in discorso, che hanno sempre valore industriale superiore. Non certo «per economia»: si pensi che iniettando in uno dei pali in questione una ventina di chili di olio di catrame, che avanti guerra

costava meno di 10 centesimi per chilo, se ne può quadruplicare, talvolta anche sestuplicare, la durata; si pensi alla grande portata finanziaria che, oggi specialmente, per l'estensione della rete telegrafica e l'elettrificazione delle ferrovie, potrebbe avere per la nostra Amministrazione, solo un raddoppiamento nella detta durata, e riuscirà evidente come la mancata impregnazione dei pali in discorso, costituisca non una economia, ma un sicuro sperpero di valori e di energie, nonchè un grave danno per la continuità del servizio telegrafico telefonico.

Vero è tuttavia che anche per la conservazione del legname di castagno, qualche cosa vien fatto. In massima però si tratta di legname duro e di provenienza alpestre, giacchè i funzionari dei telegrafi fan sempre di tutto per evitare l'acquisto di pali provenienti da piante a rapida crescita. La protezione oggi in uso per detti pali, applicasi al fondo del pezzo e limitasi alla carbonizzazione superficiale, che talvolta ed in particolari circostanze viene anche accompagnata da catramatura, pure superficiale, con olio caldo. Con tale sistema si forma uno strato incorruttibile di carbone, mentre che i germi esistenti eventualmente sulle zone della superficie, sono distrutti dal calore. Inoltre vengono così a spandersi più o meno profondamente nell'interno del pezzo, dei prodotti antisettici provenienti da un inizio di distillazione delle parti del legno sottomesse all'azione del calore. Come vedesi, dal punto di vista teorico tale sistema risulta semplice ed abbastanza efficace, tanto che nella marina francese esso è stato perfezionato ed impiegato su vasta scala, (sistema Laparent, Hugon, ecc.).

Digraziatamente però nel pratico procedimento usato in Italia, verificasi che la zona superficiale combusta, assume spesso notevole sviluppo radiale, con danno gravissimo per la resistenza complessiva del pezzo e senza alcun beneficio pratico, giacchè nei vari movimenti cui il palo è sottoposto avanti la messa in opera, il carbone eccedente, fragile e poco consistente, facilmente si stacca e si disperde. In ogni caso però l'esperienza ha dimostrato che nè la detta carbonizzazione, nè la successiva catramatura superficiale prescritta dalla vecchia Guida, sono valsi ad impedire la putrefazione a breve scadenza dei pali di castagno a rapida crescita. E pertanto codesti procedimenti devono ritenersi insufficienti e quindi sconsigliabili.

Volendo dunque iniettare razionalmente quei pali di castagno che pur avendo larga struttura, risultano sempre preferibili a quelli provenienti dalle conifere, tutti i sistemi sono applicabili, perchè l'essenza di cui trattasi è perfettamente suscettibile di subirli.

I pali in larice ed in castagno disponibili sul mercato, non risultano ordinariamente sufficienti al fabbisogno dell'Amministrazione italiana dei Telegrafi e Telefoni, la quale è perciò sovente costretta a ricorrere alle essenze dolci, iniettate negli appositi cantieri industriali.

Io ritengo però che ciò potrebbe evitarsi, almeno in avvenire, utilizzando un'essenza che più e meglio del larice e dello stesso castagno selvatico, riesce adatta per pali telegrafici da utilizzarsi allo stato naturale.

Parlo della robinia, che con grande facilità prospera nei nostri climi, con grande abbondanza trovasi ovunque in Italia e che con ancora più grande utilità sia tecnica sia finanziaria, potrebbe a non lontana scadenza produrre buona parte del quantitativo dei pali occorrenti alla nostra Amministrazione. Ho potuto esaminare un palo da m 6,50 di robinia pseudo-acacia, avente periferia alla cima di centimetri 41, a 2 m dalla base di cm 48, età 18 anni, grana discretamente fine e dura, ben resistente al taglio, fibra nervosa. Sottoposto dalla parte del calcio a prova di flessione sulla macchina universale

Olsen, il suo coefficiente di snervamento nelle fibre estreme espresso in kg per cm², risulta di kg 800.

Il Beauverie dà per lo stesso coefficiente e per diverse essenze, i numeri che seguono: acacia kg 1093, quercia kg 690, larice kg 590, abete kg 530; avverte però che tutte le cifre indicanti i risultati delle prove sui materiali in legno possono variare considerevolmente anche per una medesima essenza e per uno stesso pezzo. Il medesimo autore poi dà per la minima resistenza alla trazione delle varie essenze, i numeri che seguono:

acacia	kg 9	per m/m ² ,
quercia	» 5,2	» » ,
abete pettinato	» 4,9	» » ,

Dal confronto di questi dati con quelli indicati nella precedente tabella, emerge che la robinia ha resistenza per tutti gli sforzi superiore non solo al castagno ma anche alla quercia.

Or è qualche tempo, ho anche potuto esaminare qualcuno dei sottili paletti che le Società telefoniche private d'Alta Italia, hanno in opera presso Pavia (da 18 anni) e Vercelli (da 8 anni). Essi han lunghezza di m 8-9, periferia di cima 25-35 cm, idem ad 1 m dalla base cm 35-50. Furono trovati in condizioni generali eccellenti e con la parte sotto terra perfettamente conservata, malgrado essi siano stati messi in opera ancora verdi (senza stagionatura di sorta), senza nessuna protezione, e, salvo che nella parte interrata, con tutta la corteccia aderente. Il legname era sano, durissimo, resistente all'ascia ed alla sega. Gli agenti della nostra Amministrazione i quali hanno avuto occasione di esaminare detti vecchi pali di robinia, han dichiarato che i pali stessi potevano ritenersi non meno pregevoli dei nostri migliori in castagno selvatico.

Infine nella citata opera del Beauverie, al legname di robinia vengono attribuite le seguenti caratteristiche. «Legno duro, pesante, nervoso, elastico, suscettibile di bel pulimento giallo verdastro; alburno sottile e ben distinto, soggetto a fendersi; la sua resistenza «verticale è superiore a quella della quercia di cui ha pari durata; «esso resiste meglio di qualunque altro legno alla putrefazione e si «conserva bene sotto l'acqua; il cuore e l'alburno non temono le alternative del secco e dell'umido. La sua densità varia da 0.66 a 0.77».

Com'è noto la robinia è una pianta di origine americana, coltivata per la prima volta in Europa da J. Robin verso il 1600, e costituisce quegli alberi che ordinariamente noi chiamiamo «acacia» e dei quali si adornano i giardini ed i pubblici viali: i botanici però dicono che tal nome è applicato erroneamente, le vere acacie appartenendo ad altra famiglia vegetale, e perciò designano la robinia con la denominazione di *pseudo* o di *falsa acacia*.

Tale pianta cresce ovunque ma preferisce i terreni freschi, magri, leggeri; può assumere notevole statura, specie se ben coltivata e tenuta sufficientemente isolata da altre piante. La vegetazione ne è rapida, specie fra i 25 ed i 45 anni. Le sue radici, numerose e vigorose, han potente presa nel terreno: gli è perciò che l'albero in discorso diviene prezioso, per fissare le opere d'arte e mantenere in posto le zolle e le sabbie mobili, e quindi anche per il rimboschimento delle plaghe con foreste distrutte, e cioè in definitiva per una delle questioni di più alta importanza in Italia, ai fini della prosperità nazionale.

A detta di taluni pratici, pare che oggi le migliori qualità di robinia provengano dalle «terrazze del Po», le quali son costituite dai banchi di sabbia che il fiume Po lascia in secca nei periodi di magra. In ogni caso per ottenere dei buoni pali dalle menzionate piante, è necessario che il taglio ne sia eseguito esclusivamente in pieno inverno, che vengano subito scortecciati e mondati a coltello fino all'alburno, che siano impilati e stagionati a dovere per un periodo di tempo non inferiore a 18 mesi.

Più di tutte le altre essenze oggi in uso, più dello stesso castagno, all'Amministrazione italiana dei telegrafi converrebbe dunque sviluppare l'uso dei pali di robinia. Tuttavia ciò non sarebbe immediatamente possibile, giacché attualmente quest'ultima specie non è coltivata per pali telegrafici, nè naturalmente lo sarà sino a quando la nostra Amministrazione non farà esplicitamente conoscere a tutti gli agricoltori interessati, di esser disposta ad acquistare pali di robinia. La relativa produzione potrebbe così aver inizio entro una dozzina d'anni, dopo di che la produzione medesima negli anni successivi non farebbe che aumentare di numero e migliorare di qualità.

(continua).

== SUNTI E SOMMARI ==

IMPIANTI.

L'economia degli impianti di produzione d'energia discussa dagli ingegneri di New York. (E. R. J., 11 marzo 1922, pag. 412-414).

L'assemblea tenuta dagli ingegneri elettricisti dell'American Institute della Sezione di New York e dagli ingegneri meccanici dell'American Society della Sezione Metropolitana a New York, il 24 febbraio 1922 presentò un notevole interesse per ciò che riguarda gli impianti di produzione d'energia. Essa si svolse in modo particolare sopra un rapporto sulle prove di un gruppo di 60 000 kW turbina a vapore, alternatore, eseguite da H. B. Reynolds e W. F. Hovey della Interborough Rapid Transit Co.; una memoria sull'andamento economico della sala caldaie esposto da I. E. Moulthrop e R. E. Dillon della Edison El. Ill. Co. di Boston, e una memoria sui metodi di fornitura d'energia per le macchine ausiliarie nelle centrali, dovuto a H. C. Albrecht della Philadelphia Electric Co.

Energia elettrica per trazione prodotta in base a 5 kg circa di vapore per kilowatt-ora.

L'unità consta di una turbina ad alta pressione e due a bassa, ciascuna azionante un alternatore.

La pressione normale del vapore è di circa 15,5 kg/cm² assoluti con un surriscaldamento di 65° e moto del 96,5 %. La velocità dei tre elementi è di 1500 giri al minuto.

L'unità è munita di dispositivi automatici per l'esclusione parziale di uno o due dei tre elementi.

La maggior parte delle prove, cui si fa riferimento nel presente rapporto, durarono tre ore. Ad eccezione di poche prove speciali, la turbina sopportava il carico normale, controllato dal quadro di distribuzione. Tale metodo di controllo del carico assoggettava la turbina a tutte le oscillazioni del carico di trazione. Furono fatte due serie di prove: una con l'unità completa in servizio, l'altra con la turbina dell'alta pressione e una della bassa.

Le qui unite serie di curve danno i risultati generali delle prove, con particolare riferimento al consumo totale di vapore, il consumo d'acqua delle diverse unità e i rendimenti termici e del ciclo di Rankine (¹).

Dalle curve appare che il minimo consumo d'acqua ottenuto con l'unità completa in funzione in condizioni normali fu di 5 kg per kWh, mentre il massimo rendimento Rankine e termico raggiunsero rispettivamente il 76 % e il 25,1 %. Avendo in servizio la turbina dell'alta pressione e una della bassa, il consumo d'acqua fu di kg 5,10 per kWh. È bene notare che per un carico inferiore ai 25 000 kW il consumo d'acqua è minore quando sono in servizio la turbina dell'alta pressione e una della bassa, che non tutta l'unità completa.

Come in ogni impianto di forza, una centrale moderna comporta solamente un operaio per la lubrificazione e un fuochista per ciascuna unità di 30 000 kW ed oltre.

Inoltre, mentre nelle vecchie centrali occorre kg 1,15 di carbone per kWh, ora bastano circa kg 0,57.

Le grandi caldaie con focolari moderni, oggigiorno introdotti in numerosi impianti, hanno un rendimento dell'80-85 %; esse presentano cioè un vantaggio del 15 al 20 % rispetto ai tipi installati dieci anni or sono.

Si è anche raggiunto un perfezionamento per ciò che riguarda il carico massimo che può essere sopportato da un dato numero di caldaie.

Nel 1905 si arrivava solo a 1 kW per ogni metro quadrato circa di superficie riscaldata dalle caldaie; oggi si raggiungono gli 8 kW.

Il carattere della curva di carico giornaliera ha una notevole importanza nel funzionamento. Se la curva è piana e senza cuspidi, le caldaie possono funzionare in vicinanza del punto di massimo rendimento, in quanto lo permettano le condizioni di lavoro e la capacità dell'impianto. Quando invece detta curva presenta cuspidi, il modo di superarle dipende da varie considerazioni.

Si presenta ad esempio il problema se le caldaie debbano essere forzate, o aiutate da elementi ausiliari. La durata del sovraccarico ha notevole importanza per stabilire se il periodo di forzamento può essere mantenuto senza difficoltà, per ciò che riguarda le condizioni del focolare. La durata del periodo di forzamento e l'intensità di questo influiscono notevolmente sul costo di manutenzione.

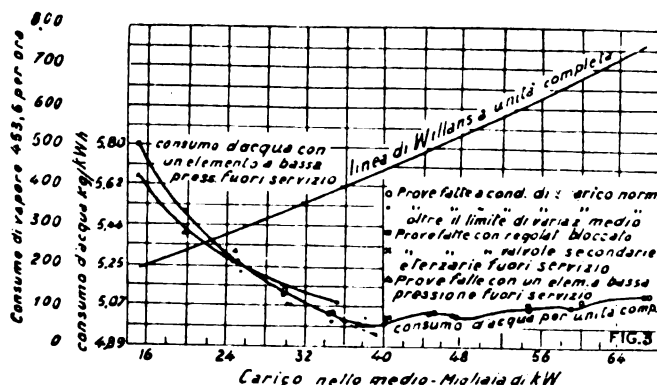
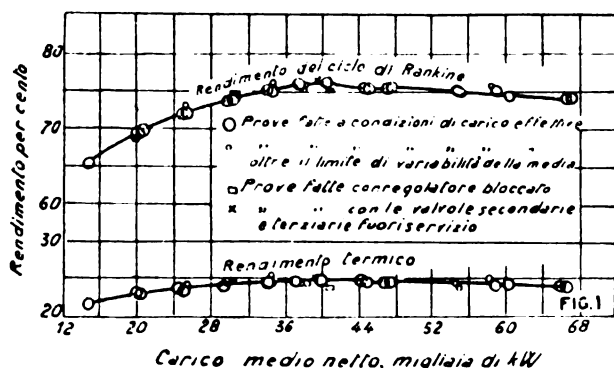
C'è un punto in cui la perdita dovuta al consumo di combustibile per il forzamento delle macchine in azione è equivalente alla perdita che si avrebbe con caldaie ausiliarie.

Il capo officina è responsabile del perfetto e sufficiente funzionamento anche durante i sovraccarichi giornalieri, ed è autorizzato a mettere in funzione o a escludere il numero di caldaie necessario per provvedere al fabbisogno.

A questo punto comincia il compito del fuochista. Conoscendo il carico e il numero di caldaie da portare in pressione, esso determina coi suoi strumenti e secondo le dovute prescrizioni, quanto carbone

(¹) Il rendimento del ciclo di Rankine è quello che si avrebbe se tutta l'energia rappresentata dalla differenza fra l'energia termica del vapore entrante nella turbina e quello di quello che ne esce si trasformasse in lavoro utile, il rendimento termico invece è il rapporto fra il lavoro prodotto e l'energia contenuta nel vapore entrante nella turbina.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.



Risultati di prove fatte su una turbina di 60000 kW.

Fig. 1. — Rendimento della turbina espressa come rapporto fra potenza meccanica sviluppata e potenza termica assorbita e come rapporto fra la potenza effettiva sviluppata e la potenza teorica.

Fig. 3. — Curve del consumo d'acqua.

deve bruciare in ciascun focolare per produrre il vapore necessario.

Nell'assicurare un alto rendimento della sala caldaie occorre tenere in considerazione il coordinamento di questa con le altre parti dell'impianto.

Il rendimento della sala caldaie, insieme con quello della sala turbine determinano l'andamento economico complessivo. Troppo spesso si crede che il rendimento dipenda dalle perdite del focolare e del camino. Ciò non è vero finché non si consideri anche la perdita di calore dovuta all'acqua di circolazione nel condensatore. L'acqua di alimentazione può venir riscaldata per la maggior parte da entrambi queste sorgenti di calore. Così, utilizzando una parte del calore, che altrimenti andrebbe dispersa nell'acqua di raffreddamento, la sala turbine raggiunge un miglior rendimento che va a vantaggio anche della sala caldaie.

È bene notare che i dati di funzionamento sopra elencati riguardano impianti modello, in cui non si è fatta economia né di luce, né di spazio, né di tutto ciò che può evitare guasti, disgrazie o pericoli.

Comandi elettrici per i macchinari di servizio nelle centrali a vapore. Per ciò che riguarda le macchine ausiliarie è da notare che negli ultimi anni l'uso dei comandi elettrici in sostituzione di quelli a vapore è aumentato considerevolmente, specialmente negli impianti moderni. Questo fatto è dovuto ai seguenti fattori:

- 1) Aumento di domanda di potenza ausiliaria per kilowatt di capacità della stazione generatrice.
- 2) Maggiore libertà nella scelta dei metodi per ottenere l'equilibrio termico per tutte le variazioni di carico e di stagione.
- 3) Elevato costo degli ingranaggi riduttori di velocità generalmente usati con comandi a vapore.
- 4) Elevate perdite per condensazione e complicazioni delle condutture di vapore ausiliarie.
- 5) Ulteriore applicazione della corrente alternata al comando di gruppi ausiliari.

L'energia per il comando elettrico dei servizi ausiliari può essere fornita: a) dall'unità generatrice principale o dalle sbarre principali; b) da un turbo-generatore; oppure c) da una combinazione delle tre sorgenti d'energia suddette.

Ciascuno dei metodi d'alimentazione sopra ricordati possono essere predisposti in modo che l'alimentazione stessa risulti fatta o per mezzo di un sistema unico per tutti i gruppi ausiliari; oppure con un sistema che consenta l'alimentazione di ciascun gruppo ausiliario separatamente o insieme agli altri a seconda del bisogno.

La prima disposizione ha lo svantaggio che un'interruzione nel servizio viene risentita su tutti i gruppi ausiliari alimentati dalle sbarre comuni, mentre il secondo sistema è particolarmente vantaggioso quando gruppi motori ausiliari comandati siano previsti in doppio.

Speciali precauzioni devono adottarsi per gli equipaggiamenti elettrici usati nell'alimentazione e controllo di motori destinati al comando dei servizi ausiliari nella sala turbine e nella sala caldaie, tanto più che il personale addetto non è probabilmente pratico e abituato a tali equipaggiamenti.

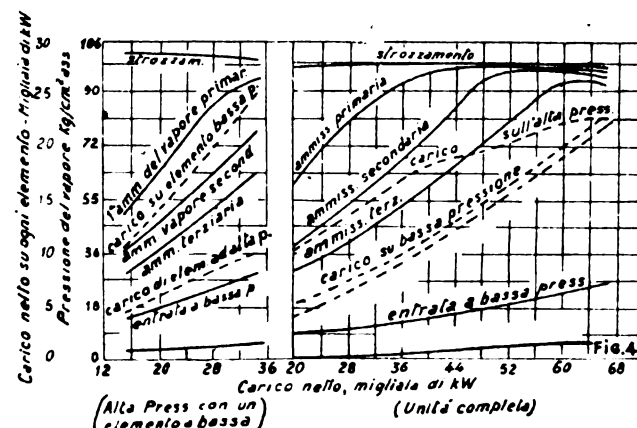
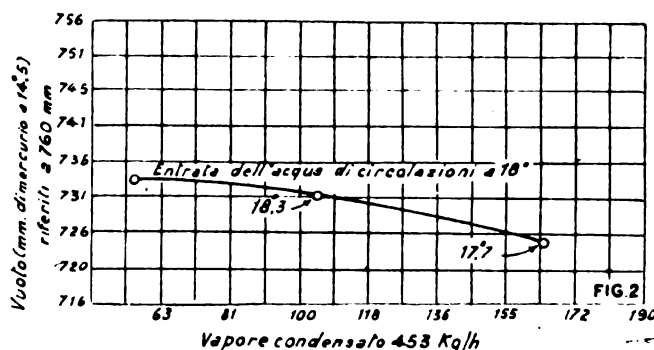


Fig. 2. — Relazione fra il vuoto ottenuto nel condensatore e la condensazione del vapore.

Fig. 4. — Distribuzione della pressione del vapore nella turbina.

Nell'applicazione dei motori a corrente alternata per il comando ausiliario, uno dei principali problemi è stato lo sviluppo di equipaggiamenti che soddisfacessero ai servizi che richiedevano velocità variabili. Fino a pochi anni or sono, sono stati usati a tale scopo motori a corrente continua, i quali presentano caratteristiche assai convenienti a tali applicazioni.

È inoltre necessario che gli equipaggiamenti per il comando elettrico presentino la necessaria elasticità per permettere l'esclusione di ciascuna delle varie parti dal funzionamento, col minimo disturbo per gli apparecchi rimanenti, specialmente in caso di guasti. È interessante a questo proposito ricordare gli impianti ausiliari della Hell Gate Station a New York e della South Meadow Station ad Hartford, particolarmente importanti per l'economia, la facilità e semplicità di funzionamento e di comando in esse raggiunti, e la perfetta corrispondenza e cooperazione ottenuta fra la parte meccanica e quella elettrica.

In generale l'importanza e l'utilità degli equipaggiamenti ausiliari elettrici è largamente provata, poichè essi rappresentano una notevole economia in generale.

a. r.

* *

Nuovo locomotore americano. (E. R. J., 30 dicembre 1922, pag. 1012).

La Westinghouse americana e la American Locomotive Co., costruiscono, per la Norfolk & Western Railway, quattro locomotori del nuovo tipo a due unità rigide, articolate fra loro, da aggiungere ai 12 già in servizio dal 1915. Caratteristiche principali sono: Peso totale 400 tonn., cioè circa 32 tonnellate per asse; potenza 2460 kW, per servizio continuo, e 2980 kW per servizio di 1 ora; motori atti a velocità orarie di km 22,5 e 45, secondochè lo statore è disposto per 4 o per 8 poli; sforzo di trazione continuo, alla velocità minore, kg 40770; con tensione e frequenza normali, e velocità massima, si ha per 1 ora lo sforzo di 48924 kg e per 5', quello di 76 104, mentre che all'avviamento, coi motori a 4 poli, e l'85-95% della tensione di trolley, lo sforzo è di 49 830 kg.

I dodici locomotori esistenti, pur dimostrando difetti dovuti all'essere progettati sulla linea dei tipi a vapore, si sono mostrati atti a far fronte all'enorme traffico di 75 000 tonn. in 24 ore, che avrebbe richiesto almeno 30 locomotive a vapore Mallet.

I quattro motori, da 745 kW ognuno, sono trifasi ad induzione; ogni rotore è connesso, mediante coppie di ingranaggi col rapporto 21:100, ad un sottostante albero a cavalletto; gli altri dodici locomotori, invece, avevano due motori connessi ad un solo albero a cavalletto. Le sedici ruote motrici hanno il diametro di m 1.55; ogni unità, tipo Mikado 2-8-2, ha interasse rigido di m 4,95, i carrelli di guida possono subire spostamenti nelle curve, fino a 20 gradi.

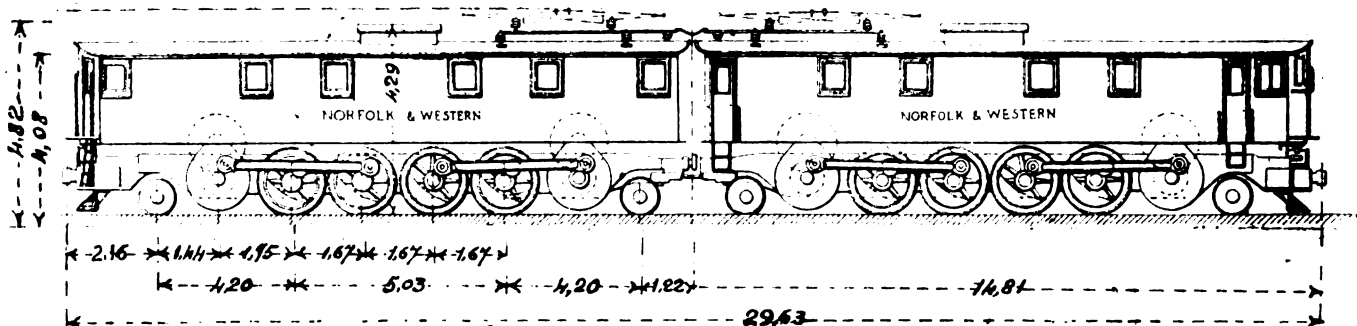
L'energia monofase a 11 000 V, 25 periodi, è ridotta, nel locomotore, da un trasformatore e mediante convertitore di fase (sincrono per migliorare il fattore di potenza, mentre nel vecchio tipo era ad induzione) è resa trifase. Lo statore, bifase, del convertitore ha una

fase alimentata dal trasformatore, e l'altra in cui si ha una tensione ritardata di fase di 90° rispetto a quella del trasformatore; un morsetto di questa fase è connesso al punto medio della prima fase e l'altro all'esterno di una fase del circuito principale del rotore. Gli altri due morsetti di questo sono connessi ai due capi di quella prima fase; così si ha un sistema Scott che dà corrente trifase ai motori.

Il convertitore è separatamente eccitato dalla stessa macchina che serve per il suo avviamento e che è un motore monofase in serie a collettore, coassiale al convertitore che deve portare alla velocità di sincronismo, dopo di che agisce da eccitatrice.

I trasformatori di tipo corazzato, in olio con raffreddamento artificiale mediante pompa d'olio e ventilatore, differiscono da quelli degli altri dodici locomotori, che erano isolati in aria; si è trovato che il maggior peso dell'olio è compensato dal migliore isolamento. Un avvolgimento esterno serve per compensare la caduta di tensione fino al 15 %, durante le accelerazioni e ad equilibrare la tensione stessa durante queste e le fasi di ricupero.

Ogni fase del motore ha reostato a liquido con elettrodi di piastra d'acciaio, separati, in basso, da lamiera di ardesia. L'elettrolito proveniente da un serbatoio nella cabina, è tenuto in circolazione da



una pompa, e raffreddato in torre a tramezzi, su cui esso cade incontrando l'aria soffiata. L'altezza del liquido è regolata da una valvola di troppo-pieno, a motore. I controller principali hanno leve di velocità, di accelerazione ed inversione, con i soliti vincoli d'interdipendenza per evitare le conseguenze di manovre errate. La leva d'accelerazione permette di spostare l'altezza della valvola, così da regolare la resistenza liquida e quindi la velocità e lo sforzo di trazione. Un controller ausiliario comanda il convertitore di fase, il trasformatore, nei casi di marcia normale o di ricupero, e le manovre del pantografo. Tutte le parti dell'impianto hanno interruttori pneumatici elettricamente controllati. Apparecchi di protezione, con relais di sovraccarico e interruttori in olio, difendono il locomotore dai corti circuiti e sovraccarichi. Un relais di livello, limitando l'altezza del liquido nel reostato, impedisce la chiusura degli interruttori di corto circuito del rotore, se il liquido non è al livello massimo. Su un tamburo connesso meccanicamente alla valvola, contatti opportuni evitano che gli interruttori della linea del motore si chiudano sulle connessioni polari di velocità, se la valvola non è all'altezza relativa al valore di questa. Altri interruttori sono sulla linea dei pantografi; quelli delle connessioni polari sono connessi a quelli principali del motore affinché da questi si possa comandare ogni circuito.

Tralasciamo i particolari della parte meccanica, che pur offre notevoli innovazioni, così da rendere i locomotori atti a far fronte perfettamente alle esigenze del servizio. Il moto si trasmette dai motori, mediante pignoni agli alberi di rinvio che, grazie a bielle laterali, agiscono sulle ruote; i quattro assi motori hanno una sola base rigida con flangiate continue di acciaio al vanadio. Il supporto degli alberi a cavalletto è di nuovo tipo, specialmente studiato per renderlo ben solido al telaio e agevolare la rimozione dell'albero.

Le sospensioni a molla sono del tipo Mikado di locomotive a vapore; i carrelli di guida e quello motore sono equilibrati così da formare come una sospensione a tre punti.

I motori sono montati sul telaio in modo caratteristico; la carcassa dello statore ha delle nervature orizzontali, nel senso della larghezza del motore, che posano su solidi supporti di acciaio fuso, connessi alle flangiate del telaio. Così il peso dello statore è riportato su superficie piane orizzontali, facilmente registrabili rispetto ai centri dei vari assi. Il rotore è sostenuto indipendentemente, mediante supporti con appositi alloggiamenti nelle flangiate del telaio. I due collettori, a tre anelli, sono montati agli estremi dell'asse del motore, esternamente ai rocchetti; i conduttori, dai collettori al rotore, passano nell'albero cavo di questo, bene isolati e protetti dalle abrasioni; essi non sono disturbati dall'eventuale rimozione dei collettori. (e. m. a.)

L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

NOTE E QUESTIONI ECONOMICHE, FINANZ., POLITICHE.

L'atteggiamento del Governo Britannico riguardo alle concessioni radio. — Sono note le polemiche in merito all'atteggiamento del governo britannico ed in particolare del Post Office, atteggiamento nettamente contrario alla concessione di un monopolio del servizio radio alla Marconi's Wireless Co.

Nella seduta del 16 ottobre della Conferenza Imperiale il Postmaster-General dopo avere riaffermato che la radio è per ora destinata non già a soppiantare, sibbene a sussidiare i servizi per cavo, ha riferito non essere intenzione del governo di imporre un programma di lavoro in comune alla compagnia, se questa è a ciò decisamente contraria. Ha indicato che il Governo pensa di dividere i servizi a seconda delle direzioni, riservando ad esempio allo stato quelli per il Canada ed il Sud Africa e affidando quelli dell'India e

dell'Australia alla Stazione Marconi. Ha detto che la nuova grande stazione di stato vien costruita in parte per scopi commerciali, in parte per scopi strategici. Ritiene necessario, se lo stato rinuncia in parte al suo diritto di monopolio sulle radiocomunicazioni, che sia in ogni modo garantito un sufficiente volume di traffico commerciale al suo grande centro radio metropolitano. Quando ciò sia assicurato, il governo inglese sarebbe pronto a prendere in benevolo esame qualunque progetto la «Marconi» volesse sottoporli.

*

Trust franco-russo per le radiocomunicazioni. — Secondo una notizia data da *The Electrician* (21 sett. 1923, vol. 91 N. 2366, pag. 317) la Compagnie Générale de Télégraphie sans Fil avrebbe concluso un importante contratto col governo dei Soviet. In base a tale contratto il gruppo che possiede di fatto, se non di diritto, il monopolio delle radiocomunicazioni francesi, si impegna ad assistere e ad aiutare il Trust radioelettrico russo nell'impianto di stazioni e nello svolgimento di servizi radio nei domini dei Soviet, dietro un compenso pari al 40 % delle entrate del Trust. La durata del contratto sarebbe, a quanto vien riferito, di cinque anni.

*

Crisi nell'industria della diffusione radiotelefonica in America. — Riferisce *The Electrician* (28 sett. 1923, vol. 91, N. 2367, pag. 352) che quasi la metà delle stazioni americane di «broadcasting» sono state chiuse per mancanza di fondi e per insufficienza di proventi. E da notare tuttavia che si tratta di imprese singole, create per scopi di pubblicità e simili, e non di una sola potente compagnia. Poiché questa crisi è comunque assai grave e si verifica anche in altri paesi, si teme una invasione del mercato inglese da parte di sopraproduzione americana e si afferma che essi non potrebbero essere di qualità così scelta come quella degli apparecchi nazionali.

CONCORSI.

Borse di perfezionamento conferite dal Comitato Nazionale Scientifico Tecnico di Milano. — La Commissione giudicatrice del concorso a borse di perfezionamento di L. 5000 presieduta dal Sen. Pirelli e composta dai Professori Cantone, Giacosa, Lori, Nasini e dall'Avv. Biraghi, ha designato fra i 30 concorrenti per il godimento delle borse per l'anno accademico 1923-24 i seguenti giovani:

Per la chimica: Rina Astengo (Genova), Oronzio De Nora (Milano), Silvio Guglielminetti (Torino), Giovanni Malquori (Roma).

Per la fisica: Clementina Gambarana (Genova).

Per l'elettrotecnica: Ercole Bottani (Milano), Scipione Treves (Torino), Giuseppe Vagliani (Torino).

Nel caso che la borsa non potesse essere goduta da qualcuno dei predetti concorrenti, la commissione propose che vengano chiamati a goderne:

Per la elettrotecnica: Tullio Crosato (Padova), Salvatore Falcone (Livorno).

Per la chimica: Gaetano Tartarini (Bologna), Felice De Carli (Roma).

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Utilità e importanza pratica dei misuratori del consumo d'energia. (E. R. J., 15 luglio 1922, pagina 87-89). — Le esperienze fatte in America sull'applicazione di misuratori di consumo d'energia nelle vetture elettriche hanno dato un ottimo risultato ed hanno mostrato la grande importanza pratica ed economica di questi apparecchi. I tre tipi principali sono: un registratore dei tratti di corsa per semplice forza d'inerzia, un registratore energia-tempo, e un kilowattmetro, basati su principii ben noti agli elettricisti e il cui uso è assai semplice.

Tali apparecchi sono stati installati su una ventina di vetture e tutte le diverse Società sono state concordi nell'attestare l'efficacia di essi come economizzatori d'energia.

L'Autore riferisce le dichiarazioni fatte dai diversi utenti in favore dell'applicazione dei misuratori di consumo e l'enumerazione dei vantaggi ottenuti e ottenibili; presenta inoltre un esempio di tabelle e di grafici rilevati in diversi casi ed esperimenti.

In generale l'uso di questi apparecchi abitua e spinge il personale ad osservare la più grande economia d'energia, a curare la manutenzione della vettura, e ad operare i comandi in modo da raggiungere il minimo consumo possibile. In molti casi viene corrisposto a quei conducenti che riescono ad ottenere un consumo minore di quello stabilito come normale, un premio fisso o proporzionale all'economia fatta.

Questo sistema dei premi ha portato ai migliori risultati, poiché oltre all'interessamento economico, stimola anche una gara fra il personale per raggiungere la maggiore economia d'energia e il miglior funzionamento delle vetture ad esso affidate. a. r.

:: :: NOTE LEGALI :: ::

Servitù di elettrodotto.

« È competente il Prefetto per ordinare, in via d'urgenza, l'occupazione di immobili per l'impianto di condutture elettriche. Il decreto prefettizio relativo è impugnabile solo avanti la IV Sezione del Consiglio di Stato, — e non avanti al Tribunale delle Acque, anche se la conduttura serve a trasmettere energia proveniente da impianti idraulici ».

La Società elettrica dell'Adamello, riferendosi al decreto luogotenenziale del 22 febbraio 1917, n. 386, e precisamente alla disposizione per la quale, in caso d'urgenza, l'ufficio del Genio civile della provincia può autorizzare l'inizio di opere per trasmissione di energia elettrica — aveva ottenuto dal Prefetto la necessaria autorizzazione. Il provvedimento venne impugnato avanti la Sezione IV del Consiglio dello Stato, come illegittimo, sostenendosi dal proprietario che il Prefetto non poteva ritenersi competente ad ordinare l'immediata occupazione del terreno per il passaggio della conduttura e l'infissione dei pali.

Con sentenza 4 maggio 1923 del Consiglio di Stato si ritenne legittimo il decreto prefettizio, in base alla massima che l'indicazione dei casi nei quali, a mente dell'art. 71 della legge sulle espropriazioni per pubblica utilità, può in via di urgenza farsi luogo alla occupazione temporanea di immobili, — non è una indicazione tassativa, ma esemplificativa. Deve quindi tra i casi di urgenza per l'occupazione di immobili per pubblica utilità, comprendersi il caso di passaggio di elettrodotto.

Circa la competenza del Consiglio di Stato in caso di reclamo contro il decreto prefettizio, — non crediamo che l'eccezione di incompetenza sollevata dall'avvocatura erariale avesse fondamento di sorta: e rettamente venne anche a questo proposito giudicato dalla IV Sezione.

Acque pubbliche.

Il Tribunale delle Acque di Milano, con sentenza 17 luglio 1922, stabilì alcune interessanti massime in tema di estremi per l'inclusione di un corso d'acqua nell'elenco delle acque pubbliche.

Ammise il principio che un rio non debba essere compreso nell'elenco, per il solo fatto che, per un breve tratto, il volume delle sue acque risulti aumentato in dipendenza della immissione in esso di acque provenienti da un canale artificiale.

Stabili che non possa essere iscritto nell'elenco delle acque pubbliche un corso che non sia di razionale utilizzazione ai sensi dell'art. 3 Decreto L. 9 ottobre 1919, sia per la limitata ampiezza del bacino imbrifero, — sia per la scarsa portata d'acqua (25 litri in tempo di grande siccità, — sia per essere le sponde, specie nella parte alta, ripide, acquitrinose e franose.

Ribadì infine il concetto che, quando un corso d'acqua è incluso nell'elenco delle acque pubbliche, vi si debbano ritenere incluse anche le sorgenti « comunque denominate ed a qualunque altitudine portino il contributo delle loro acque, naturalmente fluenti ».

*

D'altro lato, una recente sentenza della Cassazione a Sezioni Riunite porta un nuovo contributo ai criteri dominanti circa l'inclusione nelle acque demaniali di ogni corso d'acqua.

Sentenza 12 febbraio 1923: « Acque pubbliche sono i corsi d'acqua destinati a raccogliere e smaltire le acque colaticcie dei terreni circostanti e delle fogne ed a conservare l'equilibrio delle acque stesse rispetto al collettore di bonifica, in modo da essere intimamente collegati col sistema idrografico della località e formarne un elemento integrante, — senza riguardo alla loro formazione o naturale od artificiale ».

O non sarebbe tempo di prendere una decisione radicale? Si dichiara che tutte le acque, fluenti e non fluenti nel felice regno d'Italia, sono demaniali. Gli utenti avranno finalmente un criterio unico al quale obbedire, senza avere la necessità di attendere i lumi del Tribunale delle Acque o del superiore Consesso.

AVV. G. CALABI.

:: :: DOMANDE E RISPOSTE :: ::

Saranno pubblicate in questa rubrica le domande e le questioni rivolte dai lettori, che presentino un interesse generale, e, successivamente, le migliori risposte ricevute.

Indirizzare domande e risposte esclusivamente alla Redazione de L'Elettrotecnica, Via S. Paolo 10 - Milano.

Domanda N. 3.

Sul funzionamento di due convertitrici in parallelo.

Venne recentemente osservato il fatto seguente in una sottostazione di conversione, in cui sono due convertitrici eguali, da circa 300 kW, trifasi, 50 periodi, 350 V di corrente alternata, adibite a servizio tramviario. Mentre una di esse funziona sotto carico, se si inserisce in parallelo l'altra, questa prende una parte del carico senza che sia stato chiuso il suo interruttore unipolare positivo b sul lato di corrente continua (fig. 1).

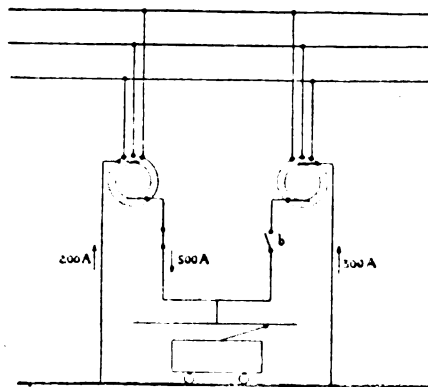


Fig. 1.

La distribuzione delle correnti è all'incirca quella indicata dalle frecce. La misura di potenza fatta con un wattometro sul lato trifase della convertitrice di destra, indica un effettivo assorbimento di potenza da parte di essa (circa 140 kW). Il funzionamento apparisce regolare salvo un leggero scintillio al collettore della seconda convertitrice.

Come si può spiegare il fenomeno?

o. c.

*

Risposta.

In una macchina convertitrice la tensione media tra quelle delle spazzole di corrente continua e la tensione media fra quelle delle spazzole di corrente alternata sono necessariamente identiche a cagione del fatto che l'avvolgimento è unico per ambedue i circuiti. Di ciò è prova il tipo di dinamo a tre fili in cui la tensione media è ricavata come punto di mezzo o punto neutro di un autotrasformatore monofase o polifase derivato sull'indotto. Perciò in ogni convertitrice, se si ha a disposizione o si crea il neutro del sistema a corrente alternata (monofase o polifase) che la alimenta, si trova che il potenziale di esso è esattamente intermedio tra quello delle due spazzole di corrente continua. In altri termini la tensione di A + rispetto ad O (fig. 2) è identica a quella di O rispetto a B —, ed ambedue sono tensioni continue (se si prescinde dagli effetti di armoniche) eguali alla metà della tensione continua tra A + e B —.

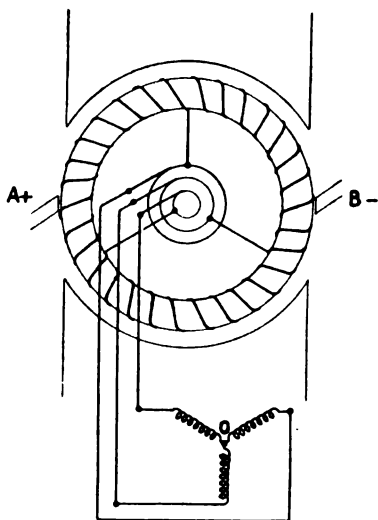
Come nel caso della dinamo a tre fili della fig. 2 il carico squilibrato tra i due ponti si chiude sull'indotto attraverso il neutro O e l'autotrasformatore trifase, così fra due convertitrici messe in parallelo su uno solo dei poli di corrente continua, si ha una distribuzione del carico di corrente continua per ciò che riguarda la metà della tensione totale (fra il neutro e il polo messo in parallelo). Ossia le due convertitrici dal lato corrente continua debbono considerarsi costituite ciascuna come due generatori in serie, collegati fra loro per i punti di mezzo, attraverso il sistema di conduttori a corrente alternata. Si vede allora facilmente come per dar parzialmente carico alla macchina II (fig. 3) non sia necessario chiudere tutti e due gli interruttori b e b'.

Infatti chiudendo ad esempio solo b' entra già in funzione la metà inferiore della macchina II. Se le macchine fossero identiche e le cadute di tensione nelle connessioni trascurabili, il carico della macchina II sarebbe un quarto del totale e la sua corrente di entrata attraverso b' sarebbe $1/2$ del totale.

Questo ragionamento spiega il caso proposto.

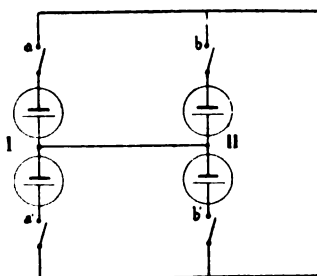
Si potrebbe anche concepire un funzionamento con due soli contatti chiusi, quali ad es. a e b' ovvero a' e b .

S'intende altresì che il fenomeno scomparirebbe completamente se il lato corrente alternata non permettesse la chiusura del circuito di corrente continua, ossia se le due convertitrici fossero alimentate da due distinti trasformatori, con che verrebbe a mancare la necessaria continuità metallica del circuito di corrente continua attraverso le due macchine.



- Fig. 2 -

Poichè ho a disposizione due convertitrici Marelli adatte per un gran numero di ricerche didattiche e sperimentali, ho potuto eseguire una verifica del fenomeno che non è sostanzialmente modificato anche se, disponendosi di corrente continua per l'alimentazione, il carico venga posto dal lato di corrente alternata. Allo scopo servono due convertitrici identiche di circa 5 kW di potenza; esse sono state



- Fig. 3 -

adoperate secondo lo schema della fig. 4, in cui ciascuna macchina ha dal lato di corrente continua un interruttore bipolare, un reostato d'avviamento che fa anche da interruttore unipolare (d , e) e 4 amperometri: 1 e 3 sulla macchina D, 2 e 4 sulla S. Questa macchina ha anche un interruttore unipolare s' sul filo 4. Dalla parte di corrente alternata le macchine sono fornite di interruttori tripolari e di un apparecchio a lampadine per poter eseguire il parallelo; sulla D si sono inseriti un amperometro per corrente alternata A e tre amperometri per corrente continua a , b , c , sulle tre fasi; sulla S due wattometri ed un amperometro per corrente alternata A_s . Il carico è stato fatto con 30 lampadine a filamento di carbone connesse a stella, ed è di circa 1,6 kW.

Eseguite le manovre normali di avviamento e parallelo ed applicato il carico, esso si ripartisce sulle due convertitrici. (N. I della tabella)

Si apre allora l'interruttore unipolare d , il carico passa in gran parte sulla S: l'amperometro 1 segna 0 e gli amperometri a , b , c dimostrano un passaggio di corrente continua nel circuito di corrente alternata. (N. II della tabella). La corrente continua entra dal conduttore 2 nella macchina S, una parte ritorna per il filo 4, e l'altra parte attraversa la D e per il filo 3 ritorna alla sbarra negativa.

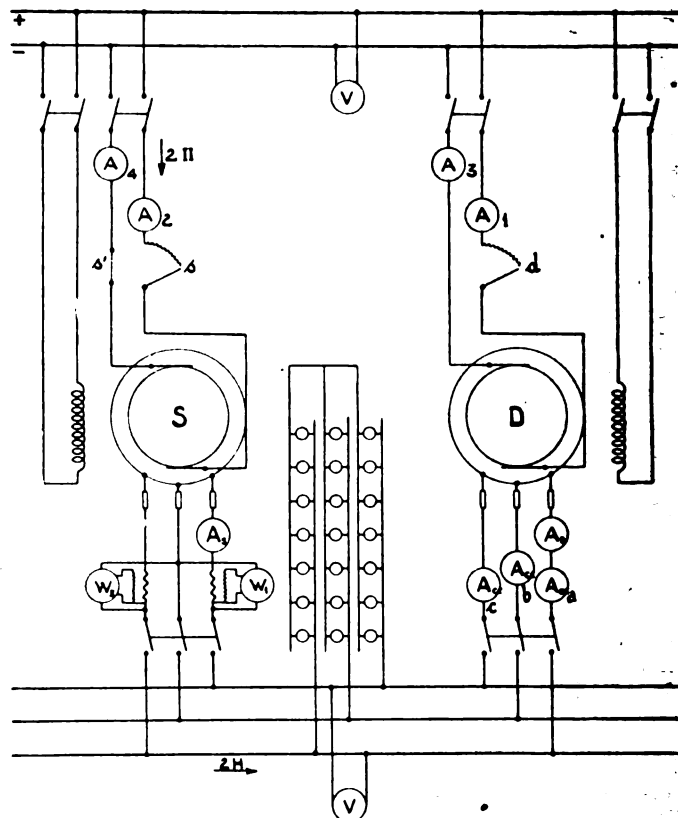
Si apre poi l'interruttore bipolare di D, la convertitrice funziona da motore sincrono (N. III); richiudendo l'interruttore suddetto tutto ritorna come al N. II, chiudendo anche d si riproducono le condizioni del N. I.

Le stesse manovre eseguite sulla macchina D si sono ripetute

sulla S: si è aperto prima l'interruttore unipolare s , la convertitrice continua a funzionare con carico ridotto (N. IV).

Aperto l'interruttore bipolare di S si ha un colpo di corrente (circa 30 A) nella macchina D con momentaneo scintillio al collettore (N. V): è questa l'unica manovra che abbia dato origine ad un perturbamento.

Si è provato anche ad interrompere il conduttore che termina alla sbarra negativa aprendo l'interruttore s' del filo 4; non vi è alcuna differenza sostanziale di comportamento rispetto ai casi precedenti in cui si interrompevano i conduttori positivi.



- Fig. 4 -

Da ultimo si sono interrotti successivamente i conduttori 4— e 1 + : tutto ha continuato a funzionare regolarmente, e il carico si è egualmente ripartito tra le due convertitrici (N. VI).

Lecture degli strumenti.

	1	3	A_D	a	b	c	2	4	A_S	W_1	W_2
I	5,5	5,5	4	0	0	0	4,5	4,5	3	400	325
II	0	5,5	1	1	1,5	3	11	5,5	5,8	620	715
III	0	0	2,5	0	0	0	11	11	7,5	800	1040
IV	10,8	2	3,5	2,2	3,6	3	0	8,8	3,5	200	325
V	11	11	9	0	0	0	0	0	5	0	neg
VI	0	10	4,5	4	4	2	10	0	4,5	230	520

Le prove fatte confermano ciò che si era preveduto teoricamente: che si può interrompere uno qualunque dei quattro conduttori, e se interrotto ricongiungerlo, senza provocare perturbazioni sensibili nel funzionamento delle due convertitrici in parallelo, e senza che quella con un polo interrotto cessi di funzionare; essa prende una parte del carico che dalle misure eseguite per la D risulta circa $1/5$ del carico e per la S circa un terzo. Si è constatato infine che le due macchine possono ancora funzionare l'una col solo positivo chiuso l'altra col solo negativo ed in questo caso sopportano egual porzione di carico.

Pisa, Gabinetto di Elettrotecnica,

M. Pa.

*

Abbiamo ricevuto parecchie altre risposte, tutte sostanzialmente coincidenti, fra cui ricordiamo come particolarmente pregevoli quelle inviateci dai Signori Ing. A. Prosdoci (Vittorio Veneto) e Prof. A. Sellerio (Palermo).

Personalia

Il collega G. Vallauri è stato nominato professore ordinario di elettrotecnica nella R. Scuola d'Ingegneria di Pisa, in seguito all'esito del concorso a suo tempo bandito per quella cattedra.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Nuovi sviluppi del circuito equivalente.

L'artificio dei «circuiti equivalenti» per studiare il funzionamento delle macchine elettriche a correnti alternate presenta, come molti altri artifici analitici, pregi ed inconvenienti. Alla facilità che esso offre di risolvere i più complessi problemi, sia nelle loro linee generali che nei casi numerici concreti, si contrappone infatti il pericolo di perdere di vista il fenomeno fisico, specie se l'impostazione del circuito è stata derivata da considerazioni troppo esclusivamente analitiche. Tuttavia è certo che, usato con discernimento, l'artificio può essere in molti casi veramente prezioso, ed appare perciò assai lodevole l'opera dell'Ing. DELLA SALDA intesa ad estenderne via via l'applicazione ai tipi più complessi di macchine, che non furono finora considerati nei trattati generali o speciali che vanno giustamente per la maggiore. Oggi il Della Salda si occupa del motore ad induzione con avvolgimento di regolazione sul rotore, ossia di una delle più complesse macchine elettriche che si possano immaginare e che, studiata nel modo più generale, permetterebbe, con successive semplificazioni, di passare allo studio dei più svariati tipi di macchine elettriche. (Notiamo così incidentalmente come si possa facilmente passare dalla macchina in questione per es. al motore autosincrono descritto lo scorso anno dal Prof. Sartori). Alla complessità della macchina fa naturalmente riscontro la complessità del circuito equivalente nel quale l'A. ha dovuto introdurre delle opportune forze elettromotrici, rinunciando alla semplicità caratteristica dei più noti circuiti equivalenti che possono considerarsi come circuiti inerti con un solo elemento variabile.

Apparecchi elettromedicali.

Le applicazioni dell'energia elettrica alla medicina hanno dato luogo ad una serie ormai assai ricca di apparecchi assai poco noti alla generalità degli elettrotecnici e che, per l'ambiente speciale in cui sorsero e si svilupparono, hanno assunto spesso caratteri poco comuni ai quali fa riscontro la nomenclatura del tutto speciale per essi adoperata. L'Ing. PANBIANCO, con la Comunicazione alla Riunione di Venezia di cui oggi diamo il testo, ha opportunamente voluto richiamare l'attenzione degli elettrotecnici su una tale categoria di apparecchi elettrici, non indegni di figurare accanto alle macchine ed agli apparecchi industriali veramente detti, per il loro non disprezzabile contributo al progresso dell'umano benessere.

Applicazioni termiche.

Fra le applicazioni dell'elettricità all'agricoltura e quelle alle radiotrasmissioni, le applicazioni termiche sono passate, a Venezia, un po' in seconda linea. Così anche le considerazioni e l'o. d. g. presentato dall'Ing. LURASCHI non poterono essere particolarmente discussi. Purtroppo il periodo che attraversiamo non è molto favorevole allo sviluppo delle applicazioni termiche, a cui si oppongono le condizioni generali del mercato dell'energia elettrica e, in molte grandi città, le condizioni tecniche delle reti di distribuzione. Ma noi abbiamo piena fiducia nel grande sviluppo avvenire di tutte le applicazioni dell'energia elettrica e pensiamo che non sia lontano il giorno in cui anche le considerazioni adombrate dal Luraschi potranno essere ampiamente trattate e discusse nelle nostre riunioni.

LA REDAZIONE.

Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

ENERGIA DI SUPERO ED ACCUMULAZIONE TERMICA □ □ □ □ □ □

ARNALDO LURASCHI



Comunicazione alla XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.
Venezia, ottobre 1923

Per quanto l'odierno orientamento nel problema del massimo sfruttamento delle forze idrauliche nazionali sia diretto a realizzare una sistemazione fondamentale ed un coordinamento razionale di tutte le unità produttrici di elettricità, basati principalmente sulla costruzione di accumulatori idraulici nelle montagne, all'origine delle derivazioni, e sul collegamento in parallelo delle centrali produttrici su un'unica rete primaria nazionale, nondimeno il problema dell'accumulazione termica non perde della sua importanza, perchè, se la accumulazione idraulica tende ad uguagliare l'erogazione nelle differenti stagioni (specie per il fatto che il regime appenninico è notoriamente complementare del regime alpino), l'accumulazione termica si presta invece ad uguagliare i carichi nelle 24 ore.

La presente breve nota ha appunto lo scopo di richiamare l'interessamento delle Società di distribuzione, dei tecnici e degli industriali costruttori di apparecchi sul problema dell'accumulazione termica dell'energia di supero e di promuoverne un'utile discussione.

Nelle varie applicazioni il costo degli apparecchi di accumulazione ed il loro rendimento, assumono un'importanza non indifferente, importanza che è ben maggiore, e quasi sempre decisiva, nelle applicazioni industriali che non nelle normali e numerose applicazioni domestiche.

A migliorare il rendimento degli apparecchi di accumulazione, rendimento che allo stato attuale delle applicazioni e delle esperienze non supera il 50 %, devono convergere gli studi dei tecnici e gli sforzi dei costruttori, tanto più che questo basso rendimento è uno dei maggiori ostacoli alla diffusione di tali apparecchi.

Da quanto sopradetto emerge una prima necessità contingente: perchè il sistema ad accumulazione possa essere messo in condizioni equipollenti del sistema a radiazione diretta, il cui rendimento si avvicina all'unità occorre che la tariffa dell'energia elettrica destinata all'accumulazione, sia almeno del 50 % più bassa di quella alla quale vien ceduta per l'applicazione termica diretta.

In linea generale rilevasi, che oggidi le tariffe fissate per le applicazioni elettrotermiche sono tali da renderne impossibile l'impiego in molte industrie: — salvo in quei casi in cui le applicazioni furono determinate da ragioni di opportunità, di comodità o per particolari qualità proprie agli apparecchi termoelettrici, le tariffe in uso presso le varie società di distribuzione, salvo eccezioni, sono tali da rendere proibitiva la sostituzione delle calorie elettriche alle calorie dei combustibili industriali.

Nessuno osa contestare che fra tutte le applicazioni dell'energia elettrica, quella a scopo riscaldante sia la meno redditizia: — è lecito però ammettere, che se l'energia di supero venisse all'utente ceduta in base a tariffe meglio coordinate e connestate colle tariffe fissate per le altre applicazioni alle società di distribuzione, alle industrie ed all'economia nazionale, potrebbero derivare vantaggi non previsti.

È questa una seconda necessità contingente che emerge da quanto sopra esposto.

Tenendo calcolo del costo attuale del carbon fossile impiegato nelle industrie, del rapporto tra il potere suo calorifico ed il numero delle calorie equivalenti al kW, dei rispettivi coefficienti di utilizzazione sulla griglia di combustione e negli apparecchi termoelettrici a radiazione diretta, per conseguire la parità economica, il kWh dovrebbe essere ceduto ad un prezzo compreso tra 1 12 cm ed i 14 cm.

Per gli apparecchi industriali ad accumulazione naturalmente il prezzo del kWh dovrebbe essere la metà.

Possono le società produttrici e distributrici pervenire a tali limiti di tariffa? È evidente che non tutte le società si trovano nelle medesime condizioni sia sotto il punto di vista della disponibilità dell'energia di supero, della natura delle erogazioni, del costo unitario di produzione o di acquisto del kW-anno e del suo prezzo di vendita.

Oggidi però la situazione sotto il punto di vista della richiesta da parte degli utenti in molti centri è mutata, e mutata sarà ancor più quando sarà aumentata la disponibilità concessa dai nuovi impianti, che stanno per entrare in funzione; onde una discussione in merito servirà ad illuminare i costruttori di apparecchi elettrotecnici sulla situazione avvenire della loro industria.

Da quanto sopra esposto emerge una terza necessità: nè Governo, nè comuni debbono intervenire con tasse o con dazi a porre l'energia elettrica in condizione di inferiorità economica nelle sue applicazioni in sostituzione dei combustibili industriali.

Pur troppo in certi comuni questa necessità non è rispettata!

È recente l'azione svolta con successo dall'Associazione Industriali Metallurgici Italiani presso il Ministero delle Finanze, tendente a dimostrare l'inapplicabilità giuridica ed economica del dazio consumo comunale posto sui normali combustibili destinati all'industria.

In un recente Consiglio dei Ministri venne approvato un progetto legge per il riordino delle finanze dei comuni, nel quale si fa tassativo divieto di gravare i combustibili ed altre materie indispensabili alle industrie con dazi comunali. Occorrerebbe che un ugual divieto riguardante l'energia elettrica destinata agli usi industriali fosse precisato nell'emananda legge!

*

Riteniamo utile prospettare la situazione e le esigenze speciali di una industria, nella quale l'applicazione dell'energia elettrica a scopo di riscaldamento si presenta nella sua forma più complessa e più vasta: si allude all'industria panaria.

La legge del Marzo 1908 vieta ai panificatori di panificare dalle ore 21 alle ore 4: giornalmente le operazioni di panificazione vengono ultimate fra le 13 e le 14 ore: — nei laboratori a forte produzioni possono invece prolungarsi fino verso le 16 o le 17. — Alla domenica, per la legge sul riposo settimanale i laboratori debbono essere chiusi per mezzogiorno.

Per il riscaldamento dei forni l'energia di supero potrebbe essere accumulata, per il fabbisogno totale, nel periodo giornaliero dalle 19 alle 7, oppure essere accumulata, per la maggior parte del fabbisogno, dalle 19 alle 4, ed impiegata direttamente dalle 4 alle 7, utilizzando invece quella accumulata nelle restanti ore della giornata. Ciò presuppone che i forni di panificazione siano costruiti con sistema misto, ad accumulazione ed a radiazione diretta.

La tendenza odierna delle case costruttrici, sia nazionali che estere, è appunto quella di adottare il sistema misto, in vista anche di ridurre la massa accumulante, che rende la costruzione costosa ed ingombrante.

Alcuni costruttori si prefiggono lo scopo di limitare la quantità dell'energia accumulata allo stretto necessario, per ovviare agli inconvenienti dovuti alle interruzioni eventuali di energia elettrica, inconveniente questo assai grave per una industria che non tollera sospensioni di produzione. A questo scopo i costruttori tendono a limitare la capacità dell'accumulatore termico allo stretto necessario per mantenere in regime di cottura il forno per un periodo da 60 a 120 minuti.

Il consumo specifico per la cottura di un quintale di farina panificata (da un quintale di farina si ricava in media $118 \div 120$ kg di pane) si aggira sui 30 kWh; il consumo reale invece dipende dalla produzione, perchè sui quintali panificati nel ciclo delle 24 ore, vanno distribuiti i kWh necessari a sopperire alle calorie perdute nel tempo di riposo del forno e conseguentemente nella sua messa a regime.

Per una produzione media da 3 a 4 quintali di farina panificata nelle 24 ore, occorrono circa $38 \div 40$ kWh per quintale (consumo reale), mentre il corrispettivo consumo in carbone di almeno 9000 calorie, si aggira sui $18 \div 20$ kg.

Naturalmente queste indicazioni di consumo sono relative: — l'operazione di cottura del pane, si riduce in ultima analisi ad una evaporazione pura e semplice di acqua, susseguita da una trasformazione chimica alla superficie della pasta in contatto col suolo e col l'aria ambiente del forno, trasformazione che determina la formazione della crosta. Si comprende quindi che il consumo di combustibile dipende dal quantitativo d'acqua ad evaporare, oltre che dalle perdite inerenti all'apparecchio ed al suo uso, e perciò dipende dalla natura della pasta da pane, della qualità della farina e dalle resa in panificazione, strettamente legata alla forma ed al peso dei singoli pezzi di pasta costituenti i pani a cuocere.

Per le esigenze di distribuzione al consumatore la produzione oraria non può essere inferiore ai $70 \div 80$ kg di pane, onde la capa-

cità dei forni elettrici a radiazione diretta di tipo normale si aggira sui 25 kW.

In Italia esistono circa 40.000 forni panificanti 35 milioni di quintali di farina all'anno. Se si toglie la produzione accentrata nelle grandi cooperative, nei grandi forni comunali e privati, nei quali la convenienza economica della sostituzione dell'elettricità al carbone può essere dubbia, si può ammettere che vi siano in Italia circa 8000 forni con una produzione media da 3 a 7 quintali nei quali la elettricità può trovare la sua utile applicazione.

Se di questi si potessero trasformare in forni elettrici soltanto 2000 con una produzione media di 4 quintali di farina panificata nelle 24 ore, in essi si potrebbero collocare annualmente oltre 116 milioni di kWh nei forni a radiazione diretta, ed il doppio nei forni ad accumulazione.

Le cifre qui esposte per quanto derivate da una semplice ipotesi, ma che potrebbero in un prossimo avvenire non essere troppo discosti dal vero, mostrano tutta l'importanza dell'impiego dell'energia di supero nell'industria del pane. (1)

Anche l'industria della pasticceria, nella quale si usano forni di cottura di capacità variabile dagli 8 kW ai 15 kW, ritrae dalle applicazioni elettrotermiche vantaggi non indifferenti, ed offre un vasto campo di collocamento dell'energia di supero.

*

Concludesi pertanto:

1) il problema dell'impiego dell'energia di supero dovrebbe essere considerato specie nelle sue applicazioni termiche nelle industrie, non sotto il solo aspetto finanziario nei confronti delle aziende distributrici, ma anche sotto quello delle necessità industriali e dell'economia nazionale.

2) emergere la necessità che sull'energia elettrica destinata al riscaldamento non debbono gravare pesi fiscali di nessuna natura. Occorre quindi che nell'emananda legge sul riordino delle finanze dei comuni fosse tassativamente stabilito che l'energia elettrica destinata a sostituire i combustibili normali goda dello stesso privilegio accordato a questi dell'esenzione da ogni dazio consumo.

3) emergere la necessità di istituire nel seno dell'Associazione Elettrotecnica Italiana una commissione permanente incaricata: — di raccogliere dati statistici delle diverse applicazioni termiche elettriche in ogni ramo d'industria ed in ogni necessità della vita moderna: — di promuoverne le applicazioni e la costruzione degli apparecchi adatti a tali applicazioni, facendo conoscere ai costruttori le speciali esigenze delle singole industrie: di segnare un indirizzo uniformatore nelle esperienze delle applicazioni termiche elettriche con speciale riguardo all'accumulazione calorica, indirizzo diretto specialmente a migliorare i rendimenti: — di cooperare colle aziende di produzione e di distribuzione allo scopo di facilitare la adozione di speciali tariffe, che permettano la graduale sostituzione, nei possibili limiti, dell'energia termica ai normali combustibili (collaborando in tal modo alla realizzazione di un vasto programma economico nazionale).

APPLICAZIONI DELL'ELETTRICITÀ ALLA MEDICINA E CHIRURGIA

GIUSEPPE PANBIANCO



Comunicazione alla XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.
Venezia, ottobre 1923

In una rassegna delle applicazioni della Elettricità nei più svariati campi è doveroso accennare anche alle applicazioni che essa ha nel campo della medicina e della chirurgia.

Non è chi non veda la grande importanza che ha questo campo, ma a dimostrare la considerazione in cui sono tenute le applicazioni elettriche nel campo medico, basterà ricordare che nelle principali facoltà mediche si ha una cattedra di Elettroterapia e Radiologia e che numerosi sono i medici che esercitano la loro attività professionale esclusivamente nel ramo elettromedicale.

L'elettricità viene applicata per diagnosi o per terapia e passeremo in rassegna brevemente le diverse applicazioni per soffermarci maggiormente sulla Radiologia o tecnica dei Raggi X, che è la più importante.

1. La corrente galvanica è una corrente continua a bassa tensione fino a un massimo di circa 70 volts; la corrente Faradica è una speciale corrente alternata; si ha inoltre la corrente sinusoidale e le

(1) Attualmente nell'industria panaria, della pasticceria e della biscotteria le applicazioni raggiungono il centinaio circa.

diverse correnti che si ottengono dalla combinazione nello stesso circuito di utilizzazione delle precedenti, queste correnti hanno applicazioni nella diagnosi e cura di malattie nervose.

2. Si hanno apparecchi per utilizzare l'illuminazione elettrica per l'esame di cavità nel corpo umano, come bocca, faringe, esofago, stomaco, vescica, uretra, ecc., nella costruzione di questi apparecchi bisogna avere l'accortezza di adoperare corrente a bassa tensione da 3 a 8 volts, munirli di buoni regolatori per l'intensità luminosa delle

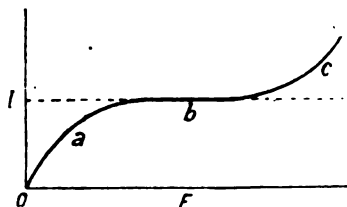


Fig. 1.

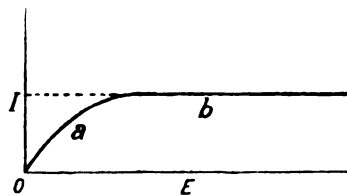


Fig. 2.

lampadine microscopiche, inoltre l'apparecchio che fornisce l'alimentazione dovrà erogare la corrente alternata preferibilmente dal secondario di un apposito trasformatore per evitare circuiti di terra pericolosi per il paziente.

3. Correnti ad alta frequenza: ottenute con un circuito oscillante con trasformatore, oscillatore e condensatore, si adoperano allora i cosiddetti Solenoidi Oudin e D'Arsonval che hanno larga applicazione nella terapia per malattie nervose e per l'arteriosclerosi.

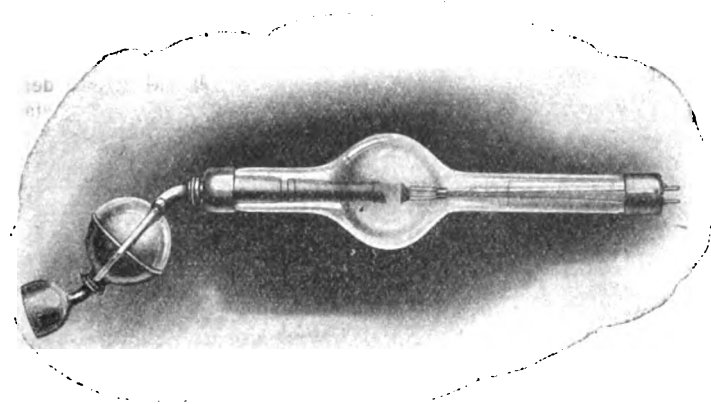


Fig. 3.

4. Fototerapia. — In questo gruppo si considerano i bagni di luce formati da comuni lampadine ad incandescenza oppure da lampade ad arco usuali, si utilizza in questi apparecchi il calore radiante nelle diverse affezioni reumatiche e nella sciatica. Elenchiamo ancora le lampade Finsen che sono pure delle comuni lampade ad arco ma i cui raggi passando attraverso opportune lenti di quarzo acquistano un singolare valore attinico utile nelle malattie della pelle, e le nuove lampade «Sole di montagna» a vapore di mercurio con involucro di

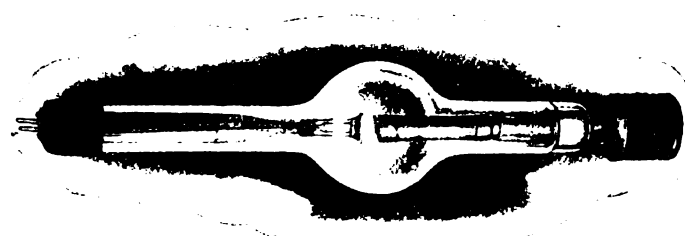


Fig. 4.

quarzo, adoperate con successo nella cura di diverse forme di rachitismo e nella tubercolosi.

5. Tremoloterapia. — Si pratica con dei manipoli speciali che azionati da piccoli motorini elettrici producono il massaggio vibratorio che trova applicazione nella cura dei postumi di ferite, malattie dello stomaco ed intestini.

6. Centrifughe elettriche. — Hanno permesso grande sviluppo alla batteriologia e serologia.

7. Trapani elettrici. — Per operazioni chirurgiche e per la moderna tecnica nella cura dei denti.

8. Macchine Elettrostatiche. — Del tipo Wimshurst, Holtz e simili, impiegate nella cura di malattie nervose.

9. Raggi X. — Questo ramo è come abbiamo detto il più importante e ci dilungheremo un pò nel suo esame passando in rassegna i diversi apparecchi. È noto che i raggi X, si ottengono dai Tubi Röntgen quando essi vengono inseriti in un circuito ad alta tensione; se però la corrente è alternata occorre eliminare l'onda negativa che rovinerebbe in breve il tubo. Nella tecnica dei Tubi Röntgen si dice che

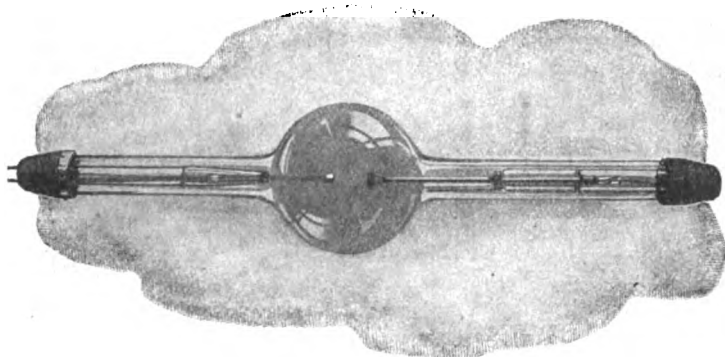


Fig. 5.

un tubo è molle quando il grado di vuoto è poco elevato, si dice che è duro quando il grado di vuoto è molto elevato, così pure raggi molli quelli emessi da tubi molli, raggi duri quelli emessi da tubi duri. Molti dispositivi vennero studiati per eliminare l'onda negativa; citeremo lo spinterometro a disco e punta messo in serie col tubo e la valvola a vuoto che pure non lascia passare che l'onda positiva, questi

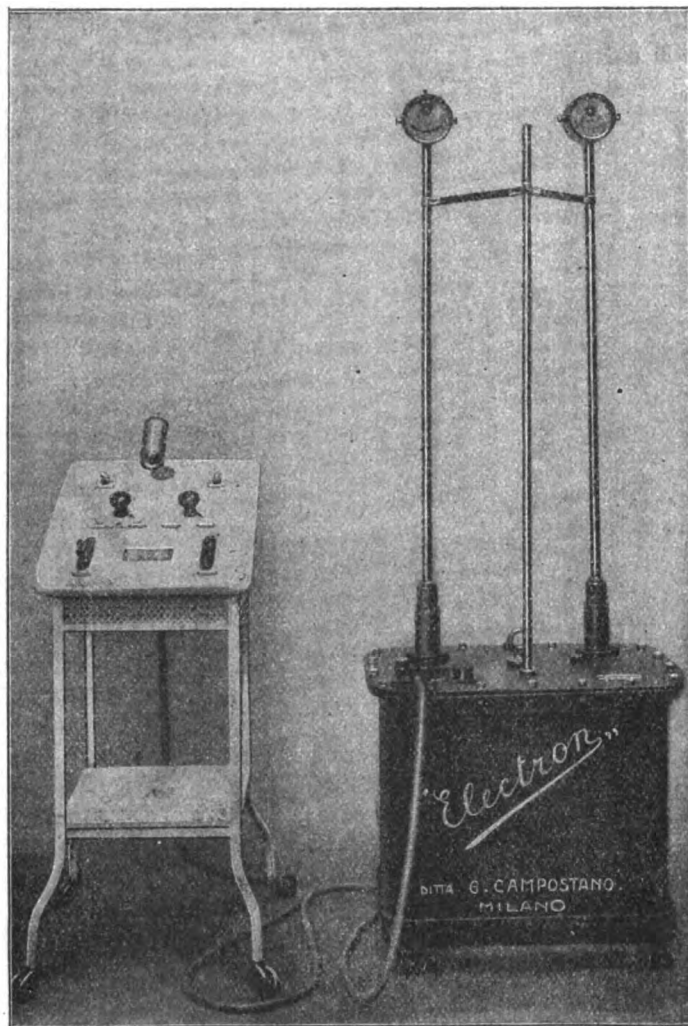


Fig. 6.

furono i primi tipi adoperati coi rocchetti di Ruhmkorff; il primario del rocchetto in serie con un interruttore elettrolitico di Wehnelt, oppure con un interruttore rotativo meccanico a centrifugazione di mercurio, è alimentato dalla corrente continua alla tensione da 110 a 220 volts; il secondario in serie con uno spinterometro o con una valvola a vuoto alimenta il Tubo. Nei tubi Röntgen il fascio catodico è formato principalmente da elettroni strappati dal metallo del catodo dal bombardamento dell'afflusso catodico; questo è composto di joni

positivi che hanno acquistato una velocità importante nello spazio di Hittorf, perciò è necessario che il tubo contenga un certo numero di molecole gazoze affinché i joni positivi si possano produrre. Si vede dunque che la scarica è regolata dalla quantità di gas che si trova nel tubo poichè l'afflusso catodico dipende dalla quantità di joni positivi e quindi dal numero delle molecole gazoze. Se queste sono molto numerose, vuoto poco spinto, l'afflusso sarà abbondante, si produrrà una grande quantità di elettroni ed occorrerà una relativa piccola differenza di potenziale agli estremi del tubo: il fascio catodico sarà intenso ma lento a cagione degli innumerevoli colpi dei suoi corpuscoli contro le molecole gazoze. Se le molecole sono rare, vuoto elevato, l'afflusso è scarso e la differenza di potenziale agli estremi del tubo è grande, gli elettroni strappati al catodo saranno pochi, l'intensità del fascio sarà debole, ma siccome i colpi contro le molecole sono rari esso potrà acquistare una grande velocità. Il fascio catodico intenso e lento produrrà dei raggi intensi e molli (poco penetranti, grande lunghezza d'onda); mentre il fascio catodico debole e rapido produrrà dei raggi X in piccola quantità e duri (molto penetranti, piccola lunghezza d'onda). Il tubo Röntgen quindi tende a cessare di funzionare quando più gli si fa produrre dei raggi duri poichè bisogna diminuire sempre più le molecole gazoze; l'afflusso e quindi il flusso catodico diminuiscono sempre più e finiscono per cessare, il tubo raggiunge il vuoto di Hittorf e non è più attraversato dalla scarica elettrica. I tubi Röntgen sono dunque caratterizzati dalla variazione simultanea dell'intensità e della penetrazione dei raggi X emessi, l'intensità tende verso zero quando la penetrazione aumenta.

Questi tubi non possono produrre i raggi eccessivamente duri di cui si ha sempre più bisogno nella Radioterapia e per questo vedremo quali nuovi tubi vennero realizzati, è giusto riconoscere che essi hanno dato fin qui buon risultato principalmente per gli usi di Radioscopia, Radiografia e Radioterapia superficiale e media.

Coi primitivi impianti a bobina di Ruhmkorff non si potevano ottenere delle forti intensità, nei tubi Röntgen praticamente sull'alta tensione non si aveva che una corrente al massimo di 10 M. A. perciò si idearono i moderni apparecchi a trasformatore.

L'apparecchio consiste in un trasformatore statico monofase a circuito magnetico chiuso a raffreddamento naturale in olio dell'efficienza da 2 a 5 kVA, alimentato dalla corrente alternata stradale, la tensione secondaria deve essere da 40 000 a 200 000 volts a seconda che l'apparecchio debba servire per Radiodiagnostica o per Radioterapia. Per eliminare l'onda negativa sull'alta tensione si ha un selettore composto da una o due asticine che chiudono il circuito su uno o tutti e due i fili dell'alta tensione solamente in corrispondenza della cresta dell'onda positiva per un'ampiezza da 50° a 60°, le asticine sono portate da un asse ben isolato a seconda della tensione secondaria, azionato da un motorino sincrono trifase a 4 poli, in questo modo le asticine compiono un giro completo ogni due periodi completi chiudendo il circuito due volte in detto intervallo e in corrispondenza di due successive semi onde dello stesso segno; si raccoglierà in tal modo una corrente interrotta in un solo senso. Il senso della polarità dipende dall'istante nel quale il sincronismo viene raggiunto ed è segnato da un apposito indicatore, si ha inoltre un invertitore per invertire la corrente a seconda dell'indicazione dell'indicatore, in modo da avere nel tubo solamente onde positive. Certi ap-

parecchi per avere un migliore rendimento utilizzano anche le semionde negative raddrizzandole con opportuno dispositivo. Il primario del trasformatore ha diverse prese per poter inserire un diverso numero di spire per variare il rapporto di trasformazione per i diversi scopi di diagnostica o terapia.

Ci occuperemo ora del tubo Coolidge che a ragione viene considerato la più meravigliosa invenzione in questo campo e che si collega a quella della valvola termoionica diffusa in Radiotelegrafia e Radiotelefonica.

Nel tubo Coolidge, a differenza che nel Tubo Röntgen, il fascio catodico è formato *solamente* di elettroni che sono ancora strappati dal metallo del catodo, ma senza intervento del bombardamento gazooso, un altro fenomeno li espelle dal metallo, questo fenomeno è stato spiegato da Edison e portò il nome di effetto Edison. Da molto tempo si era osservato che nei vuoti sufficientemente elevati, affinché nessuna scarica potesse prodursi, si poteva nondimeno stabilire una conducibilità unipolare costituendo l'elettrodo negativo con un corpo incandescente.

Edison dimostrò che questo fenomeno era dovuto all'espulsione di elettricità negativa dal corpo incandescente. La dissimmetria della scarica si trova spiegata dalla medesima causa, le particelle negative non potendosi allontanare dall'elettrodo per portare la corrente che se l'elettrodo è negativo e le respinge; se l'elettrodo fosse positivo esse sarebbero attratte e non potrebbero mai allontanarsi.

Preece, Elster e Geitel, Fleming e principalmente Richardson studiarono questa emissione e quest'ultimo emise la teoria che i corpi pare contengano una grande quantità di elettroni liberi. A una certa temperatura alcuni possono liberarsi ed il loro numero aumenta rapidamente con la temperatura del corpo. Sul principio dell'effetto Edison è basato il tubo Coolidge nel quale la pressione è tale che il numero delle molecole gazoze, benchè sia ancora di circa 3×10^{16} per cm^3 , non interviene per dar origine al fascio catodico che non è quindi prodotto che per effetto termico.

La produzione degli elettroni del fascio catodico non dipendendo più

dalle molecole gazoze la sua intensità non è regolata che dalla temperatura del catode; si potrà così avere un fascio intenso di raggi X, durissimi; la caratteristica di questo tubo è dunque l'indipendenza assoluta dell'intensità e della penetrazione del fascio.

Queste poche note dimostrano abbastanza chiaramente la differenza fra i tubi Röntgen e i tubi Coolidge, i primi hanno il funzionamento dipendente dalle molecole gazoze, i secondi dall'incandescenza del catode. In sostanza i Tubi Röntgen hanno un regime che si modifica da sè stesso con il loro funzionamento. Per impedire a questo regime di scostarsi troppo da una media determinata occorre una sorveglianza assidua. Qualunque esperienza di durata un po' prolungata, a regime costante, dipende dall'abilità dell'operatore che malgrado tutto non arriva sempre a mantenere una stabilità rigorosa di funzionamento che può occorrere in certi casi.

Se invece ci riportiamo al funzionamento del tubo Coolidge, si vede che l'assenza del bombardamento apprezzabile del filamento catodico da parte dei joni positivi, permette di mantenere senza difficoltà questo filamento a una temperatura costante. L'emissione degli elettroni resta allora invariabile finchè si mantiene una differenza di potenziale costante, agli estremi del filamento.

Troviamo quindi un primo vantaggio: la possibilità di avere in-

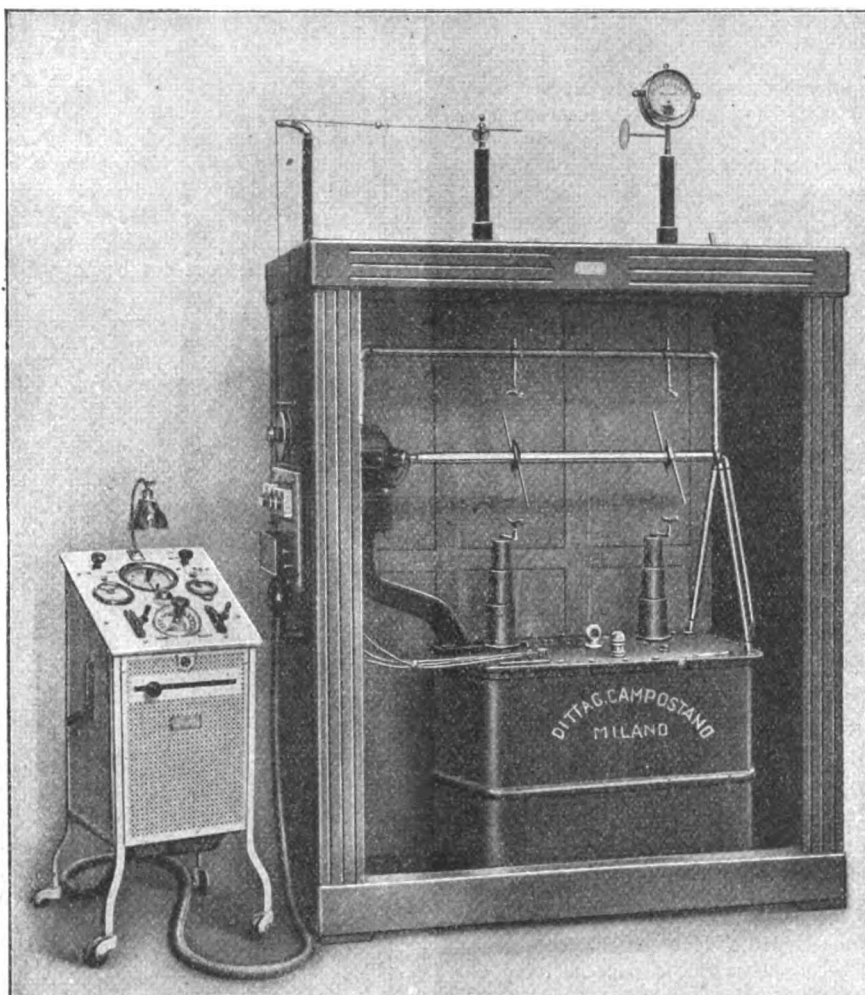


Fig. 7.

definitamente un regime assoluto invariabile qualitativamente e quantitativamente senza l'intervento dell'abilità dell'operatore.

Supponiamo ora che si voglia modificare il fascio di raggi X, emesso dal tubo. Possiamo proporci di far variare l'intensità del fascio oppure la sua penetrazione. Vedremo che le due variazioni che si accompagnano in genere nei tubi ordinari possono rendersi indipendenti nel tubo Coolidge.

Difatti, da una parte la penetrazione media del fascio di raggi X, è legata alla velocità dei raggi catodici al loro arrivo sull'anticatode, e per la rarefazione estrema del gas, questa velocità è funzione solamente della differenza di potenziale ai morsetti del tubo. D'altra parte, l'intensità del fascio di raggi X è legata all'intensità del fascio catodico, e questo che dipende in principio unicamente dalla temperatura del filamento, può anche variare, entro certi limiti, con la differenza di potenziale ai morsetti del tubo. Portiamo il filamento ad una temperatura determinata e facciamo crescere progressivamente la differenza di potenziale; l'intensità della corrente nel tubo cresce, ma tende rapidamente verso un limite superiore che si mantiene in seguito anche per i potenziali più elevati. Si osserva in somma il fenomeno di saturazione che si produce nei gas allorché restando costante la causa ionizzante si fa crescere la forza elettromotrice.

Si ha però nel tubo Coolidge, una differenza essenziale: dopo le due fasi di cui abbiamo parlato, (fig. 1) ramo saliente *a* in cui l'intensità cresce con la differenza di potenziale, e ramo orizzontale *b* in cui l'intensità resta costante mentre la differenza di potenziale cresce, si osserva nei gas dopo il ramo orizzontale *b* un ramo saliente rapidamente *c*, questa parte manca completamente nella caratteristica del nuovo tubo. Il ramo montante *c* è dovuto al fatto che gli elettroni spostandosi da un elettrodo all'altro sotto l'influenza di una grande differenza di potenziale acquistano una velocità tale che urtando le molecole gassose le dislocano formando dei nuovi ioni dei due segni (ipotesi di Townsend). Questi ioni trasportano alla loro volta della corrente e l'intensità cresce.

Nel tubo Coolidge invece la rarefazione è talmente elevata che la probabilità di un urto tra un elettrodo ed una molecola è nulla; non si potranno dunque produrre dei ioni e l'intensità resterà indefinitamente costante qualunque sia la differenza di potenziale applicata (fig. 2).

Riassumendo dunque:

I. - Se mantenendo una differenza di potenziale costante agli estremi del tubo Coolidge, portiamo il filamento catodico a una temperatura più elevata, l'emissione di elettroni dal catodo cresce e lo stesso avviene dell'intensità del fascio di raggi X ottenuto senza che venga modificata la sua penetrazione.

II. - Se mantenendo costante la temperatura del filamento aumentiamo la differenza di potenziale, l'intensità cresce un po' in un primo tempo fino a che si trovi sulla parte *b* della caratteristica, dopo cresce solo la velocità di proiezione degli elettroni contro l'anticatode, l'irradiazione diventa più penetrante rimanendo rigorosamente costante l'intensità del fascio.

Così è facile con la sola manovra degli organi di regolazione del circuito ad alta tensione del tubo, e del circuito di riscaldamento del filamento, di ottenere immediatamente ed a volontà deboli o forti dosi di raggi X molli o duri.

La figura 3 rappresenta un tubo Coolidge per Radiodiagnostica con raffreddamento dell'anticatode ad acqua, la figura 4 rappresenta lo stesso tipo però con raffreddamento dell'anticatode a radiatore. La figura 5 dà idea invece del tubo Coolidge per Radioterapia profonda con raffreddamento naturale, esso può ammettere ai suoi estremi differenze di potenziale di 250 000 V max, e può funzionare ininterrottamente per delle ore con un carico di 2 M. A. Tutti e tre sono dei migliori tipi esistenti e sono fabbricati dalla Ditta C. H. Muller di Amburgo.

Tanto il tubo Coolidge con raffreddamento ad acqua che quello con raffreddamento a radiatore hanno la proprietà di fungere da selettori di onde ossia non lasciano passare che l'onda positiva della corrente alternata; si possono quindi far funzionare con apparecchi il cui trasformatore non ha il selettore d'onda con motore sincrono.

La figura 6 rappresenta l'apparecchio «Electron» adatto per far funzionare solamente tubi Coolidge per Radiodiagnostica con raffreddamento ad acqua o a radiatore, esso ha l'efficienza di 2 kVA ed il secondario può raggiungere la tensione di 70 kV eff.

La figura 7 rappresenta l'apparecchio tipo «M» per Radiodiagnostica intensiva e Radioterapia profonda, ha l'efficienza di 5 kVA ed il secondario può raggiungere la tensione di 210 kV Max pari ad una scintilla equivalente di 38 cm. Con esso si possono far funzionare tutti i tipi di tubi Roentgen e Coolidge. I due apparecchi sono i più perfezionati che si fabbricano e vengono costruiti dalla Ditta G. Campostano di Milano.

Accenneremo in ultimo a un nuovo tipo di apparecchio di cui si è iniziata la costruzione in America ed in Francia e nel quale si impiegano per la selezione ed il raddrizzamento delle onde le valvole

termoioniche ed i condensatori; questo tipo di apparecchio sarà a nostro avviso l'apparecchio dell'avvenire nella tecnica dei Raggi X. Edison osservò fin dal 1883 che nel vuoto una corrente si stabilisce tra un filamento incandescente ed una piastra metallica fredda allorché la piastra è positiva per rapporto al filamento, se invece la piastra è negativa non passa alcuna corrente. Questa proprietà impiegata nella selezione dell'onda positiva nella corrente alternata ha avuto numerose applicazioni e tra le altre, questa molto interessante nel campo della Radiologia.

L'apparecchio serve per eccitare tubi Roentgen o Coolidge di qualunque tipo, per Radiodiagnostica e Radioterapia profonda; non ha nessun organo in movimento e si può denominare apparecchio radiologico ad eccitazione indiretta. Esso consiste principalmente, come vedesi dallo schema (fig. 8) in un trasformatore *T* col secondario a 125 kV, 2 valvole termoioniche *V*₁ e *V*₂, 2 condensatori *C*₁ e *C*₂, un trasformatore *t* di bassa tensione con 2 secondari a 12 V per l'alimentazione dei filamenti delle valvole, oltre agli usuali apparecchi di manovra e controllo. La corrente che alimenta il tubo *S* è fornita dalla scarica dei due condensatori *C*₁ e *C*₂ i quali sono ricaricati dal trasformatore *T* attraverso le 2 valvole termoioniche *V*₁ e *V*₂ montate in senso inverso.

Per esaminare come la cosa accade e per maggior facilità consideriamo il condensatore *C*₁ e la valvola *V*₁ supponendo che non esistano *C*₂ e *V*₂ nè il tubo *S*.

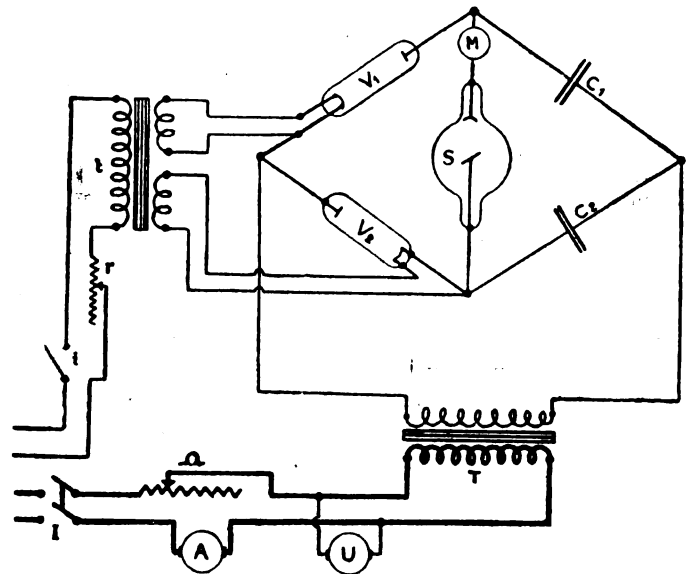


Fig. 8.

Il condensatore *C*₁, si carica alla tensione *U* e per la presenza della valvola *V*₁ resterà caricato a questa tensione, infatti un abbassamento di tensione darebbe origine a una corrente di scarica di senso inverso che la valvola non permette; il condensatore rimarrà dunque alla tensione *U* finché non sarà scaricato da qualche particolare artificio (fig. 9, curva 1).

Se noi inseriamo ai morsetti del condensatore una resistenza *R*, il condensatore si scaricherà attraverso questa resistenza e la tensione ai morsetti si abbasserà secondo il ramo 2 (curva II) che dipende esclusivamente dalle costanti del circuito ossia dai valori di *C*₁ e di *R*. Dalla stessa curva vediamo però che in *A*₂ la tensione del condensatore è precisamente uguale e dello stesso segno di quella del trasformatore, e a partire da quell'istante la tensione ai morsetti del condensatore cresce nuovamente secondo il ramo 3 da *A*₂ in *B*₂ per raggiungere nuovamente il valore *U*. Lo stesso fenomeno di cui ci siamo più sopra occupati si riprodurrà dando origine al ramo 4 identico al ramo 2 e così di seguito. In definitiva la tensione ai morsetti del condensatore *C*₁ sarà raffigurata dalla curva 0, *B*₁, *A*₂, 3, 4, ecc.

Se consideriamo separatamente il circuito formato da *C*₂ e *V*₂; gli stessi fenomeni si presenteranno, ma sull'alternanza negativa essendo *V*₂ inserita rispetto al trasformatore *T* contrariamente a *V*₁; la tensione ai morsetti del condensatore *C*₂ sarà raffigurata dalla curva III.

Esaminando lo schema generale rileviamo che per la presenza delle valvole la polarità dei condensatori è tale che essi sono montati in serie. In queste condizioni se la resistenza *R*, per esempio il tubo *S*, è montata alle due estremità, le tensioni si sommano algebricamente, cioè rapportando a dei medesimi assi le curve corrispondenti a *C*₁ e *C*₂ la tensione reale agli estremi del tubo sarà data dall'ordinata compresa fra *C*₁ e *C*₂ (curva IV), ossia in definitiva dalla curva V.

Occorre rilevare che il ramo 2 (curva II) è tanto meno discen-

dente quanto più grande è la resistenza R , ossia quanto più piccola è l'intensità. In altre parole le ondulazioni della curva V saranno tanto meno profonde quanto più piccola sarà la corrente erogata.

Lo scopo del dispositivo è di realizzare un apparecchio il più efficiente possibile in radioterapia alle intensità di qualche M. A. e l'esame oscillografico ha dimostrato che a queste intensità le ondulazioni sono appena sensibili (2 a 3 % della tensione totale).

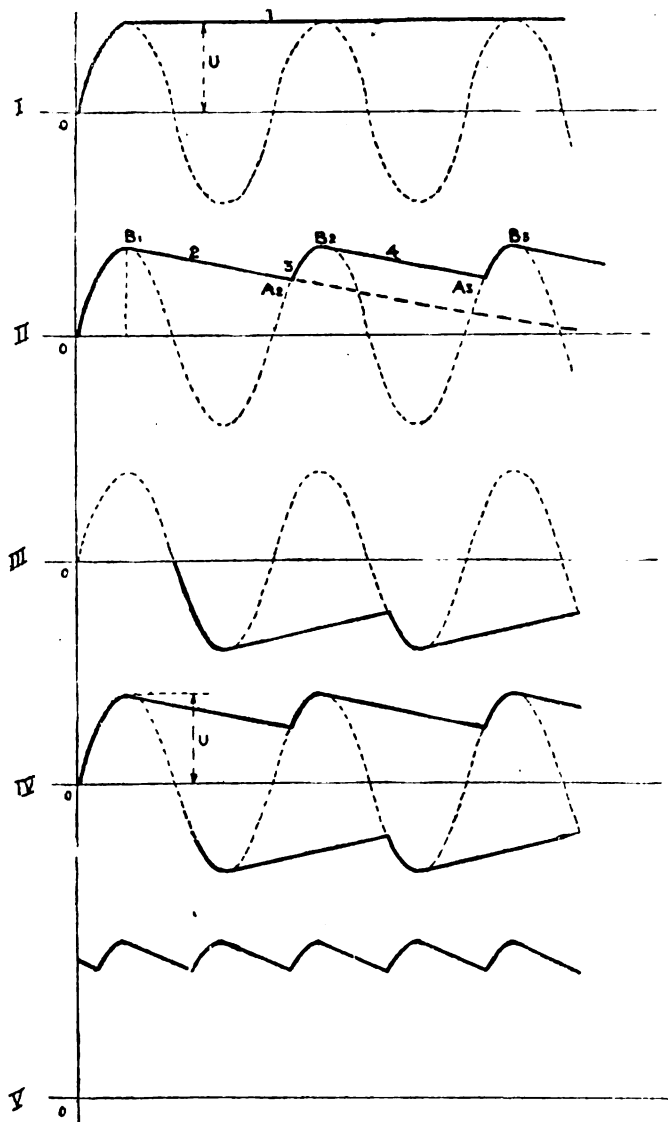


Fig. 9.

Questo dispositivo realizza contemporaneamente raddoppiamento di tensione e corrente costante, ossia permette di utilizzare, per una tensione utile data, dei trasformatori isolati per tensione più bassa e quindi meno ingombranti, di minor costo, e di costruzione più robusta, questi apparecchi sono inoltre a parità di energia i più potenti in penetrazione ed i più efficaci in raggi utili.

Milano, Settembre 1923.

BIBLIOGRAFIA.

E. PILON - Le tube Coolidge. - Ed. Masson et C., Paris
La Radiotechnique - Paris.

Elenco dei fabbricanti in Italia ... di macchinario e materiali elettrici ...

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3^a edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di commercio, Consolati, ecc. È quindi interesse di tutte le Ditte costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale (Via S. Paolo 10 - Milano (9)).

CIRCUITO ELETTRICO EQUIVALENTE DEL MOTORE AD INDUZIONE CON AVVOLGIMENTO DI REGOLAZIONE SUL ROTORE

CESARE DELLA SALDA

Il motore ad induzione con avvolgimento rotorico per la regolazione della velocità e la correzione del fattore di potenza è stato sviluppato da H. K. Schrage (¹). Lo statore di esso porta il secondario trifase A , mentre il rotore ha due avvolgimenti separati uno dei quali, $a b$, trifase normale, è il primario e viene alimentato mediante collettore ad anelli dalla rete a tensione V_1 e l'altro, R_g , è del tipo per corrente continua (fig. 1) È quest'ultimo l'avvolgimento destinato

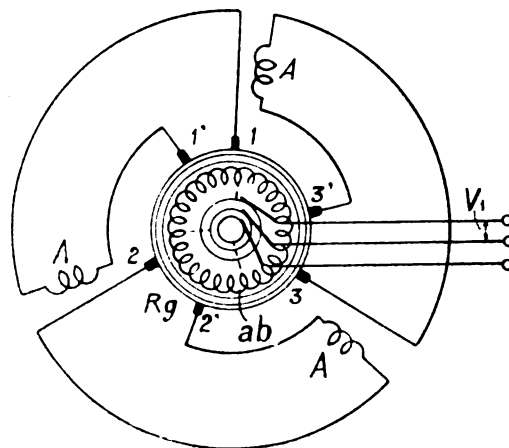


Fig. 1.

alla regolazione; esso occupa i medesimi canali del primario e di solito sta sopra al primario. Facendo riferimento ad una macchina bipolare, due terne di spazzole a 120° , 1, 2, 3, ed 1', 2', 3', sono disposte sul collettore a lamelle, e sono spostabili l'una in direzione contraria dell'altra, come pure solidalmente in avanti od all'indietro. Ogni fase di A termina a due spazzole appartenenti l'una ad una terna e l'altra all'altra terna. Il secondario del motore si chiude pertanto attraverso il circuito regolatore. Quando le spazzole di una fase risultano diametralmente opposte il regolatore forma un sistema esafase.

Se si suppone escluso od in corto circuito il regolatore R_g , la macchina si identifica con un motore ad induzione invertito, cioè alimentato nel rotore anziché nello statore. Essa tende pertanto ad assumere una velocità n leggermente inferiore alla sincrona n_1 e gira a ritroso del flusso principale Φ il quale taglia, come nel comune motore ad induzione, il secondario con una velocità relativa s , essendo $s = \frac{n_1 - n}{n_1}$ lo scorrimento.

Le f. e. m. E_r introdotte nel circuito secondario mediante il regolatore permettono di portare il motore a velocità superiori, eguali od inferiori alla n_1 , nonché di correggere il fattore di potenza. Esse hanno, per qualsiasi velocità, la frequenza $f' = f s$ del secondario. Il loro ordine ciclico si capovolge passando da velocità iposincrone a velocità ipersincrone. Al sincronismo esatto le f. e. m. E_r sono continue. Per un dato motore l'ampiezza delle E_r risulta indipendente dalla velocità finché il flusso Φ non muta, cioè finché sono trascurabili le tensioni assorbite nell'impedenza primaria. Essa può cambiare invece, come pure la fase delle E_r , qualora si modifichi il callettamento delle spazzole. Se, ad es., si girano le spazzole 1, 2, 3 in un certo senso e le 1', 2', 3' nel senso contrario ed in eguale misura, le f. e. m. E_r cambiano solo di ampiezza.

Se si imprime alle terne spostamenti identici ed in una stessa direzione, cambia solo la fase delle dette f. e. m. Nell'ultimo caso varia contemporaneamente l'angolo compreso tra una fase del secondario e la corrispondente fase del regolatore. Si chiami γ il valore elettrico di tale angolo e β quello dell'angolo di divergenza delle spazzole di una fase rispetto alla direzione diametrale (v. fig. 2). L'angolo γ si intenda misurato con riferimento alla posizione ($\gamma=0^\circ$) nella quale secondario e regolatore sono coassiali e lanciando in essi una corrente qualsiasi questa vi produrrebbe f. m. m. aventi egual

(¹) E.T.Z. 1914 pag. 89. Vedasi anche: The Journal of the Institution of Electr. Eng. 1922 Marzo, pag. 328.

direzione. Nella posizione $\gamma = 180^\circ$, i collegamenti tra secondario e regolatore si intendono incrociati, i circuiti sono ancora coassiali ma le f. m. m. diventano antagoniste.

Come si vedrà più avanti, per regolare in modo continuo la velocità basta variare l'angolo β da 0° a 180° mantenendo $\gamma = 0^\circ$ a velocità ipersincrona e $\gamma = 180^\circ$ a velocità iposincrona. Ai fini della correzione del fattore di potenza è necessario, se inizialmente $\gamma = 0^\circ$, spostare il complesso delle spazzole all'indietro con riferimento alla direzione del campo rotante principale a macchina ferma.

C. c. c. del motore a velocità superiori od inferiori alla sincrona.

Invece se $\gamma = 180^\circ$ si devono far avanzare le spazzole sul collettore. Nel primo caso l'angolo γ così modificato risulterà compreso tra 0° e 90° e nel secondo caso tra 180° e 90° .

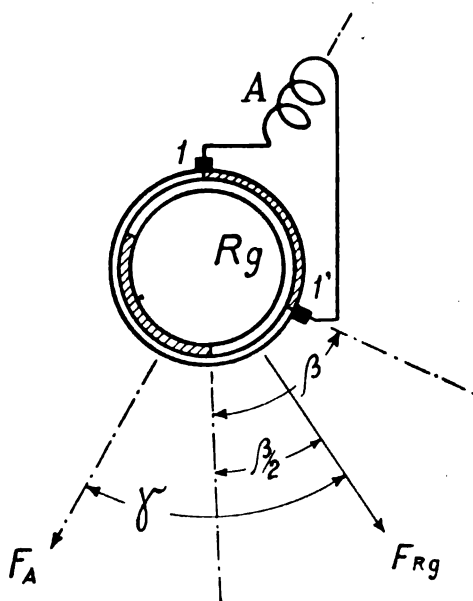


Fig. 2.

Per una migliore comprensione sintetica del funzionamento ed una semplice impostazione del calcolo del medesimo, è utile per questo tipo di motore, come per l'analogo ad induzione semplice, conoscere il circuito elettrico equivalente. Non risultando allo scrivente che questo sia stato sviluppato nelle riviste tecniche, egli ha creduto opportuno dedicargli il presente studio.

La fig. 2 mette in evidenza i due rami di una fase del regolatore per un motore bipolare i quali non risultano identici essendo $\beta > 0^\circ$. La loro f. m. m. F_{Rg} è diretta secondo la bisettrice dell'angolo β e comprende un angolo γ con la f. m. m. F_A della fase corrispondente del secondario. Sarà pure eguale a γ l'angolo compreso tra le f. m. m. risultanti e rotanti, F_r del regolatore ed F_2 del secondario. Aumentando o diminuendo β di una certa quantità $\Delta\beta$, l'angolo γ cresce o cala di $\frac{\Delta\beta}{2}$ e di altrettanto si sposta la direzione della f. m. m. risultante, F_{2r} , del complesso secondario-regolatore.

Per semplicità di calcolo si riterrà che le correnti per fase si suddividano nei regolatori avvolti in serie sempre in parti eguali nei due rami in parallelo di una fase ed in $2p$ parti eguali nei regolatori avvolti in parallelo, e si eguaglieranno la resistenza e la reattanza dei rami maggiori a quelle dei rami minori.

Il circuito regolatore sulla macchina equivale, grazie al collettore, ad un circuito fittizio definito nel modo seguente: 1° Immobile come il secondario e costante di tre fasi a 120° , collegate alle fasi secondarie; le sue spire per polo e fase, tutte in serie, sono

$$N_r = \frac{1}{2} \frac{N_{cr}}{2\alpha} \frac{180^\circ - \beta}{180^\circ} \quad (1)$$

dove N_{cr} = numero totale di conduttori dell'avvolgimento R_g , α = numero di paia di circuiti in parallelo di R_g considerato sotto l'aspetto di avvolgimento per corrente continua.

2°) Ogni fase è diretta secondo la bisettrice dell'angolo β .

3°) Le N_r spire sono distribuite sopra un angolo $180^\circ - \beta$ per polo, cioè occupano l'angolo sotteso dai rami minori dei circuiti per fase.

La f. m. m. di una fase avrà per ampiezza $K_r N_r I_r \sqrt{2}$ se K_r significa il coefficiente di avvolgimento relativo alle spire comprese nell'angolo $180^\circ - \beta$.

4°) La resistenza R_r e la reattanza X_r per fase (alla frequenza f) sono

$$R_r = 2 R_i \frac{180^\circ - \beta}{180^\circ} ; \quad X_r = 2 X_i \frac{180^\circ - \beta}{180^\circ} \quad (2)$$

chiamando R_i ed X_i la resistenza e la reattanza di una fase del regolatore considerato in esafase. A questo punto si noti che le tensioni assorbite per una data corrente dalle grandezze R_r ed X_r calcolate colle formule (2) coincidono con quelle che si verificano effettivamente sulla macchina nelle condizioni limiti $\beta = 0^\circ$ e $\beta = 180^\circ$.

Per $\beta = 180^\circ$ la cosa è ovvia. Quanto al caso $\beta = 0^\circ$ ci si riferisca alla fig. 3 dove il segmento $\bar{X}X'$ rappresenta la tensione assorbita tra

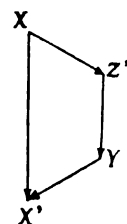


Fig. 3.

le spazzole 1 e 3' nel regolatore in esafase ed $\bar{X}X'$ quella tra i terminali 1 e 1' nel regolatore fittizio. Evidentemente sarà $\bar{X}X' = 2 \cdot \bar{X}Z'$, stante che le correnti interne nell'esafase sono eguali e sfasate di 60° rispetto alle esterne.

Per valori intermedi dell'angolo β si ammetterà che la detta coincidenza sussista egualmente, sempre per comodità di calcolo, benché ciò non sia esatto.

L'impedenza del circuito fittizio per fase alla frequenza f sarà $Z_r = \sqrt{R_r^2 + X_r^2}$ e quella alla frequenza f' sarà $Z_{r'} = \sqrt{R_r^2 + (s X_r)^2}$.

L'equivalenza tra il circuito regolatore fittizio e quello reale è implicita nel fatto che, a parità di corrente, le f. m. m., le f. e. m. e le tensioni assorbite nel primo circuito coincidono con quelle del secondo.

Dalla teoria dei comuni motori ad induzione si deduce che per realizzare velocità iposincrona nella macchina in discorso si devono scegliere le f. e. m. E_r minori delle E_2 indotte nel secondario e contrarie alle E_2 . Soddisfa questa condizione le f. m. m. delle fasi corrispondenti sul secondario e sul regolatore sono contrarie, poiché le f. m. m. a cui darebbero origine da sole le f. e. m. E_r ed E_2 sarebbero concordi. Inoltre prevalgono le prime f. m. m. essendo il rapporto tra le f. m. m. identico a quello tra le f. e. m. L'angolo γ dovrà essere perciò 180° quando i circuiti sono coassiali e la velocità voluta è inferiore a quella del motore a regolatore escluso.

Per ottenere velocità iposincrona sempre con funzionamento motorio si dovrà evidentemente capovolgere la direzione delle correnti a cui darebbero origine, da sole a tali velocità, le f. e. m. secondarie E_2 .

Esiguerà quindi scegliere le f. e. m. E_r maggiori delle E_2 e dirigerle contrariamente alle E_2 . Se si considera per un momento la posizione $\gamma = 180^\circ$ e si immagina che la velocità passi di colpo dal sotto al soprasincronismo, l'ordine ciclico si inverte in ambo i sistemi di f. e. m. Le E_2 si capovolgono nel detto istante; non così fanno le E_r perchè la loro direzione dipende dal senso del moto meccanico. Si deduce che è necessario invertire i collegamenti tra secondario e regolatore, per il che basterà sostituire $\gamma = 0^\circ$ a $\gamma = 180^\circ$ portando le spazzole di entrata di una fase del regolatore al posto delle spazzole di uscita e viceversa. Le f. m. m. delle fasi corrispondenti sul secondario e sul regolatore risultano allora concordi.

Per stabilire velocità comprese tra quella a regolatore escluso e la velocità sincrona occorre mantenere alle correnti I_2 la direzione relativa alle velocità iposincrona. Le f. e. m. E_r da introdurre devono quindi aggiungersi alle E_2 . L'inversione di collegamento tra secondario e regolatore, cioè il passaggio da $\gamma = 0^\circ$ a $\gamma = 180^\circ$ di cui sopra, dovrà venire pertanto effettuata in corrispondenza di una velocità leggermente inferiore alla sincrona.

Per correggere il fattore di potenza in marcia iposincrona è pure noto che si devono introdurre nel secondario di un motore ad induzione delle f. e. m. le quali anticipino di 90° sulle f. e. m. E_2 . All'uopo basterà nel motore attuale avanzare il complesso delle spazzole nel senso del campo che in tal modo le f. e. m. E_r conterranno componenti che sono in ritardo di 90° sulle f. e. m. del regolatore per $\gamma = 180^\circ$ e quindi sono in anticipo dello stesso angolo 90° rispetto alle f. e. m. del secondario. La f. m. m. F_r risulterà arretrata rispetto alla F_2 di un angolo uguale a γ .

La correzione del fattore di potenza in marcia ipersincrona richiede la presenza nel regolatore, che allora è il circuito dominante, di f. e. m. anticipanti di 90° sulle f. e. m. E_r per $\gamma = 0^\circ$. Un arre-

tramento delle spazzole produrrà l'effetto voluto. La f. m. m. F_r risulterà in anticipo sulla F_2 di un angolo eguale a γ .

Tanto nel primo caso che nel secondo, se si vuole mantenere alla velocità circa il valore prestabilito si dovrà contemporaneamente allo spostamento del complesso delle spazzole diminuire l'angolo β affinché la componente $E_r \cos \gamma$ eguali il precedente valore della f. e. m. E_r per $\gamma = 180^\circ$ o $\gamma = 0^\circ$.

Chiamando K_2 ed N_2 il coefficiente di avvolgimento ed il numero di spire per fase del secondario, la f. m. m. risultante del secondario e del regolatore a velocità sopra o sotto il sincronismo ha un'ampiezza:

$$F_{2r} = 1,5 I_2 \sqrt{2} \sqrt{(K_2 N_2)^2 + K_r N_r)^2 + 2 K_2 N_2 K_r N_r \cos \gamma} \quad (3)$$

ossia, chiamando $K_{2r} N_{2r}$ il radicale,

$$F_{2r} = 1,5 K_{2r} N_{2r} I_2 \sqrt{2} \quad (4)$$

Si chiamino ora K_1 ed N_1 il coefficiente di avvolgimento ed il numero di spire per fase primaria, R_1 , X_1 , Z_1 la resistenza, la reattanza e l'impedenza per fase primaria; R_2 , X_2 , Z_2 le analoghe grandezze per fase secondaria, X_{2s} e Z_{2s} la reattanza e l'impedenza secondaria alla frequenza f' , e Z_{2rs} l'impedenza risultante delle Z_{2s} e Z_2 . Sia V_0 la tensione eguale e contraria alla f. e. m. E_1 indotta nelle fasi primarie dal flusso rotante.

Per scrivere le equazioni vettoriali che governano il funzionamento del motore si deve cominciare col fissare la direzione dei valori positivi delle f. m. m., correnti e f. e. m. Le direzioni positive della f. m. m. F_{2r} , prodotte dalle correnti positive secondarie I_2 , siano concordanti totalmente se $\gamma = 0^\circ$ o $\gamma = 180^\circ$, oppure concordino solo mediante una componente per altri valori di γ , con quelle della f. m. m. F_1 prodotte dalle correnti positive primarie I_1 . Le direzioni positive della tensione applicata V_1 e della f. e. m. E_1 coincidano con quella della corrente I_1 e le direzioni positive delle f. e. m. E_2 ed E_r coincidano con quelle della corrente I_2 .

Premesso ciò, si potrà scrivere:

$$V_1 - I_1 Z_1 = V_0 \quad (5)$$

$$E_2 + E_r = I_2 Z_{2rs} \quad (6)$$

$$K_1 N_1 I_1 + K_{2r} N_{2r} I_2 = K_1 N_1 I_0 \quad (7)$$

Queste equazioni sono simili a quelle relative a un comune motore ad induzione. Va però osservato che esse valgono solo in prima approssimazione perchè sono state trascurate le f. e. m. di m. i. manifestantisì tra primario e regolatore in dipendenza dei flussi di dispersione.

Tra le f. e. m. E_2 ed E_r passa la relazione:

$$\frac{E_r}{E_2} = \frac{K_r N_r}{\pm s K_2 N_2} \quad (8)$$

dove si intende premesso il segno — allo scorrimento a velocità ipersincrona (allora s è negativo ed il rapporto è ancora positivo).

Si definiscano le f. e. m. del secondario e del regolatore riportate in scala primaria ed alla frequenza f :

$$E_2' = E_2 \frac{K_1 N_1}{\pm s K_{2r} N_{2r}} \quad ; \quad E_r' = E_r \frac{K_1 N_1}{K_{2r} N_{2r}} \quad (9)$$

In dipendenza del segno dello scorrimento sarà sempre:

$$E_2' = -V_0$$

Inoltre si avrà:

$$E_r' = E_2' \frac{K_r N_r}{\pm s K_2 N_2} \quad (10)$$

Lo sfasamento elettrico tra le f. e. m. E_r' ed E_2' è quello stesso tra le f. e. m. E_r ed E_2 , cioè γ in marcia iposincrona e $180^\circ - \gamma$ in marcia ipersincrona.

Si definiscono inoltre le grandezze:

$$I_2' = I_2 \frac{K_{2r} N_{2r}}{K_1 N_1} \quad (11)$$

$$\left. \begin{aligned} R_2' + R_r' &= (R_2 + R_r) \left(\frac{K_1 N_1}{K_{2r} N_{2r}} \right)^2 \\ X_2' + X_r' &= (X_2 + X_r) \left(\frac{K_1 N_1}{K_{2r} N_{2r}} \right)^2 \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Per quanto precede e chiamando Z_{2r}' l'impedenza composta della resistenza $\frac{R_2' + R_r'}{s}$ e della reattanza $X_2' + X_r'$, le equazioni (6) e (7) si possono trasformare nelle:

$$E_2' + E_r' = I_2' Z_{2r}' \quad (13)$$

$$I_1 + I_2' = I_0 \quad (14)$$

Si tracci ora un circuito come quello in fig. 4 (nel quale per il momento si astragga dalle f. e. m. E_{r1}' ed E_{1r}) ed in esso si fissino le direzioni delle correnti positive secondo le frecce. Le direzioni positive per la tensione V_1 coincidano con quelle della corrente I_1 , quelle della tensione V_0 alla biforcazione coincidano con quelle della V_1 . Nel circuito a valle le direzioni positive della f. e. m. E_2' ed E_r' siano comuni con quelle della corrente I_2' .

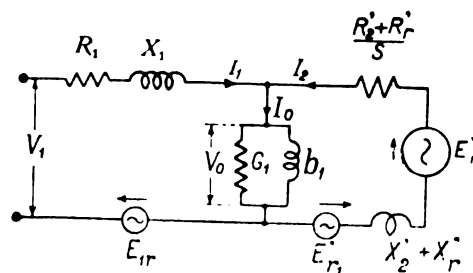


Fig. 4.

Lo schema così stabilito forma il c. e. e. del motore in esame, poichè applicando al medesimo i principi di Kirchhoff si ritrovano le equazioni vettoriali (5) (13) e (14). Operando su di esso si potranno calcolare correnti, f. e. m., tensioni e flussi, e di riflesso, le corrispondenti grandezze sul motore.

Lo schema si diversifica dal c. e. e. di un motore semplice ad induzione, sia per l'aumento della resistenza e della reattanza nella branca corrispondente al secondario, come per l'introduzione di una f. e. m. E_r' la quale è sfasata di $180^\circ - \gamma$ in ritardo rispetto alla tensione V_0 al sottosincronismo e di γ in ritardo al soprasincronismo.

Le resistenze $\frac{R_2' + R_r'}{s}$ sono negative al soprasincronismo, come lo scorrimento s . La reattanza X_r' diventa pure negativa al di là di una certa velocità ipersincrona, conforme a quanto accade per la reattanza di dispersione nel rotore di altri tipi di motori polifasi a collettore.

Per maggiore esattezza è necessario tenere conto anche delle f. e. m. di m. i. sopracennate. Una di esse, E_{1r} , viene prodotta nel primario dal flusso di dispersione del regolatore ed ha la frequenza f ; un'altra si manifesta nel regolatore a frequenze f' interna ed f esterna dopo le spazzole, per effetto del flusso di dispersione primario. Si chiami E_{r1} la f. e. m. che si dovrà ritenere presente nel circuito fittizio sostituito al regolatore la quale avrà pure la frequenza f .

Sia E_{r1} il valore della E_{r1} riportata in scala primaria moltiplicandola per il rapporto $\frac{K_1 N_1}{K_{2r} N_{2r}}$. La E_{r1} sarà proporzionale alla corrente I_1 come la E_{1r} è proporzionale alla corrente I_2' .

Attribuendo alle f. e. m. di m. i. direzioni positive concordi con quelle delle correnti positive del circuito in cui agiscono, andrà aggiunto $+E_{1r}$ al primo membro dell'equazione (5) e $+E_{r1}$ al primo membro della (13), per completare le equazioni stesse.

Si considerino i casi $\gamma = 0^\circ$ e $\gamma = 180^\circ$. La f. e. m. E_{1r} e la E_{r1} risultano nel primo caso in ritardo di 90° rispettivamente sulle correnti I_2' ed I_0 e nel secondo caso sono in anticipo di 90° sulle medesime correnti. Ciò sta in relazione col fatto che le correnti nei conduttori attigui di una fase primaria e della fase coassiale del regolatore sono dirette per $\gamma = 0^\circ$ in sensi contrarii e per $\gamma = 180^\circ$ hanno eguale direzione.

Nel caso in cui γ è compreso tra 0° e 90° si attribuirà in via semplificativa alle f. e. m. E_{1r} ed E_{r1} un ritardo di fase $90^\circ - \gamma$ sulle correnti I_2' ed I_0 . Per γ compreso tra 180° e 90° alle f. e. m. spetterà un anticipo $\gamma - 90^\circ$ sulle correnti.

Introducendo nel c. e. e. le f. e. m. E_{r1} ed E_{1r} , da calcolarsi in base agli elementi della macchina come le altre f. e. m., si giunge alla forma finale quale risulta in fig. 4.

A chiarimento di essa giova tracciare i diagrammi vettoriali per marcia iposincrona (fig. 5) e per marcia ipersincrona (fig. 6). Anche in quest'ultima si è ritenuta positiva la reattanza $X_2' + X_r'$. In ambo le figure la f. m. m. F_{2r} è stata portata nella direzione della corrente I_2' sovrapponendo un diagramma di grandezze sinusoidali nello spazio ad un diagramma di grandezze sinusoidali nel tempo.

I segmenti $\overline{E_r' U}$, $\overline{V_1 B}$ rappresentano le f. e. m. E_{r1} ed E_{1r} .

$O V_0$ è risultante delle f. e. m. E_2' , E_r' , E_{r1} .

$\overline{OD} = \frac{R_2' + R_r'}{s} I_2'$, $\overline{DV_0} = (X_2' + X_r') I_2'$, $\overline{V_0 C} = R_1 I_1$, $\overline{CB} = X_1 I_1$.

Per i vettori non menzionati il significato è ovvio.

C. e. e. per il motore al sincronismo. Per $s = 0$ la f. e. m. E_2 si annulla e la E_r diventa continua. Scompare la branca secondaria nel c. e. e. Al posto della tensione V_0 si intenderà una tensione eguale e contraria alla f. e. m. indotta dal flusso risultante dalla ec-

citazione a corrente continua e da quella a corrente alternata. Si può scindere tale f. e. m. in una f. e. m. E_1 indotta dal flusso a corrente alternata ed eguale e contraria alla tensione assorbita dalla corrente I_1 attraverso la reattanza sincrona del primario, $X_q \approx \frac{1}{b}$ ed in una f. e. m. E_c prodotta dal flusso a corrente continua Φ_c . Nel circuito secondario le f. e. m. E_r ed E_{r1} diventano continue.

Calcolo delle correnti e tensioni. 1° A velocità sopra o sotto il sincronismo si può seguire il processo seguente: Supposto note le costanti R_1 , X_1 , ecc., e gli angoli β e γ , e scelto un determinato scorrimento s , si assumano valori arbitrari per la corrente I_1 e la tensione V_0 e quindi, di riflesso, anche per le f. e. m. E_r ed E_{r1} .

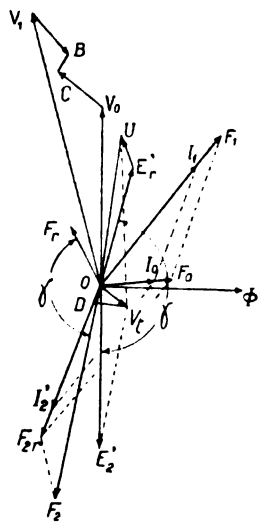


Fig. 5.

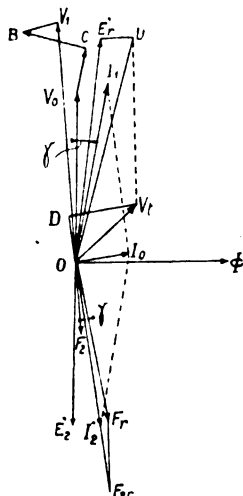


Fig. 6.

Si calcolino le correnti

$$I_0 \approx V_0 b_1, I_2 = \frac{V_1}{\sqrt{\left(\frac{R_2 + R_{r2}}{s}\right)^2 + (X_2' + X_{r2}')^2}}$$

ed in base a quest'ultima la f. e. m. E_{1r} .

Si compongano le tensioni V_0 , $Z_1 I_1$ colla E_{1r} . La tensione V_1 che si ottiene non coinciderà in generale colla tensione applicata al primario. Basterà in tal caso moltiplicare tutte le correnti e tensioni del c. e. e. per il rapporto $\frac{V_1 \text{ applicato}}{V_1 \text{ trovato}}$ onde giungere a valori più corretti.

Un simile complesso di operazioni andrà ripetuto variando lo scorrimento se si vuole tracciare il diagramma delle correnti del motore.

Ad ogni coppia di valori degli angoli β e γ corrisponderà un determinato diagramma delle correnti.

2°) Per velocità eguale alla sincrona ($s = 0$) si può seguire un processo simile al precedente. Si assumano valori arbitrari per la corrente I_1 e la tensione V_0 eguale e contraria alla somma geometrica delle f. e. m. E_1 ed E_c . Restano quindi determinate le f. e. m. E_c , E_r , E_{r1} ed il flusso magnetico Φ_c . Si calcolerà la corrente continua $I_2 = \frac{E_r + E_{r1}}{R_2 + R_r}$ e la f. m. m. F_{2r} e si verificherà quale flusso corrisponde alla F_{2r} . Se questo non coincide con Φ_c si ripeterà il calcolo con successive approssimazioni.

Milano, 15 ottobre 1923.

PROGRESSI NOTEVOLI DA REALIZZARE NELLA PREPARAZIONE E MESSA IN OPERA DEI MATERIALI DI LINEA □ □

G. B. SERRA

(Continuazione, v. N. 31)

PARTE TERZA.

Progetto di un isolatore per linee telegrafiche telefoniche di campagna.

La letteratura non fornisce dati esaurienti per il progetto di cui trattasi: essa offre, è vero, allo studioso una quantità di notizie interessanti ma mai indica le precise condizioni alle quali le singole parti di un isolatore dovrebbero soddisfare.

E poichè trattasi di un organo la cui importanza è fondamentale nell'armamento delle linee, ritengo utile di esporre un metodo razionale per l'esecuzione del progetto in parola: mi limiterò tuttavia ad indicare solo dei concetti di massima, nella fiducia che altri riesca a stabilire norme definitive in merito. Devo premettere pure che su tale argomento, non posso riferirmi a nessun esemplare effettivamente realizzato, poichè non ho avuto il modo di farlo costruire. Tutti i modelli dei quali ho presentato in precedenza le fotografie, al pari degli altri oggi rappresentati in questa trattazione, sono stati costruiti o con le mie mani od esclusivamente a mie spese; gli è perciò che essi, in rapporto alla deficienza dei mezzi, sono riesciti grossolani, imperfetti ed incompleti.

Riferendomi a quanto già ebbi ad esporre in merito a tal particolare organo meccanico trattando delle linee costiere e maremmane, ritengo giunta ormai l'ora di precisare che negli impianti di campagna dovrebbero essere impiegati tre tipi di isolatori, tutti aventi le caratteristiche fondamentali del tipo già altra volta da me proposto, ma differenti tra loro in talune particolarità. Più precisamente dovrebbero impiegarsi:

a) un modello di isolatore «ordinario» per circuiti principali e per linee situate in località asciutte, ed in ogni caso lungi dal mare e dalle paludi. Tale modello dovrebbe avere le dimensioni definitive indicate nella fig. 8, che esamineremo particolareggiatamente tra breve.

b) un modello di isolatore «leggero» per circuiti secondari e per linee ubicate come al comma a).

Questo modello dovrebbe essere identico al precedente, salvo per quanto riguarda la parte terminale (bordo) delle due campane, le quali dovrebbero essere raccorciate ciascuna di un centimetro all'incirca.

c) un modello di isolatore «pesante» per circuiti di ogni specie e per linee costeggianti il mare o traversanti zone paludose. Esso dovrebbe ancora riprodurre l'isolatore ordinario, salvo per quanto concerne le due campane, di cui quella interna dovrebbe essere un po' allargata, ad imbuto, presso il bordo, mentre l'altra dovrebbe essere non solo allargata nello stesso senso, fino al diametro esterno massimo di m/m 100, ma anche rinforzata, mercè un discreto aumento nello spessore della relativa parete.

Nell'interno degli uffici e cioè in ambienti ben riparati dalle intemperie, l'isolamento dei conduttori è ottenuto assai di frequente con blocchi di legno, cui vien data la forma di mensole fisse alle pareti, di tavolette mobili, di solidi tavoli-scrittoi per sostegno degli apparati, di commutatori, di interruttori, ecc., a seconda dello scopo particolare cui l'oggetto o il mobile viene destinato. In tali casi il legname impiegato, varia pure non solo secondo il particolare uso del mobile, ma anche secondo l'importanza degli uffici. In generale per piccole costruzioni di piccoli uffici viene usato abete, pitch-pine, castagno, talvolta anche noce nostrano; per robusti tavoli di grandi uffici il faggio, la quercia ed il noce nostrano; per costruzioni di lusso, nelle quali l'estetica deve esser tenuta in conto, il mogano. La pratica ha dimostrato che quando le dette qualità di legname siano ben stagionate, e le distanze tra i vari conduttori siano mantenute nella misura stabilita sugli esemplari di campione o di riferimento di ogni singolo mobile od apparecchio, l'isolamento dei conduttori stessi può essere ritenuto sufficiente ai fini del servizio.

Per isolare quelle parti di macchine, di apparecchi o di organi qualsiasi, che devono essere elettricamente collegate ai conduttori di linea, viene invece universalmente usata e con buon esito l'ebanite, e cioè un materiale avente resistività grandemente superiore a quella del legno: raramente però usati anche fibra vulcanizzata, ed in casi eccezionali impasti differenti.

Statistica degli Impianti Elettrici in Italia Nuova Edizione del 1° Volume

È uscita la seconda edizione del 1° Volume della Statistica coi dati elettrotecnici riguardanti anche tutti i Comuni delle terre redente coll'indicazione delle rispettive Province.

Volume di pag. 515: prezzo L. 20.-
più postali L. 2.-

Dirigere vaglia all'Associazione Elettrotecnica Italiana
Via S. Paolo 10 - Milano (3).

Requisiti elettrici e forma generale schematica degli isolatori telegrafici-telefonici.

Nella Rivista T. T., anno I, pag. 88, scrissi:

«Se si riflette che in un buon isolatore telegrafico-telefonico, lo strato conduttore di umidità e di polvere che può depositarsi alla sua superficie, deve avere la maggiore lunghezza e la minore larghezza possibile, per ridurre al minimo la conducibilità superficiale, risulta che detto isolatore dovrà avere forma allungata e diametro ristretto».

Dal punto di vista teorico dunque, affinché la massima resistenza elettrica sia interposta tra il collo ed il vano interno flettato dell'isolatore, occorrerebbe che quest'ultimo fosse costruito con campane a forma di lunghissimi tubi di diametro piccolissimo. Se non che tali condizioni riportate nel campo della pratica realizzazione, urtano, oltre che in molteplici difficoltà di indole costruttiva, anche nei requisiti

tica generale, la quale dovrà, in dipendenza di quanto precede, avere due campane concentriche saldate ad una parte massiccia, costituente il corpo dell'isolatore e destinata all'innesto col relativo sostegno, figura 8.

I tipi di isolatori in uso nelle varie Amministrazioni telegrafiche e telefoniche difatti, hanno tutti nella parte inferiore, forma all'incirca simile e dimensioni pressochè eguali, come risulta dalle notizie che seguono:

a) Distanza massima tra conduttore e porta isolatore, e cioè sezione meridiana del pezzo dal collo all'inizio della flettatura interna, N. L. H. F. C. della figura 8:

per l'isolatore tipo italiano	m/m 248
» » » austriaco	» 300
» » » germanico	» 295
» » » inglese	» 300
» » » francese	» 293
» » » ordinario fig. 8	» 300

b) Diametro esterno massimo per gli stessi tipi di isolatori, rispettivamente di m/m 91, 80, 86, 78, 94, 93.

c) Numero delle campane, 2 per tutti i tipi.

Ove i detti pezzi abbiano levigazione imperfetta o risultino con i bordi terminali delle campane oltre che senza vernice anche schiacciati ed in istato di eccessiva ruvidezza esteriore, allora l'isolamento può nel servizio pratico facilmente e notevolmente variare, non solo fra isolatori di tipo diverso, ma altresì da un esemplare all'altro di uno stesso modello.

Infine, per quanto concerne gli altri requisiti di indole elettrica, da prendere in considerazione dopo l'isolamento superficiale di cui più su si è fatto cenno, devesi rammentare che la porcellana della qualità prescritta nel vigente capitolato, ha una resistenza specifica di 3×10^8 mega-ohm-centimetro, e che essa, in lastre da 10 millimetri, per esser perforata richiede una tensione di 80 chilo volt, estremamente più elevata delle ordinarie tensioni in uso nel servizio telegrafico telefonico (al più $2 \times 150 = 300$ volt). Orbene, se si riflette che il detto spessore di 10 m/m è in massima ritenuto insufficiente per vincere gli sforzi meccanici applicabili sull'isolatore, e che perciò nelle costruzioni pratiche viene sensibilmente aumentato, si vede come per i requisiti in discorso, ogni altra considerazione riescirebbe superflua. Nei vari esemplari di isolatori effettivamente adottati, verificasi difatti che in prossimità della zona d'innesto del braccio di ferro, si ha, per il

tipo italiano, spessore minimo presso al collo	m/m 27,
» austriaco	» » » » » 13,
» germanico	» » » » » 14,
» inglese	» » » » » 13,
» francese	» » » » » 12,
» ordinario fig. 8	» » » » » 14,

Dette dimensioni anche qui risultano pressochè eguali per tutti gli esemplari menzionati, salvo che per l'isolatore del tipo italiano, il quale anche in ciò differisce profondamente dagli altri tipi in uso.

Ma ai fini della presente trattazione, notizie interessanti sono fornite dal Sig. Lagarde e riportate dal Weiller (Lignes et transmissions électriques, pag. 149), nei termini che seguono:

«Nel dicembre 1882 esisteva nei magazzini dell'Amministrazione «telegrafi una linea elettrica di 315 metri, sostenuta da 26 isolatori a «doppia campana. Questi isolatori erano in opera da 4 mesi e non avevano subito alcuna pulitura; uno di essi era lesionato esternamente «fino a metà dell'altezza. In queste condizioni l'isolamento della «linea era di 55 megohm. Sostituito l'isolatore guasto con uno nuovo, l'isolamento della linea divenne di 85 megohm. Puliti gli isolatori all'interno, l'isolamento del filo si elevò a 750 megohm.

«Gli isolatori però non erano molto sporchi: si può pertanto «giudicare da questi risultati quali debbano essere le perdite quando «la pulizia degli isolatori non è fatta frequentemente».

Da tale antica constatazione, devesi dedurre che se è molto facile ottenere isolamenti di linea non solo elevati ma anche di gran lunga superiori al bisogno, è però assai difficile di conservarli nel servizio pratico, neanche in piccola parte. La vera, unica, grande difficoltà da superare nella costruzione e messa in opera di un isolatore telegrafico telefonico, è quella di studiarlo ed utilizzarlo per modo che anche durante le intemperie, esso possa ancora conservare almeno una frazione del proprio potere isolante, la quale risulti poi sufficiente per assicurare il buon andamento della corrispondenza, che, com'è noto, può ottenersi anche con un isolamento chilometrico di linea ridotto ad un numero relativamente piccolo di megohm.

È possibile conseguire un tal risultato?

Credo che in massima possa risponderci affermativamente. Tra breve del resto si vedrà quali progressi possano realizzarsi in merito,

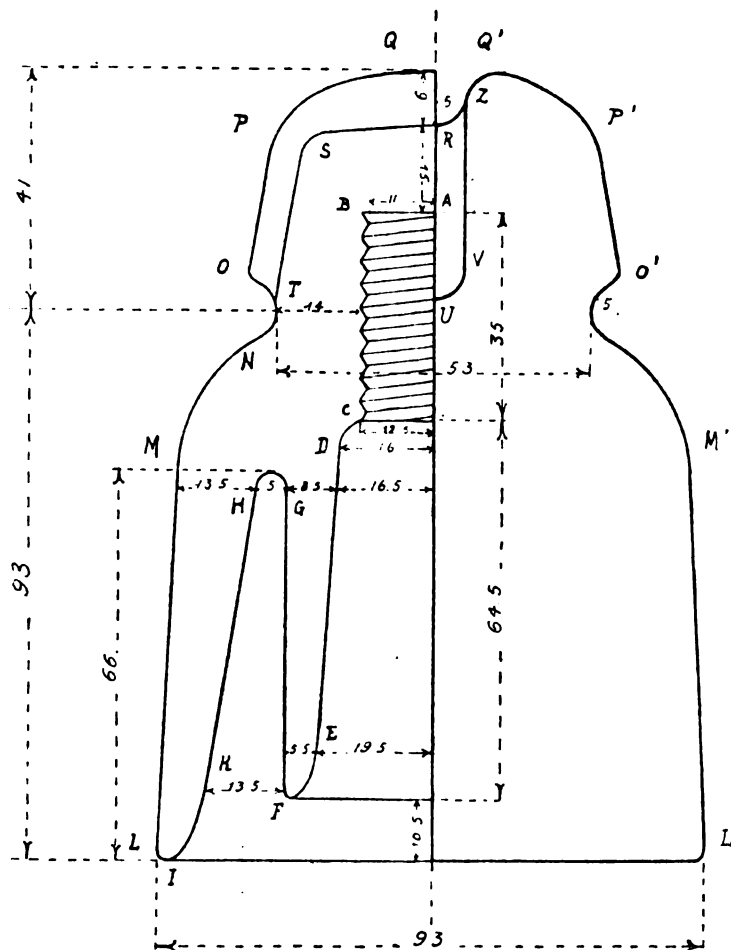


Fig. 8.

fondamentali d'armamento, talchè esse devono esser subito ridotte entro limiti modesti. E difatti poichè gli armamenti di numerose linee presuppongono una distanza fissa tra i conduttori, distanza che al massimo, come usasi in Italia, è di 30 centimetri in ogni senso, si vede che la lunghezza totale dell'isolatore non può esser grande a volontà, dovendo invece limitarsi per modo che esso non solo sia contenuto entro la detta distanza, ma lasci pure un congruo margine superiore ed inferiore, per evitare qualsiasi promiscuità con gli altri pezzi analoghi posti immediatamente al di sopra ed al di sotto.

Non può del pari esser molto impiccolito il diametro dell'isolatore, giacchè devono esser pure soddisfatte le contrarie ed imprescindibili esigenze, concernenti sia l'innesto col braccio in ferro di sostegno, ciò che implica la necessità di un largo foro centrale, sia la aereazione interna, con conseguente necessità di ampi vani liberi.

Infine sia per soddisfare nella maniera più completa possibile alla prima delle menzionate esigenze, sia per provvedere affinché il pezzo abbia sempre una zona superficiale al riparo dalle intemperie, si è in pratica riconosciuto utile di dare ad esso la forma derivante dall'unione di almeno due tubi inflati uno nell'altro, opportunamente distanziati ai bordi e raccordati al fondo, presso al corpo dell'isolatore. In merito si sono fatte notevoli esperienze, ed oggidì nell'effettivo servizio telegrafico è stata definitivamente sancita come più conveniente per l'isolatore la forma a due, e non più di due, campane. Il pezzo resta dunque determinato dalle necessità di armamento, non solo nelle sue dimensioni principali concernenti la massima lunghezza ed il minimo diametro, ma anche nella sua forma schema-

col disporre gli isolatori per modo da riuscire praticamente «liberi nello spazio», e quindi qual potente ausilio tal sistema costituisca per la risoluzione del quesito in discorso.

Stabilità dell'isolatore sul proprio sostegno.

La stabilità dell'isolatore sul proprio sostegno dovrebbe essere assicurata in tutti i casi, dei quali conviene ora esaminare il più sfavorevole. Quando un conduttore di linea viene sollevato in aria dalle correnti atmosferiche e poi ricade, tutta la forza viva acquistata dal corpo cadente, non può esercitarsi che sull'appoggio e non può esser distrutta che dalla reazione elastica dell'intero sistema costituente lo appoggio stesso, il quale comprende l'isolatore e tutte le altre parti del sostegno e cioè pali, traverse, bracci e collegamenti relativi.

Ove dunque il conduttore di due campate adiacenti venga sollevato in aria ed indi, contemporaneamente in tutta la sua lunghezza, ritorni nella posizione iniziale, verificandosi che esso, ricadendo, martella sul sostegno compreso tra le due campate, e, come si è visto in precedenza per le ordinarie tensioni di linea, produce un urto in direzione dei medesimi sforzi che generansi nell'innesto tra isolatore e sostegno in ferro, concorrendo in definitiva a consolidare tale innesto. Se non che i due tratti di conduttore delle campate in parola, col vento possono oscillare, non di conserva, ma in maniera diversa l'uno dall'altro, ed in particolare per modo che mentre l'uno trovasi trasportato in alto, l'altro raggiunga invece la sua posizione iniziale in basso, producendo uno strappo violento sul sostegno di arresto per la catenaria bassa, l'altra essendo temporaneamente senza tensione.

Si ha così un sistema flessibile sottoposto ad urto, che dal punto di vista teorico andrebbe studiato secondo gli stessi principi del pendolo balistico. In questo tuttavia, il proiettile lanciato dalla bocca da fuoco, genera sull'intera massa oscillante dei movimenti pendolari ben definiti, ciò che invece non può verificarsi nel sistema dell'appoggio di cui trattasi, il quale nella generalità dei casi, risulta meccanicamente assai imperfetto. Difatti negli armamenti attuali verificasi con frequenza e specie in dipendenza del ritiro del legname, che l'insieme della struttura, lungi dal costituire un unico sostegno compatto e robusto, risulta invece sconnesso, anche dopo breve tempo dalla prima messa in opera. Perciò l'azione in discorso, non resta suddivisa fra tutte le parti del sistema, ma viene prevalentemente sostenuta da quella parte o da quelle parti che prima delle altre cedono.

Un preciso studio teorico non sarebbe quindi possibile al riguardo: non sarebbe in ogni caso nemmeno utile una più minuta analisi, poichè ciò che solo importa nel servizio pratico, è il risultato ultimo. Per addivenire a questo, occorre tener presente che il caso considerato riferiscesi ad un conduttore, il quale imprime al proprio sostegno un urto avente direzione longitudinale all'andamento della linea. Ma poichè il caso stesso verificasi durante le intemperie, quando cioè per l'azione del vento il sistema trovasi presumibilmente già sottoposto ad oscillazioni trasversali, nulla vieta di ritenere che queste ultime possano riescire concomitanti con gli impulsi esercitati da molti dei conduttori esistenti in una stessa campata, i quali vengano a trovarsi contemporaneamente nelle condizioni del conduttore di cui è parola: riesce manifesto che in tale eventualità, il lavoro di inerzia prodotto dal violento ritorno dei detti conduttori alla posizione iniziale, possa assurgere a valore cospicuo, tanto da compromettere la stabilità del sistema oscillante, provocandone anche la caduta o la rottura. È noto difatti che in pratica si hanno spesso dei pali abbattuti in seguito a forti raffiche di vento, e che inoltre la rovina di qualche singolo sostegno, sovente determina pure la caduta di numerosi altri, per centinaia e centinaia di metri di linea: di ciò purtroppo si hanno numerosi, dolorosi esempi, verificatisi ovunque anche negli ultimi tempi.

*

Per attenuare codeste dannose azioni sulla totalità dell'impianto, già si è accennato di quale importanza debba riescire un innesto perfettamente elastico, tra isolatore e braccio in ferro di sostegno. In tal caso difatti il primo urto diretto tra conduttore ed isolatore, potrebbe in buona parte esser assorbito e quindi distrutto dai movimenti elastici dell'isolatore sul proprio sostegno, e perciò ai rimanenti organi dell'impianto non verrebbe trasmesso dell'urto primitivo che una sola frazione, la quale potrebbe riescire anche molto piccola per innesti di rigore. Segue pertanto che nei sostegni a gran numero di conduttori e quindi soggetti all'azione contemporanea di molti dei detti urti, la stabilità dell'intero impianto dipende in notevole misura dal regolare funzionamento dell'innesto di cui trattasi, e cioè dal fatto che esso risulti perfettamente elastico ed in costante efficienza.

Come si è già detto nella prima parte di questi studi, gli stessi requisiti sono richiesti anche per assicurare la varia dilatazione dell'isolatore e del braccio di sostegno; per assicurare la posizione ben centrata del primo sul secondo, e quindi per rendere utilizzabile l'isolamento superficiale di ambo le facce della campana interna; per

evitare qualsiasi contatto nella zona di innesto tra ferro e porcellana, allo scopo principale di evitare avarie a quest'ultima, essendo costituita da materiale fragile.

Si è visto allora quale sia la soluzione di massima da adottare per tale questione, la cui gravità a questo punto non ha bisogno di essere ulteriormente lueggiata.

In dipendenza delle considerazioni suesposte, l'innesto isolatore braccio dovrà risultare:

1) quanto più è possibile robusto e stabile anche con le massime tensioni di linea;

2) quanto più è possibile elastico, per modo da annullare buona parte degli urti e da consentire la diversa dilatazione del ferro e della porcellana sotto l'azione della temperatura;

3) quanto più è possibile costituito da materie di spessore rilevante ed uniforme, le quali abbiano anche requisiti di coibenti elettrici e di preservativi antiruggine, sia per utilizzare l'isolamento dell'intero vano interno dell'isolatore, sia per proteggere il metallo del braccio dall'ossidazione.

Per soddisfare a tali condizioni, non vi ha che un mezzo, uno solo, mercè il quale può aversi la certezza materiale che gli innesti vengono eseguiti a dovere. Tale mezzo, già accennato più su, consiste nel preparare gli innesti di cui è parola in ufficio, presso le sedi dei depositi, per modo che l'ispettore responsabile dei lavori, possa farne la verifica, sia pure saltuaria.

Sviluppo ed andamento della filettatura di innesto tra isolatore e braccio di sostegno.

Per la mancanza di precise istruzioni, il collocamento in opera degli attuali isolatori non è fatto alla stessa maniera nelle varie località del Regno, ed assai spesso risulta eseguito senza la necessaria robustezza, tanto che nessuna aderenza apprezzabile può ritenersi esistere tra i detti pezzi ed il proprio sostegno. Tuttavia in pratica si trovano dei pari molti innesti fra isolatore e braccio, saldamente stabiliti. In tali casi verificasi che a malgrado dei difetti costruttivi dell'isolatore tipo italiano, questo, quando le forze esterne su esso agenti non ne sorpassino la resistenza meccanica, resta ben centrato sul suo sostegno, pure in seguito ad urti tendenti ad alterarne la posizione: non è raro vedere isolatori del genere lungo le linee, sia in retta che in curva. Deriva pertanto, e del resto vari esperimenti all'uopo istituiti ne danno la conferma, che quando il collegamento dell'isolatore col braccio venga eseguito a dovere, può ottenersi un innesto del tutto sicuro ai fini del pratico armamento delle linee, anche con pezzi a vite del tipo in uso nell'Amministrazione italiana dei Telegrafi. Ciò può spiegarsi non solo col fatto che gli sforzi si producono in modo da non infirmare la stabilità del sistema, ma altresì con la circostanza che lo sviluppo ed il senso della filettatura, sono atti al buon collegamento dei due pezzi. I 35 millimetri di sviluppo della zona filettata, difatti, ad innesto bene stabilito, sono risultati sufficienti nel servizio pratico per assicurare una posizione invariabile dell'isolatore tipo italiano sul proprio sostegno, non solo in molti esemplari già in opera, ma anche, giusta l'accenno fatto, su altri pezzi sottoposti a prova e cimentati a sforzi vari per intensità e direzione, tenendo il braccio fisso in morsa; qualcuno dei detti pezzi, ha mantenuto invariata la sua posizione sul sostegno, fino a rottura e distacco della campana interna dal corpo dell'isolatore.

Trattavasi però del difettoso isolatore tipo italiano; ma ognun vede che utilizzando il medesimo sviluppo filettato per un isolatore razionalmente costruito, come ad esempio quello della fig. 8, la sicurezza dell'innesto non può che riescire meglio garantita. Per un robusto armamento delle linee e per il progetto di un nuovo isolatore, tale sviluppo (B C fig. 8) può quindi stabilirsi in millimetri 35: ogni ulteriore aumento, rende non solo possibile ma probabile una imperfetta realizzazione dell'innesto, con gravi deficienze circa la relativa stabilità, e quindi dev'essere sconsigliato negli innesti elastici.

*

Per quanto poi concerne l'andamento della filettatura, è necessario ricordare che la filettatura nell'isolatore italiano è sinistrorsa, mentre è destrorsa quella del braccio porta isolatore e del relativo avvolgimento di fune catramata.

Ad innesto isolatore-braccio ben stabilito, dovrà verificarsi che i filetti della porcellana e quelli della corda catramata, non combaciaranno secondo l'accoppiamento teorico vite madrevite, bensì si incroceranno a croce di S. Andrea. L'accoppiamento avverrà dunque secondo due superfici seghettate ed analoghe a quelle delle lime con taglio bastardo; ma poichè le dette superfici vengono per tal modo ad ingranare tra di loro con potente attrito, si vede come possa così raggiungersi il grado di aderenza che meglio si desidera tra i due pezzi da collegare.

Risulta quindi che per ottenere la massima robustezza d'innesto, è consigliabile di adottare filettature incrociate. Risulta pure che nel-

l'isolatore tipo italiano, in cui vi ha dovizia di difetti, vi sono anche dei pregi dei quali si parlerà in seguito, mentre per ora conviene solo di rilevare che uno dei più importanti di essi, è costituito appunto dallo sviluppo e dall'andamento della filettatura d'innesto col braccio. È precisamente perciò che nell'isolatore proposto, è stata adottata una filettatura identica, per andamento e per sviluppo, a quella del Mod. 1 in uso nell'Amministrazione italiana, fig. 9.

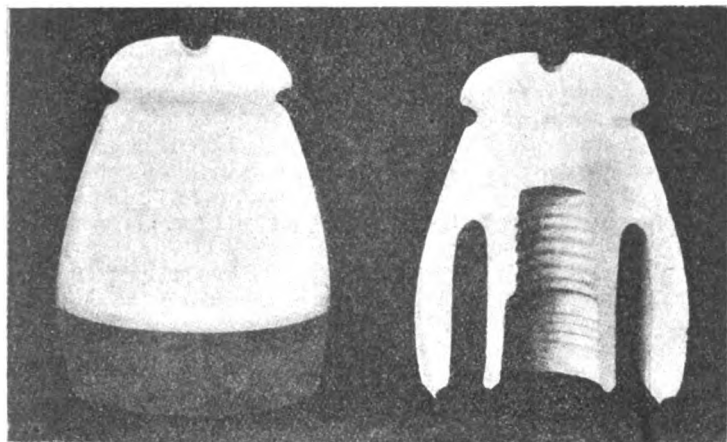


Fig. 9.

Tale figura oltre che riferirsi ad un pezzo effettivamente costruito e ben riuscito, riproduce in massima anche le caratteristiche degli isolatori costituenti le ordinarie forniture e rappresenta un esemplare praticamente eguale a quello del campione ufficiale, in base al quale devono, a norma del capitolato, essere eseguite le forniture medesime. Su ciò è necessario di intrattenersi ancora, affinché i colleghi degli uffici possano ben conoscere qual sia il vero tipo dell'isolatore che oggi vedesi in opera in tutte le linee del Regno, e del quale purtroppo esistono in circolazione disegni sostanzialmente e grossolanamente errati; sta del resto il fatto che esso nella sua forma attuale, non trovasi esattamente rappresentato in nessuna pubblicazione ufficiale, e non può perciò esser altrimenti conosciuto dal personale dell'Amministrazione. A complemento quindi di quanto già fu esposto, giova ora soggiungere che la caratteristica sezione meridiana della campana esterna, ha profilo diverso da quello di tutti i tipi oggi ovunque adottati. In essa difatti il minimo spessore riscontrasi nel punto A (fig. 10),

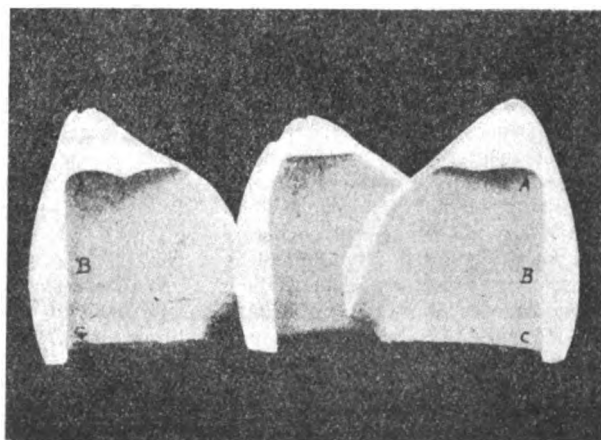


Fig. 10.

presso al fondo e cioè presso all'attacco con la campana interna e col corpo dell'isolatore, ove la grossezza della parete risulta al più di mm 8, ma spessissimo anche meno di 5 mm. Lo spessore massimo (12-14 mm) in B verso il basso, oltre alla metà dello sviluppo della campana, e finalmente quest'ultima presso alla bocca C, ha uno spessore medio poco superiore ad 8 mm.

Per la resistenza del pezzo agli sforzi esterni, tale disposizione può paragonarsi a quella di un palo telegrafico, collocato con la base in aria e piantato nel terreno dalla parte della punta! Difatti, nella quasi totalità delle rotture per urto della detta campana, le schegge si estendono sempre fino al suo fondo, che costituisce la zona più debole. Talvolta è avvenuto negli armamenti con bracci curvi che la campana esterna staccavasi completamente dal corpo dell'isolatore e cadeva intatta sul sostegno, ove restava inflata ad anello: molti agenti hanno avuto ovunque occasione di constatare tal curioso spettacolo.

Aereazione e pulizia dell'isolatore. - Isolatori liberi nello spazio.

Prescindendo dalla manutenzione, della quale si è già parlato altrove, la pulizia dell'isolatore dipende in larga misura sia dalle modalità del suo impianto, sia dalle particolarità della sua sagoma. Quanto più l'isolatore trovasi riparato dagli oggetti circostanti, quanto più le sue campane sono strette o peggio tendenti a restringersi presso alla bocca, tanto più difficilmente può essere all'esterno cosperso d'acqua e quindi lavato durante le piogge dirette, ed all'interno spazzato dalle raffiche a turbine durante lo spirare della tramontana, la quale, come è noto, deterge i corpi su cui va ad abbattersi sia pure con discreta violenza.

Riescirebbe quindi assai utile in pratica, visto che non si può sottrarre l'isolatore alla dannosa azione degli agenti esterni di ogni natura, sfruttare le manifestazioni più poderose di alcuni dei detti agenti, al fine di detergere materialmente la superficie del pezzo. Ove intanto nel nostro caso si potesse mettere in opera un isolatore verticalmente, con la bocca rivolta in basso e per modo da riescire completamente libero nello spazio, si comprende come nessun importante deposito possa restare sulla sua parte esterna dopo una grandinata o pioggia torrenziale.

Esempi di ciò si hanno in quanto succede nella superficie esterna dei tetti, specie se a forte inclinazione e costituiti da materiali lisci, degli edifici od anche dei casolari rurali; nella superficie rivolta verso il suolo dei cornicioni, delle grondaie e delle balconate esistenti fuori le abitazioni; nell'intera superficie esteriore di sterpi e grossi alberi.

Per la nettezza dell'isolatore è dunque indispensabile che esso sia sagomato per modo da consentire la massima circolazione d'aria in ogni sua parte, e che sia armato in maniera da riescire sempre e del pari in ogni sua parte, quanto più è possibile libero nello spazio.

La pratica conferma tutto ciò, ed è noto difatti che negli impianti industriali di energia elettrica, in cui, dovendosi convogliare correnti a grandissimo voltaggio, è assolutamente necessario un alto grado di isolamento degli isolatori, questi sono pressoché totalmente aperti, collocati ben distanti l'uno dall'altro ed in posizione da escludere ogni reciproco riparo dagli agenti esterni. È noto pure che negli stessi impianti telegrafici telefonici, ai fini del buon andamento delle linee, per i pratici riescono in massima sempre preferibili i sostegni con bracci curvi anziché quelli con traverse.

*

Desolante è nei riguardi dei principii più su espressi, l'armamento italiano con traverse. Ed invero con tale armamento, la campana esterna dello isolatore trovasi con la bocca, la quale ha apertura di sette centimetri circa, disposta parallelamente all'ala orizzontale della traversa, che è a sua volta larga sei centimetri: i due pezzi giacciono a distanza di soli tre centimetri. La bocca della campana interna poi, che è larga poco più di tre centimetri, è disposta a meno di due centimetri e mezzo dalla base del braccio diritto, la quale ha una larghezza di quasi quattro centimetri, una larghezza cioè maggiore di quella della campana di cui trattasi. In tali condizioni, le zone interne dell'isolatore non possono che restare soffocate: ivi nessuna aereazione è in massima possibile, ivi i detriti che possono esservi lanciati dei venti, si accumulano indefinitamente, ivi gli insetti trovano comodo rifugio.

Ove poi si consideri il caso di una coppia armata a numerose traverse, deve si notare che i relativi bracci di sostegno trovansi disposti tutti in un unico piano verticale ed inquadrati, nominalmente, a 30 centimetri. Perciò quando gli isolatori sono in posto, solamente quelli della traversa più alta trovansi con la superficie esterna esposta agli agenti atmosferici; gli isolatori sottostanti invece sono, anche nei riguardi della superficie esterna, non liberamente esposti alle intemperie, perchè riparati dalle sovrastanti larghe fascie in ferro costituenti le ali orizzontali delle singole traverse.

*

Nei precedenti studi sono stati previsti armamenti con traverse e bracci aventi disposizione sia romboidale, per gli ordinari fili telegrafici, sia a tre quadrati distanziati, per i circuiti telefonici o telegrafici da posare secondo le norme in uso nei telefoni, ma tutti in un unico piano verticale, perchè dei proposti nuovi tipi di armamento, si è ritenuto utile dare allora solo l'insieme schematico.

Ora, dopo quanto più su è detto, ritengo giunto il momento per esporre in maniera completa la disposizione particolareggiata dei detti tipi di impianto, destinati a migliorare le condizioni elettriche delle linee telegrafiche telefoniche.

All'uopo non occorreranno lunghe discussioni, giacché le figure precise, semplici e chiare dei vari dispositivi, nonché le fotografie dei modelli (questi ultimi in realtà assai modesti), riescono da sole sufficienti per rendersi esatto conto dei dispositivi medesimi. Essi sono di tre specie e cioè:

a) per località lontane dal mare, dalle paludi e da emanazioni acide e per armamenti di linee telegrafiche ordinarie (fig. 11, 12, 13, 14, 15);

b) per località come sopra e per armamenti di linee telefoniche o telegrafiche da disporre secondo le norme stabilite per i quadrati telefonici (fig. 15, 16, 17, 18).

c) per armamenti di linee di qualsiasi specie da condurre in zone marittime, maremmane o comunque soggette ad esalazioni acide,

precedenti, verificasi nella proiezione orizzontale dei pezzi medesimi. Per la seconda specie di dispositivi invece, i bracci trovansi disposti in modo che gli isolatori risultano collocati in perfetto quadrato, avente 30 cm di lato nella proiezione verticale, mentre nella proiezione orizzontale dan luogo ad un rettangolo, i cui lati han lunghezza pure di poco diversa dai detti 30 cm. Il passaggio d'uomo lungo i pali, come può osservarsi dalle figure, riesce sempre di grande ampiezza, pur mantenendo costante l'attuale lunghezza delle traverse e l'attuale distanza fra i pali delle coppie parallele.

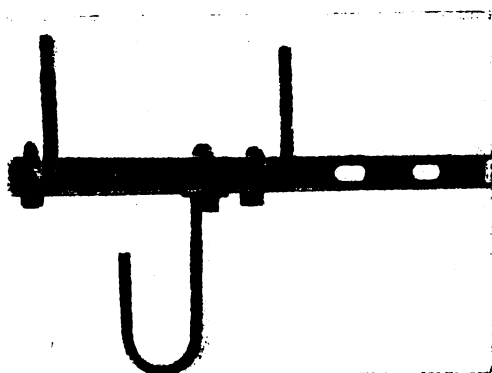


Fig. 11.

e nelle quali può prevedersi l'impiego dei dispositivi supplementari indicati nella « Appendice allo Schema », al fine di elevare l'isolamento delle linee (figure 19, 20, 21, 22, 23).

Le differenze di forma e dimensioni fra le tre specie di dispositivi sono piccole, mentre il concetto dal quale esse derivano è invece unico. Si tratta in sostanza di allontanare i porta isolatori dal piano

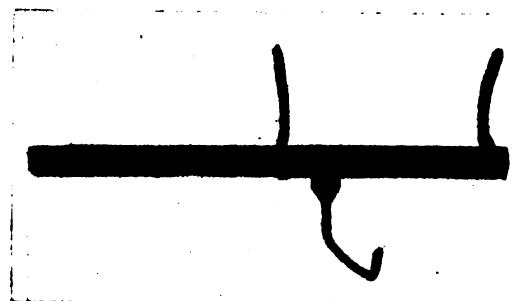


Fig. 12.

Per i due dispositivi in parola, vengono impiegati bracci eguali, ma solo collocati in punti differenti della traversa. Tali bracci sono di due forme, entrambe curve, di cui però una sviluppa superiormente e l'altra inferiormente alla detta traversa; a questa essi vengono rigidamente collegati mercè piegatura a gancio e dado; ciascuno di essi poi consiste in un unico tondino di ferro omogeneo, curvato a freddo.

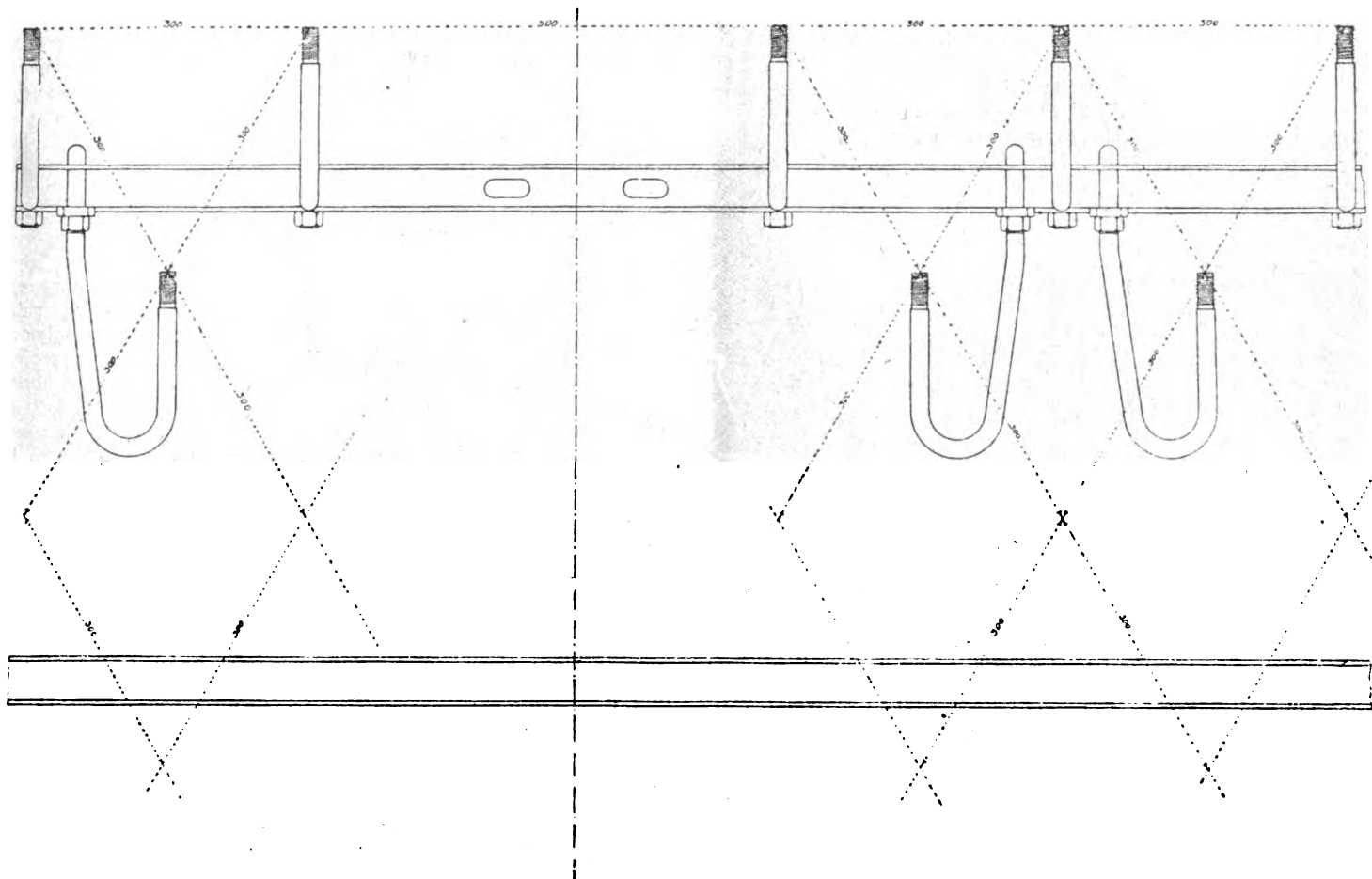


Fig. 13.

delle traverse, disponendoli su due piani a questo paralleli, e per modo che rispetto ad ogni barra o traversa, i momenti degli sforzi verticali generati dai fili collegati ai bracci posti da una parte della barra, risultino all'incirca eguali ai momenti analoghi generati dalla parte opposta.

Si ha così per la prima specie di dispositivi, che gli isolatori in opera risultano collocati nello spazio secondo una doppia triangolazione, di cui una, avente esattamente lati di 30 cm., verificasi nella proiezione verticale dei sostegni, e l'altra, con lati di poco diversi dai

La lavorazione a freddo del tondino è indispensabile, sia per evitare lo snervamento del ferro, che verificasi con estrema facilità quando l'eventuale trattamento termico del metallo, non venga vigilato da un artefice assai provetto; sia perchè, con lo sviluppo dato ai bracci, è invece necessario di indurire il metallo stesso, ciò che ottiensi automaticamente con la piegatura a freddo; sia infine perchè è indispensabile conservare ad ogni braccio rigorosamente la forma stabilita nel disegno, ai fini non solo di poter avere fra i vari isolatori le distanze prestabilite, ma soprattutto per poter avere nei circuiti te-

lefonici ovvero posati alla maniera telefonica, i sostegni disposti secondo quel quadrato sufficientemente perfetto, che fino ad oggi ed in tutti gli armamenti d'Europa e d'America, è rimasto allo stato di

e sicuramente realizzarsi, giacchè essa vien forata a macchina e cioè a rigore, e da sola porta tutti i quattro bracci di sostegno di ogni coppia telefonica. Detti bracci perciò, essendo trasportati intatti sul

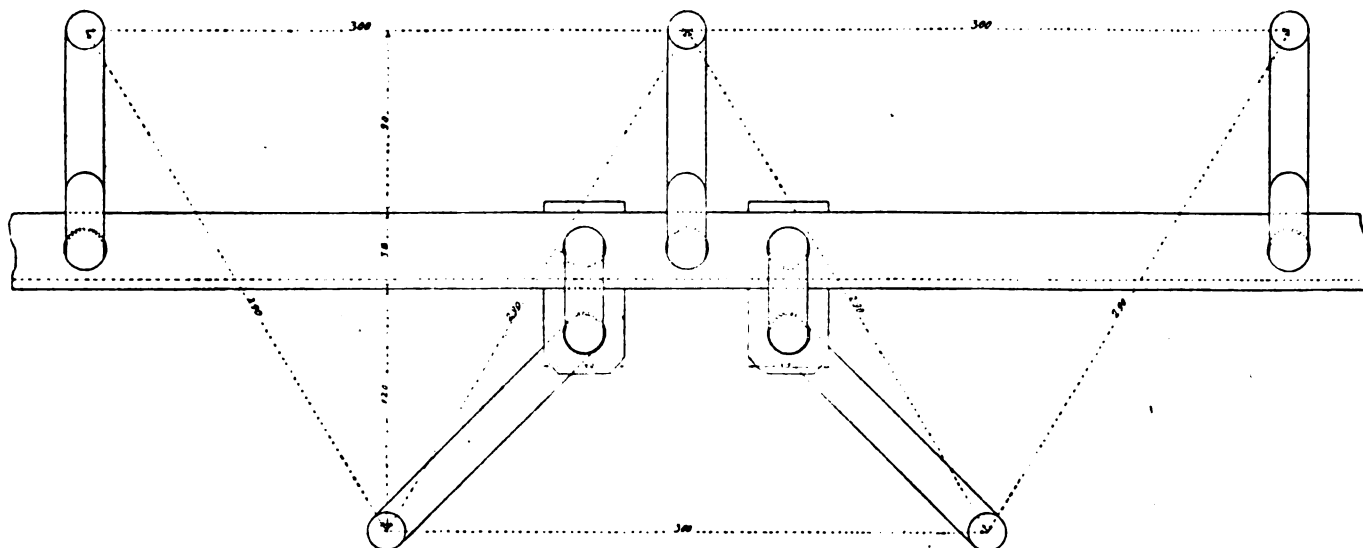


Fig. 14.

semplice concezione teorica. Negli armamenti oggi esistenti, osservarsi difatti che i quattro sostegni del quadrato telefonico, sono disposti a due a due su mensole, ovvero su traverse, ovvero su parti staccate facilmente deformabili di un sistema complesso, le quali, quando sian poste in opera, non possono più dare affidamento di conservare fra di loro la precisa distanza stabilita. Ciò dipende non solo dalle deficienze da ascrivere alla scarsa cura con cui gli impianti spesso vengono eseguiti, ma assai più di frequente dal fatto che nella messa in opera di mensole e traverse, l'esatta collocazione dei pezzi, viene impedita dai vari difetti del legname costituente i pali, difetti che non di rado coincidono col punto ove dovrebbe esser applicato l'organo

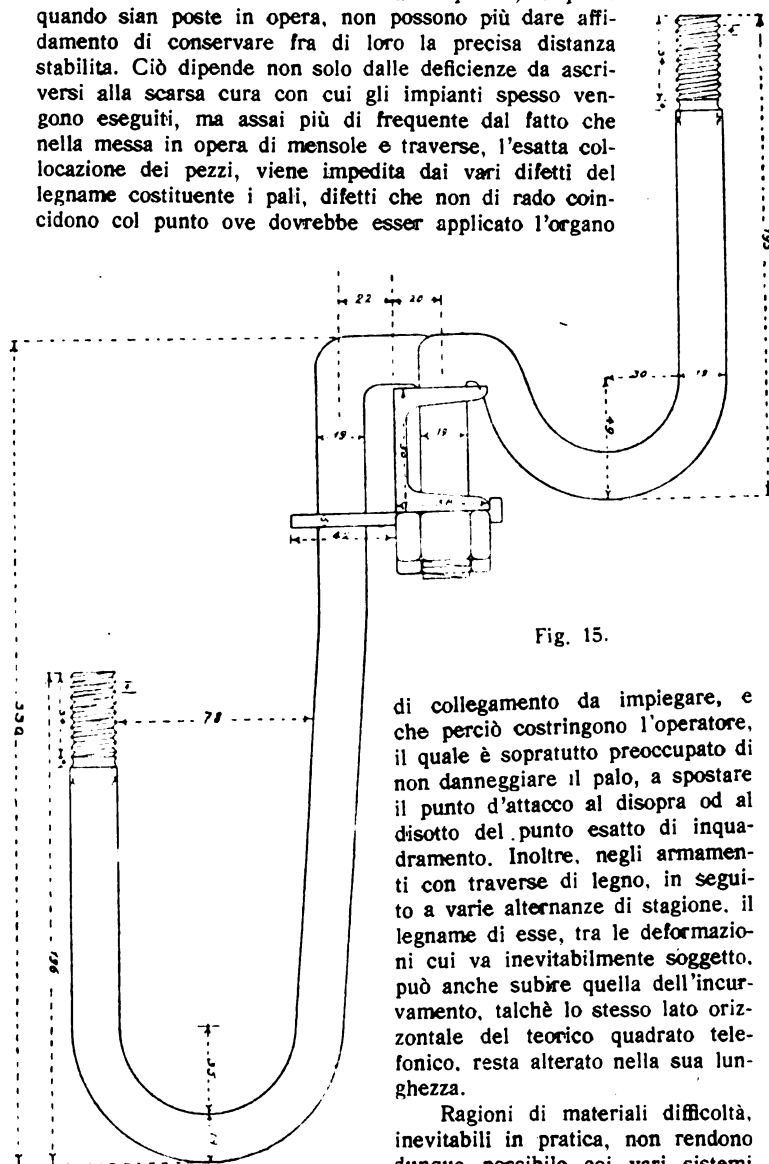


Fig. 15.

di collegamento da impiegare, e che perciò costringono l'operatore, il quale è soprattutto preoccupato di non danneggiare il palo, a spostare il punto d'attacco al disopra od al disotto del punto esatto di inquadramento. Inoltre, negli armamenti con traverse di legno, in seguito a varie alternanze di stagione, il legname di esse, tra le deformazioni cui va inevitabilmente soggetto, può anche subire quella dell'incurvamento, talchè lo stesso lato orizzontale del teorico quadrato telefonico, resta alterato nella sua lunghezza.

Ragioni di materiali difficoltà, inevitabili in pratica, non rendono dunque possibile coi vari sistemi ovunque oggi in uso, di poter ottenere che nei circuiti telefonici la preferita forma geometrica del quadrato, riesca, com'è necessario, assolutamente invariabile per l'intero percorso di essi.

Con la traversa per quadrati telefonici, ciò può invece facilmente

posto di impianto, ed indi incastrati su breve tratto d'una medesima robustissima barra metallica, previamente preparata da adatta punzonatrice, non potranno che disporsi secondo la figura geometrica prestabilita, anche per il fatto che essi, non dovendo subire lavorazioni a caldo, non andran soggetti a differenze nelle dimensioni, le quali restano determinate solo dalla trancia nella prima punzonatura, e cioè in maniera invariabile.

Ma la prescrizione di piegare a freddo il tondino dei bracci, trae seco automaticamente un altro beneficio; poichè senza potenti presse tale lavorazione non è possibile, risulta che tutti i bracci dovranno provenire da stampo, e quindi, con l'esclusione del lavoro manuale dei piccoli artefici, si avrà finalmente quella rigorosa uniformità di tipo, che per nessuno dei bracci oggi in uso, tutti suscettibili di costruzione a mano, mai si è potuta realizzare. Infine, e come meglio si vedrà in seguito, il sensibile sviluppo e lo indurimento della massa metallica dei particolari bracci curvi di cui trattasi, conferiscono una notevole elasticità longitudinale alla linea, evitando così molte rotture nei conduttori.

Con i provvedimenti esposti può intanto ottenersi sempre ed ovunque, che i sostegni di una quaterna di fili sian disposti secondo un quadrato perfetto, e può ottenersi inoltre che tutti gli isolatori sian in ogni senso ben distanziati l'uno dall'altro, anche in proiezione orizzontale, per modo da poterli considerare praticamente liberi nello spazio. Tali isolatori difatti, risultando molto lontani tra loro e dalle traverse, vengono investiti in ogni senso dalle intemperie; essendo essi montati tutti su bracci curvi molto allungati, han sotto il vuoto, e quindi risultano con le cavità interne esposte alla libera circolazione dell'aria; essendo indipendenti l'uno dall'altro e dal sostegno principale, permettono la libera, accurata esecuzione di tutti i lavori di impianto e manutenzione; infine investendo essi un grande volume d'aria, per lo sviluppo notevole dei bracci di sostegno longitudinalmente all'andamento della linea (fig. 12, 14, 17, 18, 20, 23), dopo le intemperie si asciugano più prontamente di quelli degli impianti attuali, sia per la maggiore ventilazione generale cui sono esposti, sia perchè non soggetti al lungo periodo di gocciolamento dalle traverse sovrastanti, come avviene per le traverse ovunque oggi in uso, ma specie per quelle adottate in Italia ad ali eccessivamente ampie.

*

Nella disposizione a quadrati telefonici (fig. 15, 16, 17), potrebbe osservarsi che le due catenarie di una coppia telefonica vengono a risultare non rigorosamente parallele tra loro, ma bensì longitudinalmente spostate di una piccola frazione della portata, e più precisamente della distanza orizzontale esistente fra il sostegno superiore e quello inferiore alla traversa.

Non può a priori stabilirsi se ciò sia utile o dannoso per il comportamento della coppia telefonica: in ogni modo, volendosi tutti i quattro sostegni d'un quadrato su di un unico piano verticale, l'armamento può essere realizzato in conformità della fig. 18, con sostegni disposti secondo mensole a sbalzo, alternatamente lungo il palo. Qui però i momenti delle pressioni verticali dei fili, non risultano perfettamente equilibrati sulla traversa: trattasi tuttavia di differenze insignificanti in confronto della potenza dei sostegni e perciò trascurabili

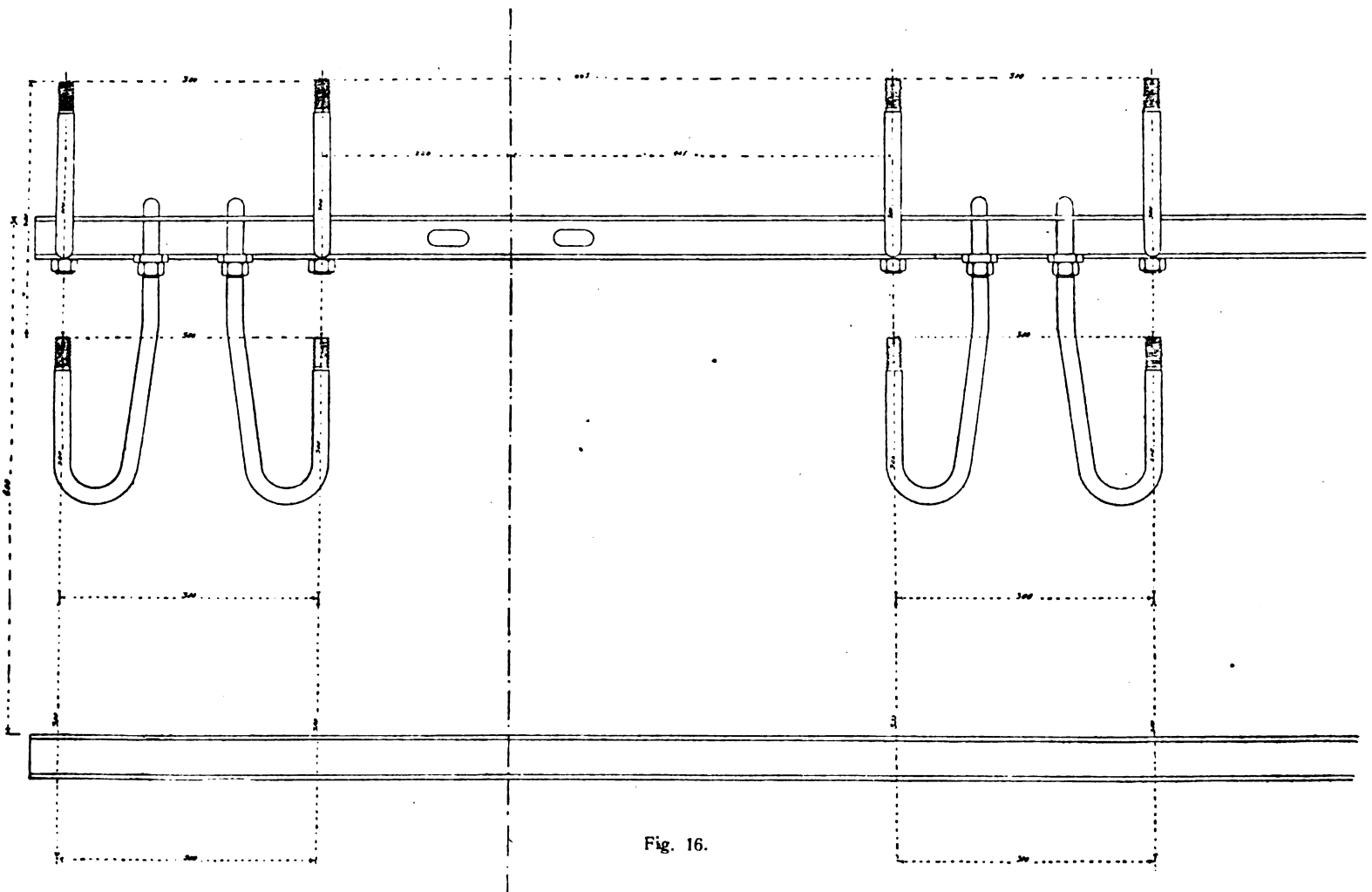


Fig. 16.

nel servizio pratico. Sta del resto il fatto che lo sforzo non equilibrato in ogni traversa, ha direzione contraria a quella della forza agente sulla traversa contigua, armata in contrapposto: sul palo dunque si hanno

spazio. Sarà ora utile riprodurre pure l'armamento del medesimo fascio di fili, mercè l'impiego delle traverse per quadrati telefonici già descritte nel menzionato studio.

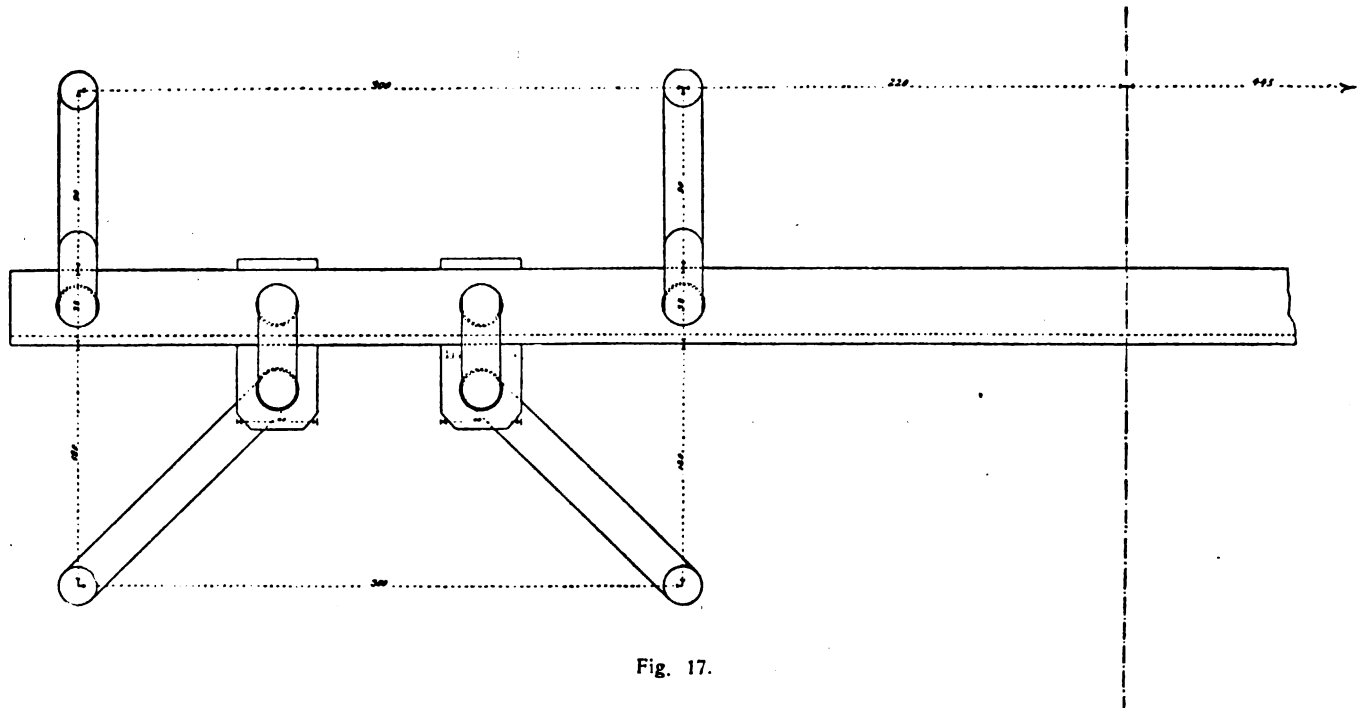


Fig. 17.

dei piccoli sforzi longitudinali e di senso inverso, che vengono distrutti dalla resistenza alla recisione del pezzo.

*

Nelle figure 2, 3, 9, 11, 12 del precedente studio venne indicato l'armamento e la disposizione di massima di un fascio di 48 fili, sia col sistema attualmente in uso, sia con quello romboidale proposto: da quanto precede deriva che quest'ultimo resta invariato nella proiezione verticale, anche con la disposizione degli isolatori liberi nello

La figura 24 rappresenta lo schizzo dell'armamento così ottenuto; mentre le figure 15, 16, 17, 18, indicano il modo di applicazione alla traversa per quadrati telefonici, degli isolatori liberi nello spazio.

Dagli schizzi elencati emerge che in confronto dei sistemi oggi in uso, l'armamento fatto solo con traverse per quadrati telefonici, ha lo svantaggio di richiedere qualche centimetro di maggior sviluppo secondo l'altezza dei pali, e più precisamente per 48 fili una maggiore altezza totale di 30 cm. Questo, per quel che può valere, il solo svantaggio reale. In compenso però, una notevole serie di vantaggi pratici, e cioè:

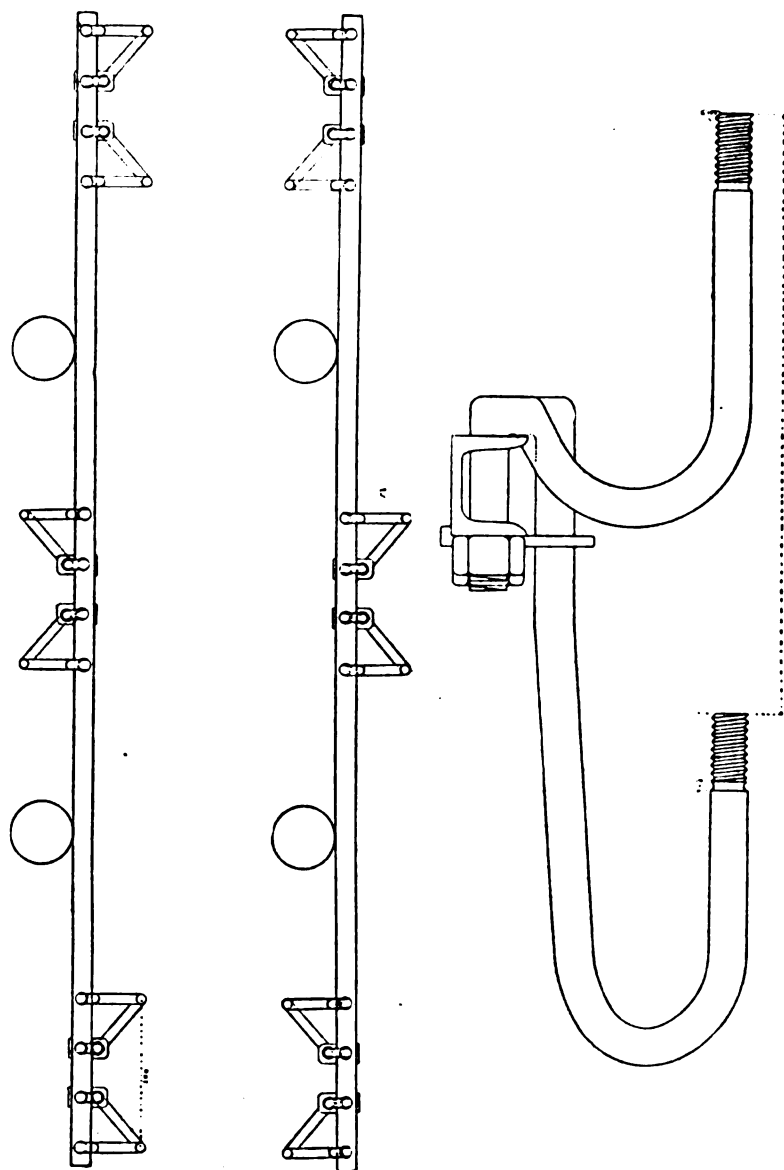


Fig. 18.

1) Passaggio d'uomo, che attualmente riesce impraticabile perchè di soli 30 cm di ampiezza, portato a ben 66,5 cm, e cioè oltre al doppio, con che vien data agli agenti libertà completa di manovra a qualsiasi altezza ed in qualsiasi punto del palo.

3) Bicoppie telefoniche nettamente distinte le une dalle altre, per modo che ove gli incroci dei vari fili di ciascun quadrato, vengano eseguiti mediante successive rotazioni ad elica dei fili stessi, nessun errore è possibile nella relativa posa, ogni quaterna costituendo gruppo a sè, verificabile anche in lontananza.

4) Ove si ritenga che dei 48 fili della fig. 24, 16 di quelli posti alle estremità delle traverse appartengano a circuiti telegrafici secondari, da diramarsi dopo breve percorso e perciò da non disporre ad incrocio, mentre i rimanenti 32 debbano invece costituire delle bicoppie telefoniche, si vede che questi ultimi dan luogo ad otto diversi gruppi, non solo distinti l'uno dall'altro, ma anche suscettibili di essere a quattro gruppi ruotati e cordati insieme, alla stessa guisa dei conduttori ad unico filo. Al riguardo devesi tuttavia rilevare come gli studiosi di questioni telefoniche ritengano praticamente utilizzabili i soli circuiti combinati di prim'ordine (bicoppie, risultanti dalla combinazione di due circuiti ordinari): gli accorgimenti per la relativa messa in opera, potranno quindi ridursi a quelli concernenti l'opportuna scelta dei punti di esecuzione degli incroci, ed il vario modo di realizzare gli incroci medesimi.

5) Sostegni disposti per modo che gli isolatori risultino liberi nello spazio, e quindi in condizioni di perfetta efficienza.

6) Poichè tutti i bracci curvi adoperati non risultano totalmente rigidi, ma alquanto flessibili sotto sforzi adeguati, essi cedono in caso di squilibrio fra le tensioni delle due catenarie adiacenti, alleviando così il carico del filo maggiormente sollecitato, ed eventualmente impedendone anche la rottura.

Presso nessuna Amministrazione è oggi utilizzata l'elasticità dei bracci porta-isolatori per ridurre le eccessive tensioni dei fili di linea.

7) In caso di abbondante caduta di neve, questa nel telaio costituito dalle attuali larghe traverse, dai voluminosi isolatori e relativi sostegni, trova una ossatura di facile presa e di sollecito riempimento, fino a costituire un sol blocco. Con gli isolatori liberi nello spazio invece, e con le traverse strette e distanziate di ben 600 mm, i depositi di neve o vengono impediti o resi di gran lunga meno stabili e durevoli.

8) I puntelli delle coppie dei pali, possono essere applicati assai più in alto che nell'armamento attuale, in ragione della notevole maggior distanza, internamente alla coppia, dei conduttori dal palo puntellato.

9) Realizzazione di un'economia di due traverse su sei, pari cioè al 33 %.

10) Realizzazione sulla traversa di sostegni disposti secondo quadrati sufficientemente perfetti, senza bisogno di organi speciali.

*

I bracci curvi per l'esposto armamento distanziato in piano orizzontale, consistono in tondino di ferro omogeneo, spezzettato a trancia e curvato a freddo sotto pressa: per essi può dunque ripetersi

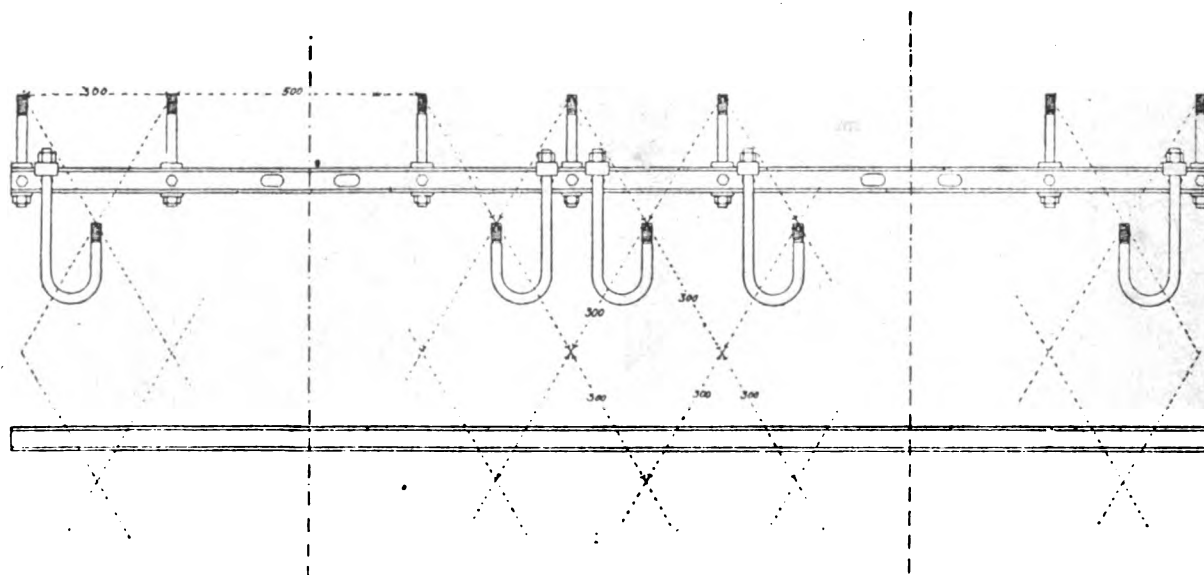


Fig. 19.

2) Libertà completa degli agenti nei riguardi di ognuno degli isolatori in opera, trovandosi questi grandemente separati e distanziati in ogni senso l'uno dall'altro, mentre attualmente l'accesso agli isolatori più lontani dai pali, resta intralciato da quelli più vicini.

tutto quanto già è detto nello «Schema» circa il costo della lavorazione, e può del pari concludersi che in confronto dei bracci oggi in uso, l'aumento della materia prima richiesta, viene compensato dall'economia nella mano d'opera di preparazione e finitura dei pezzi.

In merito quindi deve rilevarsi solo che raramente nella meccanica delle costruzioni, si hanno esempi di risultati tanto cospicui, ottenuti con organi elementari tanto semplici.

in discorso, la quale varia da un minimo di cm 8 ad un massimo di cm 9,5

Ritengo comunque che nei climi caldi come in Italia, sia con

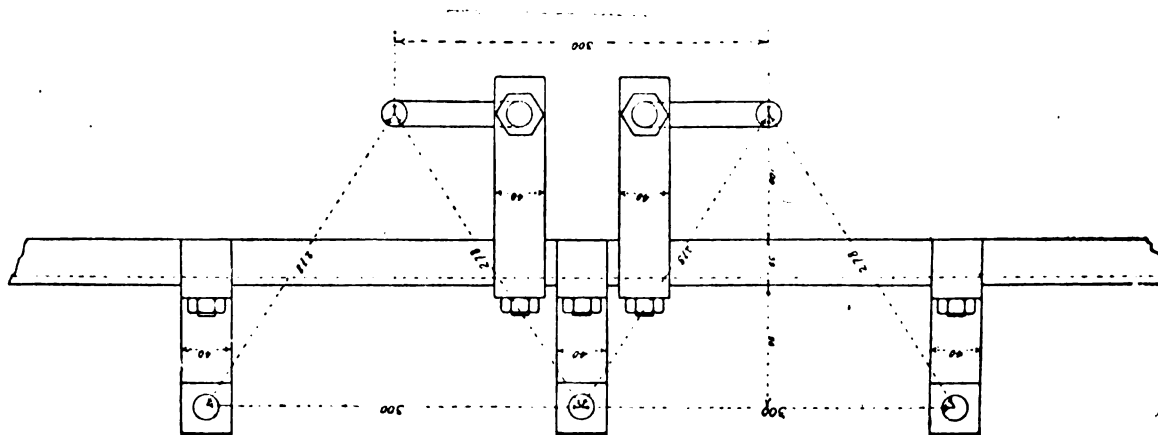


Fig. 20.

*

Nelle figure 19, 20, 21, 22, 23, si vede come i dispositivi di cui più su è cenno, debbano esser variati per quelle specialissime linee costiere, maremmane ovvero esposte ad esalazioni acide, per le quali si ritenga necessario di ricorrere all'isolamento supplementare dei bracci porta-isolatori, di cui si è parlato nell'«Appendice allo Schema». Poichè le figure, semplicissime, non han bisogno di chiarimenti, in merito debbesi soggiungere solo che i bracci di cui trattasi possono essere disposti sia a rombo, sia a quadrato, secondo la posizione che per essi vien stabilita sulla traversa.

*

Tutto quanto precede, riguarda la disposizione dei sostegni ai

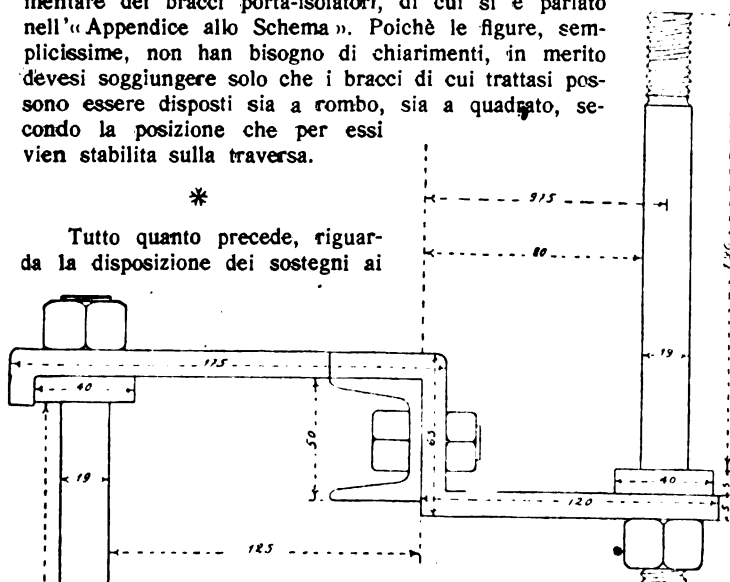


Fig. 21.

fini della facile pulizia e ventilazione dei pezzi. Ma il medesimo scopo deve esser tenuto presente anche nel tracciare la sagoma dell'isolatore e più precisamente dei suoi vani interni, ove è indispensabile che la circolazione dell'aria riesca quanto più è possibile attiva, per asportare automaticamente i corpi estranei che ivi possono trovarsi.

A tale intento occorrerebbe che le campane fossero molto larghe ed aperte ad imbuto, ma a ciò si oppone la stessa concezione teorica dell'isolatore, secondo la quale tal pezzo dovrebbe invece riescire quanto più stretto è possibile, per ridurre la larghezza della zona superficiale conduttrice, interposta tra il filo di linea ed il braccio porta isolatore. Tra così opposte esigenze, solo la pratica può stabilire, specie in rapporto al clima dei luoghi di impiego, quale debba essere il diametro da adottare. Nei tipi di isolatori in uso, si hanno i seguenti diametri massimi, esternamente al pezzo:

isolatore tipo italiano	m/m	91,
» » austriaco	»	80,
» » germanico	»	86,
» » inglese	»	80,
» » francese	»	94,
» proposto ordinario	»	93.

Come vedesi, nei modelli adottati dalle varie Amministrazioni, non si ha grande differenza nemmeno nei riguardi della dimensione

sigliabile di non esigere per l'isolatore un isolamento superficiale teorico altissimo, che presto sarebbe ridotto a cifra ben modesta, e di preferire invece valori meno elevati, ma più stabili sotto le intemperie, favorendo l'aereazione del pezzo. In base a tali concetti, si è disegnato il proposto tipo ordinario, fig. 8, la cui larghezza stabilita in 93 mm, risulta ancora inferiore a quello dell'isolatore francese e di molti esemplari del tipo italiano, che non di rado raggiungono il diametro anche di m/m 95.

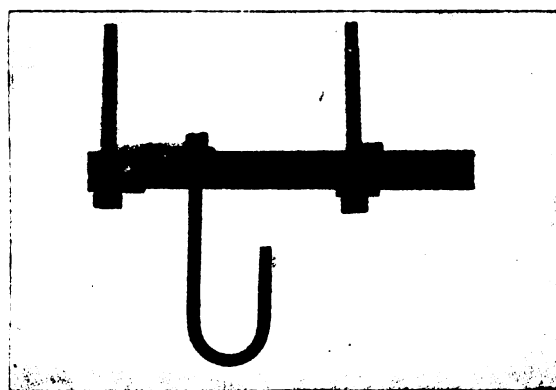


Fig. 22.

Per favorire l'aereazione dell'isolatore, riesce poi utile, come del resto si è fatto nella fig. 8, che i relativi vani interni, oltre alla maggior larghezza possibile, abbiano pure pareti rettilinee, aperte ad imbuto verso la bocca del pezzo; che inoltre anche i bordi siano internamente profilati a piano inclinato e cioè pur essi svasati ad imbuto, secondo il tipo inglese. Ciò per favorire e guidare l'afflusso

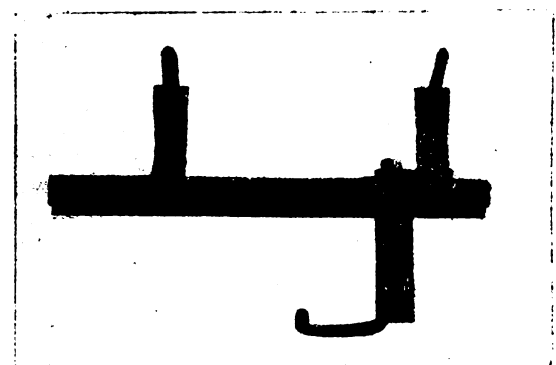


Fig. 23.

d'aria fino in fondo alle campane. Inoltre col restringere il bordo terminale della campana, si determina la raccolta dell'acqua proveniente dalle parti superiori, entro spazio limitato, e quindi se ne facilita prima la formazione a gocce e poi la caduta, ciò che in definitiva conduce a facilitare il prosciugamento dell'isolatore. La larghezza delle menzionate cavità, non può naturalmente essere grande a piacere, essendo essa limitata non solo dal diametro massimo dell'isola-

tore, ma anche dalla necessità imprescindibile di dare alle campane, e specie a quella esterna esposta a colpi ed urti, il massimo spessore possibile. Come vedesi anche qui si è di fronte ad esigenze opposte; sarà quindi particolarmente utile tener conto degli spessori adottati

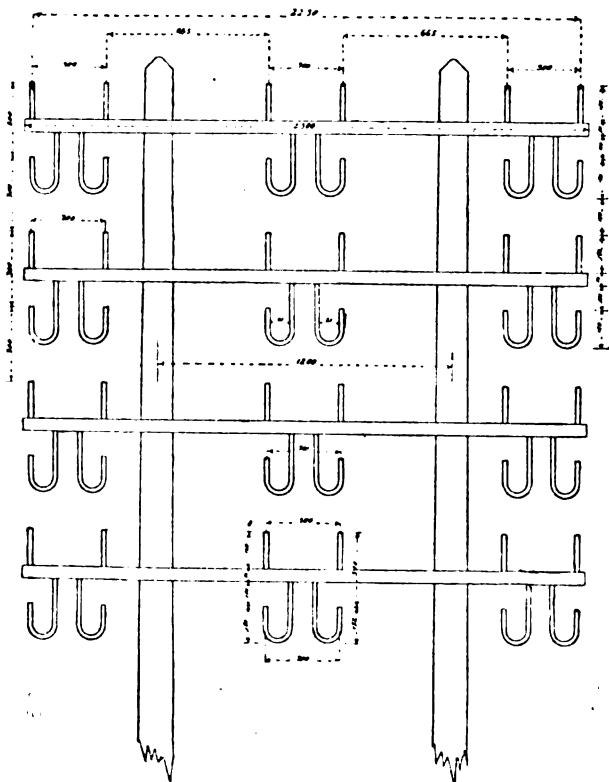


Fig. 24.

in pratica dalle diverse Amministrazioni, nei seguenti punti dell'isolatore:

- a) presso all'attacco della campana esterna col corpo dell'isolatore;
- b) presso alla bocca della campana esterna;
- c) presso all'attacco della campana interna col corpo dell'isolatore;
- d) presso alla bocca della campana interna;
- m) a metà distanza tra a) e b).

A tal riguardo si ha:

	a)	m)	b)	c)	d)
Isolatore tipo italiano m/m.	8	13	8	5,5	5
» » austriaco »	12,5	10	7,5	5	5
» » germanico »	14	10,5	7	5	5
» » inglese »	11	10	9	7	6,5
» » francese »	13	11	9	7	6
» proposto ordinario »	13,5	10,5	7	8,5	5,5

Risulta quindi che buona parte degli isolatori usati in Europa, hanno la campana esterna con sezione eguale a quella dei solidi di uniforme resistenza alla flessione; le campane interne risultano invece o cilindriche od a lievissima conicità.

Nei riguardi delle linee italiane, in vista del gran numero di rotture verificatesi, converrà attenersi nel progetto di un nuovo isolatore, ai valori più alti tra quelli riconosciuti praticamente necessari.

Infine perchè negli isolatori si abbia sempre una zona più delle altre asciutta, converrà che in un nuovo progetto, la campana interna risulti molto rientrante, e cioè disposta per modo che più difficilmente essa possa esser raggiunta dalle acque piovane e dalla umidità delle nebbie cadenti.

(continua).

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

:: SUNTI E SOMMARI ::

CONDUTTURE.

L. COHEN — **Oscillazioni elettriche sulle linee.** (Sc. Abs. Sect. A. 25 giugno 1923, Vol. 26, pag. 393 e Frank. Inst. J., gennaio 1923, pag. 45).

In qualunque ramo dell'elettrotecnica ha una grande importanza la nozione dei fenomeni transitori di carattere oscillatorio, che si manifestano nei circuiti elettrici durante lo stabilirsi della condizione di regime. Per esempio nei cavi telegrafici sono codesti fenomeni che determinano il limite massimo di velocità raggiungibile nella trasmissione dei segni; nelle linee di trasporto di energia i fenomeni transitori che si manifestano all'aprirsi o chiudersi dei circuiti, od all'effettuarsi di qualsivoglia cambiamento nel loro regime normale, possono assumere valori tali da produrre effetti disastrosi. Questa specie di fenomeni è però talmente complessa da non potersi con facilità sottoporre ad indagini sperimentali, di modo che la sola analisi matematica è in grado di offrirci i mezzi adeguati per lo studio di essi.

L'Autore si serve infatti dei metodi espositivi e dimostrativi dell'Heaviside per ottenere simultaneamente i valori a regime e quelli transitori della tensione nonché la distribuzione della corrente lungo una linea nella ipotesi che resistenza, induttanza, reattanza di capacità e conduttanza di dispersione siano uniformi in tutto il circuito. Suppone inoltre che un capo di questo sia connesso colla terra, mentre all'altro capo viene applicata una f. e. m. conosciuta. Premesse tali ipotesi risolve due casi: 1) che la f. e. m. sia sinusoidale come, in generale, sulle linee di trasporto di energia; 2) che essa sia invece continua come nelle linee telegrafiche. Considera poi il problema di un cavo transoceanico in cui induttanza e dispersione siano trascurabili, e lo risolve per ambedue le condizioni testè enunciate. I risultati ai quali perviene l'A in questo suo studio essenzialmente matematico, sono suscettibili di una larga generalizzazione includendo essi, come casi particolari, le ben note soluzioni già date dal Kelvin.

A. Me.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

R. MESNY — **Generazione di oscillazioni polifasi ad alta frequenza per mezzo dei tubi elettronici.** (R. G. E. 1923 - Vol. XIII, N. 24, pag. 1001. - Comunicazione presentata il 18 maggio 1923 alla Soc. Franc. de Physique).

Se con n triodi si realizza un impianto avente una simmetria geometrica di ordine n esso dev'essere capace di dare origine, in condizioni convenienti, ad un insieme di oscillazioni polifasi di un ordine per lo meno eguale ad n . Codesta proposizione è evidente a priori, ma ciò che non è altrettanto evidente è la stabilità di funzionamento di un sistema siffatto, mentre d'altra parte la instabilità equivarrebbe alla impossibilità di una sua applicazione pratica. La verifica della stabilità fu eseguita su di un impianto a tre triodi i cui filamenti venivano alimentati in parallelo sotto una tensione di circa 5 V. I tre anodi erano connessi ad un punto comune per mezzo di tre induttanze e le tre griglie nello stesso modo, mentre l'induttanza anodica e quella di griglia di un medesimo triodo erano accoppiate magneticamente. Fra il punto comune delle induttanze anodiche ed uno dei poli della batteria dei filamenti s'intercalava una f. e. m. da 150 a 200 V. Il punto comune delle griglie era collegato direttamente ad uno dei poli della sorgente alimentatrice dei filamenti. Finalmente fra le griglie, o gli anodi, di ciascuna coppia di due triodi vicini s'inseriva un condensatore variabile il quale, insieme con le corrispondenti induttanze, veniva a costituire un circuito oscillante. Questo sistema oscilla spontaneamente in trifase quando i tre circuiti oscillatori hanno lo stesso periodo, e le oscillazioni sono stabili e si mantengono anche per differenze del 4 o 5 % fra elementi omologhi dei circuiti. Ciò permetteva di far sopportare carichi alquanto differenti ai circuiti stessi. Quando però gli scarti superavano il limite indicato si manifestavano nel sistema oscillazioni di 2 o 3 frequenze fondamentali diverse, ma appena, con opportune variazioni delle capacità o delle induttanze, si rientrava nel limite del 4 o 5 %, ritornavano ad innescarsi bruscamente le oscillazioni trifasi a frequenza unica.

L'esistenza delle oscillazioni trifasi può rendersi manifesta anche col realizzare un campo rotante con gli stessi metodi adottati nelle frequenze industriali: per esempio, coll'invitare in tre bobine, facenti fra di loro angoli di 120° , tre correnti sfasate di 120° . Una spira di filo sottile, sospesa nel mezzo di un sistema così fatto, si pone in rapida rotazione appena s'innesci la corrente trifase.

Lo stesso campo rotante può essere utilizzato nelle misure di fase ad alte frequenze. Se infatti la spira mobile si sostituisce con una bobina orientabile si può raccogliere in questa bobina una f. e. m. la cui fase dipende dalla sua orientazione e, mediante una conveniente costruzione delle bobine fisse e mobili, le variazioni di fase di codesta f. e. m. verrebbero misurate dagli angoli di cui si fa ruotare la bobina orientabile, quindi potrebbero esser lette direttamente sopra un quadrante come in un ordinario variatore di fase. Introducendo tale f. e. m. in un circuito di ricezione, in cui agisca un'altra

f. e. m. di identica frequenza e di intensità regolabile si può misurare, col metodo di zero, la differenza di fase tra la seconda f. e. m. e quella presa come origine in una delle tre bobine primarie. Il sistema sul quale si vogliono far le misure dev'essere eccitato da un elemento dello stesso impianto trifase, perchè le frequenze siano le stesse. Si ottengono così misure la cui approssimazione può superare il grado. Le applicazioni sono numerose e lo studio dello sfasamento nei diversi stadi di un amplificatore non presenterebbe difficoltà.

Il sistema può d'altra parte servire per l'emissione di campi rotanti. Se tre telai verticali, orientati a 120° l'uno dall'altro, sono percorsi da tre correnti sfasate di un medesimo angolo essi irradiano un campo rotante avente come asse di rivoluzione la verticale costituente l'asse di simmetria dei quadri. Su questo asse la polarizzazione è circolare e sopra una retta la quale faccia con esso un angolo γ la polarizzazione sarà ellittica: il rapporto degli assi dell'ellisse è uguale a $\cos^2 \gamma$ ed il suo asse minore incontra l'asse di rivoluzione. Tale campo può venire utilizzato per la determinazione della posizione di un'aeromobile rispetto al suo punto esatto di atterraggio con atmosfera molto fosca.

L'impianto indicato è un impianto tipico il quale può essere modificato entro limiti estesi conservando la sua simmetria ternaria.

A. Mc.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

H. W. BAUMGARTEN — **Relazione fra la temperatura atmosferica e l'energia consumata nelle vetture elettriche.** (E. R. J., 15 luglio 1922, pag. 77-78).

I numerosi studi fatti per ridurre il consumo d'energia nelle vetture elettriche ha portato a trovare che una notevole perdita è dovuta al peso delle vetture stesse. Per questo si tende ora a ridurre al minimo detto peso, per quanto questo provvedimento implichi una spesa considerevole, che non tutte le aziende possono sopportare.

Un sistema che ha dato buoni risultati e che è molto usato in America consiste nel controllare l'azione dei conducenti con apparecchi misuratori e registratori, non eccessivamente costosi.

Negli ultimi sette anni l'Autore ha potuto trarre dalle prove fatte notevoli risultati; e precisamente egli ha constatato che un maggior consumo d'energia del 10 al 25% è dovuto al fatto di avere freni guasti o mal equilibrati, che producono notevoli perdite per attrito.

Un problema molto interessante ci è offerto dallo studio dell'effetto della temperatura atmosferica sul consumo dell'energia per vettura-chilometro. Furono tracciate alcune serie di grafici del tipo rappresentato dalla fig. 1 in cui in ogni mese si notava giornalmente la

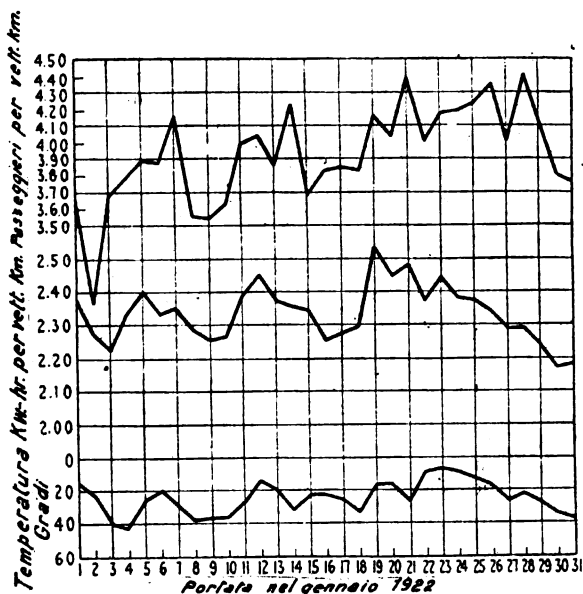


Fig. 1.

temperatura atmosferica, il consumo medio in kWh per vettura-chilometro e il numero dei passeggeri per vettura-chilometro. È molto interessante notare che il consumo d'energia dovuto all'aumento del carico passeggeri aumenta meno a bassa temperatura. Così pure le curve della fig. 2 dimostrano che l'aumento del consumo d'energia è quasi lo stesso sia per un aumento del carico a temperatura costante che per diminuzione di temperatura a carico costante.

Le variazioni del consumo d'energia con la temperatura dipendono, secondo l'A., dai metodi di lubrificazione, e precisamente la perdita d'energia a bassa temperatura è dovuta non alla quantità ma alla qualità del lubrificante e alle sue proprietà fisiche.

Usando lubrificanti di minore viscosità e facendo prove ed esperimenti a bassa temperatura le perdite d'energia prodotte dall'attrito possono venire certamente assai diminuite.

L'olio dei supporti col freddo diventa meno scorrevole, e per avere un effetto sufficiente sui cuscinetti deve essere usato in maggior quan-

tità. Inoltre vi sono alcune parti, quali tutta l'attrezzatura dei freni, che generalmente è poco e male lubrificata, ciò che causa uno sfregamento continuo dei ceppi contro le ruote, non avendo le molle la forza sufficiente di allontanarli da esse dopo la frenatura.

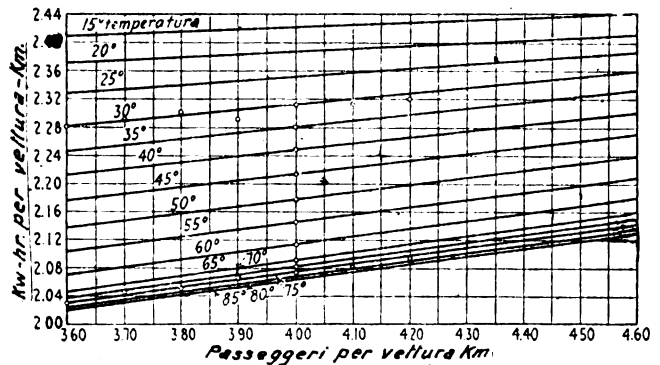


Fig. 2. — Consumo d'energia alle diverse temperature e diversi numeri di passeggeri trasportati.

L'Autore ha rilevato che questo attrito continuato produce una perdita giornaliera di 50 a 70 kWh per vettura. È perciò consigliabile mutare il sistema e il mezzo di lubrificazione, e cercare di assicurare anche per le vetture elettriche una lubrificazione abbondante e accurata come si fa oggi nel campo automobilistico.

a. r.

*

L. G. STORKVIS — **Sull'elettrificazione delle ferrovie nei Paesi Bassi.** (R. G. E., 9 dicembre 1922, N. 23, pag. 906-909).

L'Olanda possiede già fin dal 1908 una linea elettrica che va da Rotterdam all'Aia e Scheveningen, della lunghezza di 28,3 km, e alimentata con corrente monofase a 10000 V. La trazione è effettuata con vetture automotrici, disposte una in testa e una in coda del convoglio, composto di cinque vetture.

L'elettrificazione diede un tale incremento al traffico (e l'A. lo dimostra con dati numerici) da far pensare all'opportunità di rendere elettriche anche le rimanenti linee, e in primo luogo la Amsterdam-Rotterdam, via Aja, il cui traffico è molto intenso. La direzione delle Ferrovie olandesi propose ad una Commissione un questionario, allo scopo di evitare discussioni inutili, e la Commissione consigliò la corrente monofase a 15000 V e a 16 2/3 periodi. Inoltre propose di non costruire centrali apposite, ma di collegarsi alle centrali esistenti di Amsterdam e dell'Aja. Prima però di prendere provvedimenti decisivi la direzione delle ferrovie, d'accordo col Governo, nominò un'altra Commissione, che dopo aver accuratamente studiato i diversi tipi e sistemi di elettrificazione nei paesi esteri, desse un responso definitivo sul sistema da adottare in Olanda, tenendo conto che s'intendeva elettrificare tutte quante le sue linee. Le conclusioni di questa seconda Commissione non collimarono in tutto con quelle della prima, e possono essere brevemente riassunte come segue:

Le reti ferroviarie non devono avere centrali speciali, ma collegarsi alle centrali previste per l'elettrificazione generale.

Scartato a priori il sistema trifase, restò limitata la scelta fra la corrente monofase e la corrente continua; la prima fu abbandonata per il fatto che i motori monofasi, per assicurare un miglior rendimento, avrebbero dovuto essere corredati di trasformatori di frequenza e questo avrebbe senz'altro eliminato i vantaggi della corrente monofase. La Commissione si decise a consigliare la corrente continua ad alta tensione che d'altra parte aveva dato in America ottimi risultati in impianti paragonabili a quelli Olandesi. Inoltre i motori a corrente continua e le dinamo hanno un peso e un volume inferiore a quelli dei motori e dei generatori monofasi, e la corrente continua non provoca perturbazioni alle linee telefoniche e telegrafiche. I mezzi di protezione contro le perturbazioni prodotte dalla corrente alternata sono inoltre molto costosi e non sarebbero applicabili in Olanda.

Per ciò che riguarda la centrale di produzione, l'inferiorità della corrente monofase è ancor più sentita: per ottenere 16 2/3 ~ le turbine non avrebbero dovuto fare più di 1000 giri al minuto, il che limita la potenza delle unità a 6000 o 8000 kW, se si vogliono evitare dimensioni eccessive. Invece con 50 periodi le unità possono girare a 3000 giri e sorpassare senza difficoltà i 15000 kW.

La trasformazione della corrente trifase a 50 periodi in corrente continua ha fatto notevoli progressi, e il sistema a raddrizzatore a vapori di mercurio si presenta assai economico. Inoltre l'industria olandese è in grado di fornire se non subito, almeno in seguito il materiale per la corrente continua più facilmente che non quello per la corrente monofase.

L'elettrificazione del primo tratto (Amsterdam-Haarlem-Leida-Aja-Rotterdam) verrà dunque effettuata a corrente continua a 1500 V ai morsetti dei motori e a 3000 V al filo di contatto, con treni a due automotrici, ciascuna delle quali avrà quattro motori di 200 HP.

Questo tratto sarà alimentato da due centrali: una situata ad

Amsterdam che fornirà 60 milioni di kW-h e una presso l'Aja (Leidschendam) che fornirà 10 milioni di kW-h.

Le decisioni relative alle altre linee verranno prese dopo che questo primo tronco di linea sarà finito.

L'A. fa un rapido accenno ai progetti di elettrificazione delle Indie Olandesi: poichè in questi paesi, a diversità che in Olanda, ci sono importanti cadute d'acqua, l'elettrificazione verrà studiata in questo caso sotto altri punti di vista e probabilmente verrà adottato il sistema monofase.

a. r.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

ASSOCIAZIONI, CONGRESSI, ECC.

Conferenza internazionale per le reti ad altissima tensione. — Dal 26 corrente al 1° dicembre si riunirà per la seconda volta a Parigi per iniziativa dell'Union des Syndicats de l'Électricité la conferenza internazionale per lo studio dei problemi inerenti alle grandi reti di trasmissione e distribuzione ad altissima tensione.

Come si ricorderà, la Conferenza si riunì per la prima volta nel novembre 1921 e di essa demmo a suo tempo ampia notizia (*Elettrotecnica* 1921, pag. 754).

Come già allora alla Conferenza parteciperanno i delegati delle più importanti Associazioni elettrotecniche e dei Comitati elettrotecnici dei vari paesi; ma ad essa potranno assistere quanti lo desiderano, iscrivendosi come «uditori». Nel 1921 vi furono una cinquantina di delegati ed oltre 200 uditori. La nostra Associazione ed il Comitato Elettrotecnico Italiano saranno ufficialmente rappresentati anche quest'anno.

Secondo il programma di massima, la Conferenza — per la quale sono annunciate già oltre una trentina di relazioni — si occuperà quest'anno particolarmente della costruzione delle linee, degli isolatori, delle stazioni all'aperto e di un progetto di regolamento internazionale per le linee ad altissima tensione.

Ci ripromettiamo di dare a suo tempo ampie notizie sui lavori della Conferenza.

*

Commissione elettrotecnica internazionale. — In occasione della Conferenza di cui sopra, si riunirà a Parigi il 3 Dicembre anche il Consiglio della Commissione elettrotecnica internazionale. In esso si tratterà anche della prossima riunione plenaria della Commissione che dovrebbe aver luogo la prossima primavera a Roma.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Stazioni radio in Jugoslavia. — Secondo quanto annuncia *The El.* (19-X-1923) è stata decisa la costruzione di una stazione radio a Nish e di una a Cetinje. Il materiale è stato fornito dalla Germania in conto riparazioni.

*

L'invenzione della radiotelegrafia. — Abbiamo già avuto occasione di accennare alla poco seria pretesa di alcuni Francesi di far passare il prof. Branly come inventore della radiotelegrafia e non mancammo di esporre il nostro punto di vista anche sulla questione generica di queste discussioni di priorità e di amor proprio nazionale (¹). Che tale atteggiamento sia da attribuirsi soltanto ad alcuni «chauvinistes» e non alla maggioranza degli uomini di scienza francesi è comprovato, e lo rileviamo con vivo piacere, sia da un nobile scritto del Blondel a proposito dei meriti del Calzecchi-Onesti (R.G.E. 21-IV-23, vol. 13 N. 16, pag. 649) sia dalla seguente lettera del professor Guinchant dell'Università di Bordeaux, diretta alla redazione del periodico «Radioelectricité» (vol. 4, n. 9, 15 luglio 1923, pag. 272).

«Nel numero odierno de «La France» trovo un ritratto del professor Branly con sotto la dicitura: «L'illustre inventore della radiotelegrafia». Questa leggenda creata in una certa chiesuola, lusinga il nostro orgoglio nazionale, ma costituisce una tale contraddizione alla verità, che gli uomini di scienza francesi ne sorridono, quelli stranieri ne fanno le beffe.

«Il prof. Branly, come la maggior parte di noi, ha lavorato tutta la vita con assiduità senza fare una grande scoperta. È passato vicino a una scoperta fondamentale senza vederla: questo è il solo suo titolo alla gloria.

«Il Branly studiò lungamente le azioni della scintilla elettrica sui tubi a limatura, senza sospettare che la proprietà fondamentale da lui studiata fosse dovuta a oscillazioni elettriche, a onde hertziane. Questa scoperta appartiene scientificamente ai professori inglesi Michin e Lodge.

«Da quel punto alla radiotelegrafia correva ancora un abisso: i dispositivi di Hertz, di Branly e di Lodge, con l'oscillatore orizzontale, avrebbero potuto essere resi molto più potenti, senza che la trasmissione dei segnali superasse alcuni metri.

«L'idea geniale dell'antenna, che costituisce veramente l'inven-

zione della radiotelegrafia, appartiene un poco al russo Popoff, molto all'italiano Marconi. È il fenomeno nuovo prodotto dall'antenna, che permette la trasmissione delle onde a migliaia di chilometri. Marconi utilizzò, per rivelare le onde, la scoperta fatta da Lodge sul tubo di Branly; si conoscevano da gran tempo anche altri metodi, quali la scintilla secondaria, il tubo a vuoto; il tubo di Branly (abbandonato da molti anni) è stato solo una tappa nei metodi per rivelare le onde.

«Considerare Branly come inventore della radiotelegrafia è come attribuire un monumento al cavatore del blocco di pietra».

TRAZIONE E PROPULSIONE.

L'utilizzazione delle rotaie per il circuito di comando dei segnali attraverso una galleria molto umida (*The Railway Gazette*, 11 maggio 1923, pag. 725). — L'impianto è in funzione sulla linea da Les Invalides a Versailles delle Ferrovie dello Stato francesi, la quale ha un tratto di galleria, della lunghezza di 3362 metri e con pendenza dell'8 per mille, al di sotto del bosco di Meudon. Per le difficoltà di ventilare questa galleria e di eliminare il fumo dei treni in salita, venne adottata fin dall'inizio la trazione elettrica a corrente continua, a 600 volt, con linea di contatto a terza rotaia e ritorno di corrente attraverso i binari. Il bosco determina una grande umidità nella galleria sottostante, tanto che la resistenza del ballast è appena di 65 ohm per km. In queste condizioni appariva molto difficile poter stabilire il circuito di comando degli apparecchi di segnalazione attraverso le rotaie, tanto più che alla accennata difficoltà si aggiungeva la lunghezza del tronco di circa 3600 metri ed il fatto che questo era già percorso dalla corrente continua di trazione.

Le difficoltà sono state superate con successo disponendo sulle rotaie, alle due estremità del tronco interessato speciali connessioni in risonanza di tipo affatto nuovo. Queste connessioni presentano una impedenza di 2 ohm a 25 periodi e sono previste per uno squilibrio di corrente fra le due rotaie fino a 200 ampère; condizione, questa ultima, assai gravosa. Ciascuna metà della connessione presenta una resistenza alla corrente continua di 0.000 18 ohm. I condensatori per le connessioni sono disposti presso le connessioni stesse, in cassette separate.

Il circuito dei segnali è servito da corrente alternata a 110 volt e 25 periodi la quale, a mezzo di appositi trasformatori, viene ridotta alla tensione di 10 volt ed alimenta il circuito attraverso bobine di impedenza regolabili.

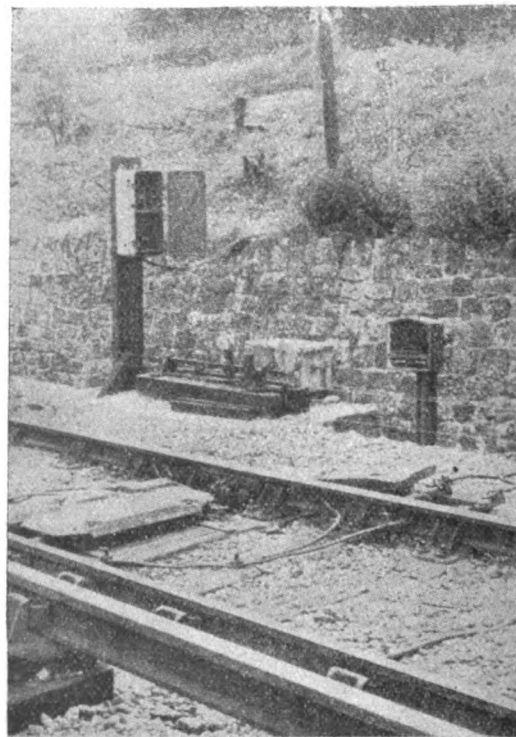


Fig. 1.

Nella figura è illustrata la disposizione d'insieme: la cassetta di sinistra contiene: nella parte superiore il trasformatore al quale arrivano i cavi a corrente alternata e nella parte inferiore la bobina di impedenza regolabile; la cassetta di destra contiene il condensatore; fra le rotaie sono visibili i cavi e la cassetta di connessione. L'apparecchiatura in basso fra le due cassette fa parte del comando meccanico delle segnalazioni. (g. a. r.)

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

(¹) *L'Elettrotecnica*, 1921, Vol. 8, N. 19, pag. 429, e N. 34, pag. 735.

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Dinamo — Milano — Capitale L. 30.000.000.

Si è tenuta l'assemblea ordinaria degli azionisti la quale ha approvato le risultanze del bilancio. L'esercizio ultimo fu ancora gravato da produzione termica e dalla necessità di ricorrere ad acquisto di energia. Tuttavia il bilancio si è chiuso con un utile netto di L. 1.835.000, sul quale si assegnano L. 91751 alla riserva ordinaria e si distribuisce un dividendo agli azionisti in ragione di L. 6,50 per azione.

Società Elettrica Alto Milanese — Busto Arsizio — Capitale L. 1.600.000.

Il bilancio si chiude con un utile netto di L. 2778.714 sul quale viene distribuito agli azionisti un dividendo di L. 14 per azione.

Società Elettrica del Pellino — Borgomanero.

L'esercizio chiuso al 30 giugno ultimo scorso, registra un utile di L. 168.174; viene ripartito un dividendo di L. 3,75 per azione.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Elettrica Bacini Montani — Livorno.

È stato deliberato di aumentare il capitale sociale portandolo da L. 100.000 a L. 1.000.000.

Società Imprese Elettriche Mambretti — Milano.

Provvede all'aumento del capitale sociale elevandolo da L. 20.000 a L. 2.000.000 mediante emissione di 1600 azioni da L. 500.

COSTITUZIONI DI SOCIETÀ.

Soc. An. Luce Elettrica Solofra — Solofra (Avellino).

Si è costituita questa Anonima con capitale di L. 150.000 per lo sfruttamento idroelettrico e industrie affini.

Società Industrie Pesaresi Elettriche SIPE — Pesaro.

Questa nuova Anonima è la trasformazione della cessata collettiva «Società Industrie Pesaresi Elettriche». Il capitale sociale è di L. 720.000 diviso in 1440 azioni da L. 500.

Italo Radio - Soc. Italiana per Servizi Radiocentrici — Roma.

Si è costituita questa Soc. Anonima per lo sviluppo dei servizi radioelettrici. Il capitale sociale è di L. 7.000.000 distribuito in 14.000 azioni da L. 500.

Soc. Forni Elettrici S. F. E. — Roma.

Questa Anonima ha per iscopo l'acquisto e lo sfruttamento di brevetti e applicazioni relative ai forni elettrici. Si è costituita con capitale di L. 250.000 diviso in 250 azioni da L. 1000.

Società Elettrica di Tremosine SET — Vezio (Tremosine).

Si è costituita per la fornitura di energia elettrica a Vazio e dintorni, col capitale di L. 77.000 in 154 azioni da L. 500. — Il capitale è aumentabile a L. 300.000.

Soc. Italo Americana di Elettricità — Roma.

In assemblea straordinaria è stato deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

* *

Nelle precedenti note, annunciando la cessazione della resistenza nella Ruhr proclamata dal Governo tedesco, e la decantata vittoria francese, esponevamo i più ambiziosi dubbi sulla portata pratica di tale avvenimento. L'andamento dei fatti nello scorso mese ha dimostrato ad esuberanza quanto tali dubbi fossero fondati.

Mentre la Germania, e molti con essa, si aspettavano una mossa francese per andare incontro alla nuova tendenza del Governo tedesco, nulla di simile si è verificato. La Francia si è limitata a prendere atto della intenzione tedesca di desistere dalle manovre ostruzionistiche nel territorio occupato, ma non ha modificato per nulla il suo atteggiamento intransigente, e la sua decisa volontà di sfruttamento a fondo dei pgni di cui si è impossessata. Il Governo tedesco ha fatto annunciare ufficialmente a Bruxelles e a Parigi di essere pronto a collaborare alla ripresa del lavoro nella Ruhr, proponendo la creazione di una Commissione che lavorasse sul luogo, e composta da rappresentanti della Germania, della Francia e del Belgio. Ma Poincaré ha fatto orecchie da mercante e non ha preso nemmeno in considerazione tale proposta. La Francia considera evidentemente che il Governo del Reich non abbia più nulla a che vedere nei territori di occupazione, e non ammette nessuna ingerenza estranea nella regolazione della situazione Renana.

La questione della ripresa del lavoro nella zona della Ruhr dovrebbe essere riservata alle dirette trattative fra Autorità di occupazione e industriali del luogo. A questo scopo infatti si intrecciò una lunga serie di colloqui e di discussioni a cui parteciparono i comandanti delle truppe francesi da una parte, e le maggiori personalità dell'industria Renana dall'altra. Nella speranza di giungere ad un accordo che permettesse la ripresa ordinata del lavoro e quindi finalmente la messa in valore del pigno, i francesi avevano anche concesso la libertà provvisoria a Krupp che, come è noto, è in arresto. Ma le trattative non sembrano approdare a nulla di positivo. L'ostacolo principale all'accordo consiste nella pretesa avanzata dalla Francia, che i salari degli operai occupati nella Ruhr nelle miniere o nelle

industrie e che oggi lavorano per la Francia, siano pagati dal Governo tedesco in conto riparazioni. Da parte tedesca si avanza la impossibilità pratica di tale operazione, in considerazione delle condizioni monetarie spaventose in cui la Germania si trova; ed effettivamente è difficile pensare quanti bilioni di marchi sarebbero oggi, e più domani, necessari per tale finanziamento. Gli industriali renani, a loro volta si dichiarano impossibilitati a pagare di tasca loro e, poichè la Francia non cede, prospettano l'eventualità di essere quanto prima costretti a proclamare la serrata. Si tratta di una massa di 550.000 minatori colle rispettive famiglie che le Autorità d'occupazione si troverebbero sulle braccia e che non potrebbero certamente espellere in massa come è stato fatto cogli impiegati ed i ferrovieri! Basta enunciare questa minaccia, per comprenderne la portata! E così avviene che anche da parte francese non si osa arrivare ad una aperta rottura.

Intanto il Governo tedesco ha avanzato un'altra mossa, che in Francia è giudicata la conclusione di tutta la manovra di rovina monetaria condotta dal Trattato di Versailles ad oggi. La Germania ricorre alla Commissione delle Riparazioni, attaccandosi ad un articolo del Trattato, e denunciando ufficialmente la propria rovina economica ed industriale, chiede che la Commissione esamini le sue capacità di pagamento, che essa dichiara ridotte a zero. È facile immaginare l'accoglienza che tale proposta incontra a Parigi.

A mandare uno spiraglio di luce fra tanto perdurare di condizioni luttuose, è venuta negli ultimi giorni la dichiarazione americana di non essere aliena dall'intervenire ad una nuova Conferenza per la sistemazione delle condizioni europee. L'accenno americano colto con giubilo in Inghilterra, e secondato prontamente in Italia, portò ad un invito ufficiale rivolto da queste due potenze all'America perchè ad una tale Conferenza si addingenga in realtà. Cosa più sgradita per la Francia non poteva probabilmente avvenire; tuttavia essa non poteva assumersi dinanzi al mondo la responsabilità di far abortire, con un rifiuto, un'iniziativa che può dare la speranza di giungere ad un assettamento di questo nostro stanco mondo. Ma il malumore della Francia è apparso così evidente, le restrizioni che all'opera della Conferenza essa intende mettere a priori sono così importanti che rimane il dubbio grave se, in tali condizioni l'America creda ancora utile di intervenire.

Il malumore della Francia nei riguardi della Conferenza è anche aggravato dal fatto che si teme che essa venga a sanare quel movimento di disgregazione della Germania che sembra essersi iniziato e nel quale la Francia pone le più grandi speranze. Nei giornali francesi si è scritto apertamente che uno sfasciamento della Germania in diversi Stati autonomi, e più specialmente la costituzione di una Renania indipendente, varrebbe più assai, per la Francia, che non tutte le riparazioni di guerra. E certamente ciò darebbe, più di ogni altra cosa alla Francia quella sicurezza dei confini che essa ha cercato prima, invano, negli accordi interalleati e poi, direttamente, nella occupazione delle rive del Reno.

Effettivamente si manifestano in Germania sintomi molteplici e gravi di dissoluzione. I separatisti renani, che fin dall'inizio dell'occupazione francese hanno intensificato le loro mene, hanno creduto giunto il loro momento per proclamare, contando sullo sfinito e la depressione morale delle popolazioni, la Renania Autonoma. In Francia si è parlato di rivoluzione di popolo stanco di essere sfruttato dalla oppressione prussiana ed anelante di liberarsi dal giogo teutonico. Quanto fosse spontaneo e profondamente radicato tale movimento si è subito visto quando, nonostante l'aperto appoggio delle Autorità militari francesi, lo sdegno popolare ha cacciato a furia di bastone gli effimeri governi autonomi che si erano costituiti nelle diverse città.

Dopo la Renania, fu la volta del Palatinato che proclamò il suo distacco dalla Baviera e la sua costituzione a Stato autonomo. Ma anche qui bastò che l'Autorità francese di dichiarasse favorevole al movimento perchè l'indignazione del popolo cacciasse di seggio i non desiderati liberatori.

Più gravi furono le rivolte comuniste ad Amburgo, energicamente soffocate militarmente, e la minaccia di secessione della Sassonia sotto un Governo social-comunista. Ma anche in Sassonia l'energico intervento militare del Governo centrale di Berlino, riuscì ad impedire più gravi conseguenze.

Ma il pericolo maggiore per l'unità tedesca è indubbiamente costituito dall'atteggiamento della Baviera. Qui hanno preso il sopravvento gli elementi ultranazionalisti che accusano di debolezza il Governo di Berlino e vogliono salvare, a modo loro, la Germania. Il Governo bavarese è giunto ad atti di aperta ribellione, come quello di vietare la riscossione delle imposte e di sciogliere le proprie truppe dal vincolo di fedeltà all'Impero. Il dissidio bavarese-prussiano, non mai scomparso anche se sopito, si rivela nuovamente in tutta la sua asprezza. Così il Governo prussiano come quello bavarese, sentono però la gravità di atti decisivi e la situazione si mantiene perciò incerta e paradossale. Solo l'avvenire potrà dire fin dove l'opera di Bismarck sia riuscita ad assorbire in una più ampia concezione della patria tedesca, i molteplici e secolari patriottismi locali. Questa è veramente la prova del fuoco della Germania!

Ma anche fuori della Ruhr e della Germania, l'Europa non sa trovare pace. È appena spenta la rivoluzione comunista in Bulgaria, che una nuova rivoluzione scoppia in Grecia contro il Governo rivoluzionaria che impera. La rivoluzione si protrasse per qualche tempo, causando delle secessioni nell'esercito e generando qualche conflitto ma fu presto limitata al Peloponneso e soffocata.

Anche la Turchia risente del contagio europeo e, con un movimento, che pochi anni or sono sarebbe sembrato assurdo a pensare, proclama la Repubblica, con a capo il condottiero vittorioso, Kemal Pascià. Siamo evidentemente nell'epoca del più esasperato nazionalismo. Tuttavia la proclamazione non è avvenuta senza difficoltà essendo stata anzi preceduta da una rivoluzione antikemalista tendente a rimettere sul trono Maometto V. Ma la rivoluzione non ebbe fortuna, per quanto appoggiata dal clero mussulmano.

In Spagna continua il Governo di De Rivera che sembra voglia informare la sua condotta a quella del Governo fascista in Italia. Ma non si riconosce intorno a lui quel fervore di adesione popolare che sola può dare autorità e prestigio ad un tale Governo. Manca alla Spagna quel tesoro di valori spirituali che l'Italia ha accumulato in quattro anni di lacrime e di sangue e che non si compra con altra moneta.

*

È certamente a deplorarsi altamente che la situazione internazionale impedisca all'Italia di risentire tutti i benefici effetti della nuova vita politica. Tuttavia, pur nelle enormi difficoltà, l'opera del suo Governo si svolge con intelligente alacrità.

Dissipate, da ben più gravi e prementi preoccupazioni, le recriminazioni per l'azione italiana a Corfù, la nostra Patria si muove con maggiore scedittezza ed autorità. Una riprova evidente se ne ebbe in Jugoslavia quando i giornali serbi, a proposito di recenti dimostrazioni croate antitaliane ammonirono gli irrequieti confratelli di non dimenticare la recente lezione della Grecia. Dalla Jugoslavia ci separa l'eterna questione di Fiume che sembra sempre prossima alla soluzione e non la raggiunge mai. A questo proposito il mese decorso non sembra aver fatto avanzare la situazione di gran che, almeno apparentemente. Tuttavia è continuato il fervido scambio di conversazioni fra le ambasciate, e si riparla con maggiore insistenza di un prossimo incontro dei primi Ministri italiano e serbo. Un sintomo di miglioramento nella situazione può essere desunto dal fatto che il Governo jugoslavo ha ordinato la ripresa delle comunicazioni ferroviarie con Fiume, da tempo interrotte. A Fiume continua l'opera di ricostruzione e assestamento condotta dal generale Giardino, ma è evidente che il problema locale non può essere risoluto finché non lo sia la questione internazionale.

Si annuncia prossima la visita della Famiglia Reale di Spagna, in Italia. Sembra che le simpatie tradizionali di cui il nostro Paese ha sempre goduto nella Penisola Iberica si siano fatte più vive sotto il nuovo regime. È superfluo mettere in evidenza l'influenza politica ed economica che potrebbe avere per i due Paesi una più stretta collaborazione. Sono cominciate le trattative per il nuovo trattato di commercio e si spera che i lavori possano essere condotti sollecitamente a termine.

All'amicizia spagnuola si appoggia intanto l'Italia nella questione di Tangeri. È noto come la Statuto di questa città sia per essere definito in una Conferenza fra le Nazioni interessate. A questa Conferenza dovrebbero partecipare, la Francia, l'Inghilterra e la Spagna. Secondo la Francia, l'Italia ne dovrebbe rimanere esclusa in virtù di accordi che sarebbero intervenuti all'epoca della occupazione della Tripolitania. Ma questo non è il parere del Governo italiano il quale non intende essere messo da parte in una questione che può avere grande importanza nei rispetti dell'equilibrio mediterraneo. Il Governo italiano ha perciò avanzato domanda di essere ammesso alla Conferenza, ed è noto che la sua domanda è caldeggiata dalla Spagna ed anche dall'Inghilterra. La tesi italiana della porta aperta, coincide con quella inglese e spagnuola ed anche con quella americana, mentre urta contro la tesi della Francia che tende a stabilire il proprio predominio. La questione è tutt'ora aperta.

Qualche agitazione solleva nei nostri ambienti industriali l'andamento delle trattative per il Trattato di Commercio colla Ceco-Slovacchia. Le importazioni dalla Ceco-Slovacchia in Italia superano assai le nostre esportazioni in quel Paese e per di più, quelle sono in gran parte costituite da merci che vengono anche prodotte dall'industria nazionale. La Confederazione dell'Industria ha richiesto al nostro Governo di soprassedere alle trattative, ed in ogni caso che si ottenga che ogni eventuale nuova concessione da parte dell'Italia sia ripagata con facilitazioni fatte ai prodotti nostri in Ceco-Slovacchia. Questa Nazione gode già in Italia della clausola della Nazione più favorita, ed ogni ulteriore concessione potrebbe danneggiare notevolmente la nostra industria.

È giunto a Roma il Ministro degli Esteri bulgaro, Kalkoff, il quale compie un giro per le Capitali d'Europa per perorare la causa del suo Paese ed esporre le direttive del nuovo Governo. Assicurando che la volontà di pace e di legalità è grande in tutta la Bulgaria, il Ministro mise in rilievo la possibilità di collaborazione fra il suo Paese ed il nostro. La Bulgaria è essenzialmente agricola mentre non ha quasi industria. L'Italia potrebbe trovare in Bulgaria uno sbocco importante dei suoi prodotti manufatti ed anche un campo d'azione non trascurabile per i propri tecnici. La vicinanza dei due Paesi dovrebbe facilitare assai l'intensificarsi di rapporti commerciali e finanziari. Come è noto, già attualmente il capitale italiano non è assente in Bulgaria. A proposito della affermata volontà del nuovo Governo bulgaro di mantenere osservanza ai Trattati, bisogna ricordare che il 2 ottobre, la Bulgaria effettuava alla Commissione delle Riparazioni un versamento di 2.500.000 franchi oro.

El minate alcune difficoltà, sorgenti da privilegi accaparratisi dalla Francia, si stanno per riprendere le trattative fra l'Italia e la Fin-

landia per un Trattato di commercio. Si ritiene che non si incontreranno ulteriori difficoltà per la conclusione delle trattative.

Abbiamo altra volta accennato alle simpatie godute dal nostro Paese nel lontano Afganistan ed abbiamo dato notizia di iniziative industriali italiane e di concessioni ottenute. L'Emiro di quel Paese è un grande amico dell'Italia ed ammiratore dell'On. Mussolini al quale ha anche inviato un messaggio. Si ha ora notizia che parte per l'Afganistan un gruppo di quattordici ingegneri e di venti medici italiani che saranno assunti in servizio da quel Governo. Gli ingegneri saranno particolarmente adibiti alla costruzione di strade, ponti e opere pubbliche, mentre ai medici sarà affidato lo studio del complesso di questioni di indole igienica e sanitaria che interessano quel Paese. E questa una nuova brillante affermazione italiana nel lontano Oriente.

Anche nell'Arabia si ricorda con compiacenza come l'Italia sia stata la prima a stendere la mano al Governo della nuova Arabia, ricevendo il suo rappresentante. Questi, giunto a Roma, ha chiarito in una intervista le ragioni e le opportunità di più stretti rapporti fra le due contrade. Secondo il Ministro arabo vi sono nella sua Patria, vastissime regioni adatte alla colonizzazione, costituite da terreni fertillissimi e nei quali l'irrigazione sarebbe facilissima. L'Arabia esporta già ora cotone e cereali; ha miniere importanti di metalli e giacimenti di carbone e di petrolio. D'altra parte essa manca di prodotti industriali che potrebbero essere forniti dall'Italia. Si aprirebbe così, secondo le vedute del Ministro arabo, un largo campo alla reciproca attività dei due Paesi.

Il bisogno di espandere in più larghi limiti la propria attività è sentito sempre più dall'Italia, che ha visto in seguito alla guerra mondiale chiudersi molti dei suoi sbocchi tradizionali e migliori, e sente la minaccia degli incombenti trust in formazione per le materie prime. Si è parlato più volte di un interessamento italiano al Messico. Ora si ha notizia di una missione commerciale ufficialmente inviata in quella regione dal nostro Governo. La missione è affidata ad Ezio Garibaldi che ha del Messico una profonda conoscenza e vi gode di una notevole autorità personale.

La questione delle materie prime è tanto più urgente per noi data la caotica situazione tedesca che si ripercuote sulle forniture in natura per conto riparazioni. Nel primo semestre dell'anno in corso, l'Italia ha ricevuto dalla Germania un totale di riparazioni ammontante a 338.621.000 marchi oro, di cui 305.336.000 per prestazioni in natura. Questa somma grandemente inferiore a quella ottenuta dalla Francia, dall'Inghilterra e dal Belgio, non è però gravata dalle forti spese che quelle Nazioni hanno dovuto fare per i loro eserciti di occupazione. Si calcola che al netto, l'Italia abbia ottenuto più degli altri alleati. Le consegne di carbone hanno però risentito fortemente dell'abbandono del lavoro nella Ruhr; tuttavia le condizioni sono andate gradatamente migliorando. Nel settembre si sono ottenute circa 145.000 tonnellate. Nei primi giorni dell'ottobre si sono raggiunte le 7000 tonnellate giornaliere ciò che fa sperare in un risultato mensile superiore a quello precedente. Ma è evidente che l'Italia non ha alcun interesse ad appoggiare le tendenze imperialiste francesi e a favorire lo smembramento della Germania, che facendo scomparire la persona del debitore, farebbe egualmente dileguare le riparazioni, precisamente come è avvenuto per le riparazioni austriache!

*

È stata pubblicata una relazione stesa dal Ministro dei Lavori Pubblici, on. Carnazza, sul primo anno del suo lavoro a quel Dicastero. La relazione fa notare come l'attività del Ministero dei Lavori Pubblici sia stata necessariamente contenuta dai limiti imposti dalle esigenze di bilancio e dalla politica di ferrea economia introdotta dal nuovo Governo.

Si è potuto tuttavia dar corso a lavori urgenti in varie parti d'Italia per un valore complessivo di L. 1.243.020.300. Si comprendono in questa cifra i lavori eseguiti a cura diretta del Ministero o mediante concessioni; ne sono però escluse le ferrovie. Regionalmente i lavori stessi sono così distribuiti: per l'Italia settentrionale L. 449.273.000; per l'Italia Centrale L. 315.141.000; per l'Italia Meridionale e per le Isole L. 478.606.000.

Alle cifre esposte si devono aggiungere ancora L. 33.038.000 per lavori eseguiti a cura degli Enti locali e sussidiati dallo Stato.

Sono poi pronte le istruttorie e i progetti per opere ammontanti a L. 175.920.000 nell'Italia Settentrionale e L. 120.275.500 per la Centrale, mentre sono riservate all'Italia Meridionale e Insulare L. 528.216.000. Si tratta quindi di un complesso di opere di prossima esecuzione per L. 823.411.500, dei quali oltre la metà sono destinati al Meridionale ed alle Isole. Si aggiungano L. 62.554.200 per opere da eseguire da Enti locali col sussidio dello Stato.

È stata autorizzata l'esecuzione di lavori ferroviari per lire 205.447.000 e ne sono stati concessi per L. 129.600.000. Vi sono in istruttoria ed in studio costruzioni ferroviarie per altri 200 milioni.

Per quanto riguarda gli impianti di sfruttamento di forze idrauliche sono state accordate, dal novembre 1922, ben 134 concessioni che rappresentano una potenza utilizzata di 667.000 HP. Sono poi in corso di istruttoria altre 272 domande per una potenza complessiva di oltre un milione di HP. La potenza suddetta di concessioni accordate supera notevolmente la media degli anni precedenti.

Sempre secondo la Relazione del Ministro Carnazza, si sono date concessioni per bonificare 394.749 ettari di terreni malsani e

improduttivi e vi sono in istruttoria concessioni per altri 274.279 ettari.

La relazione ricorda poi anche quanto è stato fatto o stabilito per la sistemazione dei Porti, e di cui abbiamo dato altra volta notizia.

La relazione del Ministro, che ha provocato le felicitazioni dell'on. Mussolini, prospetta certamente un quadro di lavori grandioso, cui si può guardare con legittima compiacenza anche se possa essere criticato nei suoi dettagli.

Una innovazione importante nella vita finanziaria dello Stato, è quella introdotta dall'on. De Stefani colla pubblicazione mensile della situazione del bilancio. Si potrà così avere sott'occhio l'andamento degli accertamenti delle entrate e degli impegni di spese in relazione al preventivo. Non vi ha dubbio che questa pubblicazione mettendo a più diretto contatto col pubblico la responsabilità di ogni Dicastero nell'aggravio totale dello Stato eserciterà una influenza notevole e benefica nel trattenere i Ministri dall'oltrepassare i limiti del preventivo.

La prima di queste situazioni ora pubblicata riguarda il primo trimestre dell'esercizio in corso. Si nota per le entrate effettive un maggiore accertamento per 228 milioni, in confronto al preventivo. Tale accertamento potrebbe essere notevolmente migliore se il capitolo delle entrate effettive straordinarie non presentasse un minore accertamento per L. 116.356.153 a causa delle minori quantità di materiale ottenuto in conto riparazioni. Gli impegni a carico dell'intero esercizio lasciano una disponibilità di 2163 milioni sul preventivo per spese ordinarie e 419 milioni per le straordinarie.

Complessivamente confrontando le entrate complessive accertate cogli impegni di spese del trimestre si verifica un disavanzo effettivo di 469 milioni, notevolmente inferiore a quello previsto in 654 milioni.

La vigile opera di difesa del bilancio che viene compiuta dal Ministro De Stefani merita indubbiamente il più alto consenso. Essa si esplica anche colle provvidenze legislative tendenti a rinforzare l'opera e l'autorità della Corte dei Conti, e nella nuova nomina di Commissioni di vigilanza sugli impegni delle spese assunti dai vari Ministeri per contenerli nei limiti del preventivo.

Continuano i recuperi da parte dello Stato nella revisione dei contratti per vendite di materiali residuati di guerra. Il Commissariato per l'Aeronautica ha terminato la revisione per la parte che lo riguarda. Come conseguenza di tali operazioni si annuncia che lo Stato ha recuperato in denaro liquido e in materiali un valore complessivo di circa 48 milioni.

L'on. Acerbo ha tenuto a Bologna, in occasione dei festeggiamenti per la ricorrenza della marcia su Roma, un importante discorso sull'opera svolta dal Governo fascista nel primo anno della sua attività. Il discorso, oltre l'esposizione dei provvedimenti legislativi intesi alla ricostruzione materiale e morale del Paese, riafferma che la severa opera di revisione dei bilanci ha permesso di realizzare una economia di oltre 1500 milioni nell'anno, pur dando esecuzione al notevole programma di lavori pubblici sopra esposto.

È stato emesso un miliardo di Buoni del Tesoro novennali, destinati a provvedere al rimborso o alla sostituzione dei Buoni triennali o quinquennali ora scadenti, ed anche sostituire Buoni del Tesoro ordinari. I nuovi buoni vengono emessi a 99.50 con prima cedola scadente il 15 novembre. Non vi ha dubbio che il miliardo sarà largamente coperto.

Le diminuite consegne di materiale, e specialmente di carbone, in conto riparazioni ha influito sull'andamento della nostra bilancia commerciale nel periodo 1 novembre 1922 al 30 agosto 1923. Infatti, contrariamente a quanto le notizie del primo periodo dell'anno facevano sperare, si nota un peggioramento di 185 milioni in confronto all'anno precedente. Questo fatto è dovuto esclusivamente dalla minore consegne di riparazioni; infatti nel periodo suddetto la Germania ci ha consegnato in conto riparazioni circa 912.000 tonnellate di carbone in meno rispetto al corrispondente periodo dell'anno precedente; questo quantitativo, ad un prezzo di L. 225 per tonnellata, importa ben 200 milioni di lire.

Nei sei mesi che vanno dal 1 novembre 1922 al 31 agosto 1923, le importazioni hanno raggiunto un totale di 14.700 milioni contro 13120 dell'anno precedente, nel corrispondente semestre. Le esportazioni aumentarono a L. 8572 milioni contro 7173 milioni del periodo precedente. L'incremento del traffico, che nel complesso manifesta un aumento del 15 per cento, è una riprova della ripresa economica ed industriale. Si noti poi che l'incremento delle importazioni è specialmente dovuto alle materie prime. Infatti, sempre nel semestre suddetto, si sono importati, in più del del corrispondente semestre dell'anno precedente, 416.500 quintali di cotone, 147.531 tonnellate di rottami di ferro, 15.000 tonnellate di ghisa, ecc. Lo sbilancio commerciale complessivo nel semestre indicato ammonta a 6132 milioni.

L'Ufficio statistica del Ministero dell'Economia Nazionale ha pubblicato i dati definitivi sulla produzione del frumento nell'anno. I risultati sono anche migliori delle previsioni risultando una produzione di 61.191.000 quintali, contro 43.992.000 dell'anno precedente e contro una media dodicennale 1910-1921 di 46.972.000.

Buone notizie vengono anche dalle colonie. Nello scorso anno venne fondata a Bengasi una Società «Unione Italo-Araba» per la messa in valore della Cirenaica. La Società annuncia ora i suoi primi risultati veramente notevoli. Venne compiuta la bonifica della vasta oasi di Guargia nei pressi di Bengasi; la Società si assicurò oltre 45.000 ettari di terreno che va gradatamente valorizzando; pos-

siede un patrimonio zootecnico di 1700 capi. La Società si propone di intensificare la sua opera dando finalmente principio ad una vera colonizzazione della Cirenaica, la più promettente fra le nostre colonie. Anche in Tripolitania continua l'opera di colonizzazione, ora che le operazioni brillanti delle truppe hanno assicurato la necessaria tranquillità. Il territorio di Zuara, teatro più volte di sanguinosi eventi militari, rinasce a nuova vita; i vasti terreni sono coltivati, il patrimonio zootecnico è in largo aumento, un notevole programma di lavori pubblici è in parte eseguito, in parte in sviluppo. Si può sperare in una graduale per quanto lenta messa in valore di queste nostre colonie Mediterranee che già tanti sacrifici hanno costato alla Nazione.

La ricorrenza della marcia su Roma e dell'avvento al potere del Governo fascista, ha dato luogo in tutta Italia a manifestazioni di patriottismo e di fede nei destini della nazione, che sarebbe parso vano sperare prima dello storico avvenimento. Lo spettacolo di concordia e di giovanile energia che dà il nostro Paese, è segno sicuro del suo progredire e del suo affermarsi. La stampa straniera ha largamente esaminata la vita italiana in quest'ultimo anno, ed è stata unanime nel riscontrare i meriti del Governo fascista nella rinascita nazionale, e nel mettere in rilievo i germi di grandezza e di prosperità che, pur nella tristezza generale dei tempi e delle cose, innegabilmente appaiono in Italia.

Della giustezza di tale riconoscimento non è certa da dubitare, per chi ha presente come esso avvenga in un momento in cui l'atmosfera politica europea non è certo affetta da eccessiva italo-filia.

*

Il mondo economico europeo è stato per qualche tempo messo in allarme dalla notizia che il Governo britannico avrebbe progettato, per mettere rimedio alla piaga della disoccupazione, di procedere ad una inflazione monetaria. Secondo i propugnatori di tale politica di inflazione, fra i quali si contano economisti del più alto valore, come il Keynes, una delle principali cause dell'attuale ristagno delle industrie e della conseguente disoccupazione che affligge l'Inghilterra sarebbe dovuta alla politica fino ad ora seguita per riportare la sterlina alla parità coll'oro. L'aumento della capacità di acquisto della sterlina significa diminuzione di prezzo delle merci e quindi pericolo di vendere domani in perdita ciò che si produce oggi: ne viene che gli industriali si astengono dal produrre. Colla inflazione si produce il fenomeno inverso, dando sicurezza di vendere con profitto e quindi dando impulso alla produzione ed alla richiesta della mano d'opera.

Il progetto di inflazione era appoggiato vigorosamente dalla Federazione della industria Britannica.

La piaga della disoccupazione è effettivamente assai grave in Inghilterra, e si fa più pericolosa coll'aprossimarsi della stagione invernale. La cifra ufficiale dei disoccupati è di 1.246.200 oltre a 72.000 operai lavoratori a giornata ridotta. Ma l'organizzazione dei combattenti inglesi fa salire la cifra dei disoccupati a più di due milioni. E questo numero è in continuo aumento. Si calcola che i sussidi ai disoccupati costino a l'erario 75 milioni di sterline all'anno, ciò che corrisponde a 7.500 milioni di lire. Si capisce quindi come l'importanza dell'onere possa suggerire soluzioni ardite.

Ma il fervore di discussioni che si era acceso in tutta l'Europa dinanzi allo strano spettacolo di una Nazione ricca che si mettesse sulla strada dalla quale le Nazioni povere fanno ogni sforzo per salvarsi, fu troncato dalle dichiarazioni del Ministro del Lavoro. Esso ha dichiarato che i rimedi in istudio per lenire la disoccupazione non faranno in alcun modo cambiare la politica finanziaria seguita fin qui dal Governo inglese. Il mercato dei cambi si è subito risentito di questa dichiarazione segnando un miglioramento della sterlina rispetto al dollaro, e un peggioramento del franco.

Un altro avvenimento di grande importanza e sul quale si fissa l'attenzione degli economisti di tutti i Paesi, è quello della apertura della Conferenza imperiale Britannica. Tale conferenza, alla quale partecipano tutti i Primi Ministri delle Colonie ed un Rappresentante dell'Impero Indiano, durerà almeno due mesi e deve trattare delle questioni politiche ed economiche che interessano l'Impero Britannico e le sue varie parti. Per quanto essa sia di interesse, per così dire interno, è chiaro che le decisioni che in essa saranno prese avranno una larga ripercussione in tutto il mondo economico, data la posizione specialissima di preminenza che l'Impero Britannico occupa sia come consumatore, sia come produttore di materie prime e di prodotti lavorati. Non è quindi errato dire che la Conferenza Imperiale Britannica costituisce un avvenimento di importanza capitale.

Pur troppo gli indirizzi che sembrano prevalere alla Conferenza non sono confortanti e non sembrano fatti per portare un miglioramento alla già difficile situazione generale. Pare infatti che l'idea direttiva sia quella di rendere l'Impero Britannico e le sue varie parti, quanto più è possibile indipendenti dai mercati stranieri. Quindi adozione di una decisa politica protezionistica e abbandono della classica teoria libero-scambista inglese.

È chiaro come il prevalere di simili tendenze porterebbe un peggioramento notevole nel mercato degli scambi, già troppo ostacolato dalle barriere doganali esistenti e moltiplicantesi dopo la guerra. Resta a sperare che l'Inghilterra comprenda questo pericolo, essa che ha già provato coi malanni della disoccupazione, che cosa significhi l'attuale disorganizzazione dei mercati internazionali. Ma il pericolo è costituito dalle Colonie, le quali vivono più lontane dal mondo economico e finanziario europeo e sono quindi meno direttamente interessate alla ricostruzione dei mercati continentali.

Le notizie di queste tendenze protezionistiche hanno già suscitato un vivo allarme negli ambienti finanziari di tutti i Paesi. Già negli Stati Uniti i protezionisti più accesi parlano di pericoli per il commercio americano e accennano addirittura a misure di rappresaglia.

Nell'Argentina si chiede che il Governo sia autorizzato ad aumentare o ridurre fino al 50 % i dazi sulle manifatture estere a seconda che le tariffe estere rechino svantaggio o vantaggio ai prodotti argentini.

Dopo la guerra armata, e la pace inquieta, non poteva verificarsi per il mondo sfinito peggiore minaccia di quella di una guerra doganale!

Si intensificano gli sforzi della Russia per riprendere contatto col ciclo finanziario europeo. Lo Scheinmann, Direttore della Banca di Stato dei Soviet, si è recato in missione a Parigi per cercare di ottenere l'ammissione alla quotazione ufficiale della nuova moneta a base aurea creata in Russia e chiamata cervonez. Altri passi sono stati compiuti a Berlino e a Stoccolma. Ma la missione dello Scheinmann non si limita alla quotazione della nuova moneta, ma sembra avere una portata assai più ampia. Si tratterebbe di ottenere crediti importanti per la ricostruzione della Russia, contro un riconoscimento almeno parziale dei debiti esteri assunti dai precedenti Governi russi.

Si parla anche di trattative in corso per la cessione ad una grande Società Mineraria francese di parecchie imprese metallurgiche nella Russia meridionale. Secondo lo Scheinmann esisterebbe ancora in Russia un notevole stok di divise estere che verrebbero volentieri depositate in Francia. Lo Scheinmann si è dichiarato molto soddisfatto delle sue conversazioni parigine.

A Londra è stata firmata una convenzione per la costituzione di una Compagnia Russo-Britannica per esportazione dei grani. Questo dei grani russi è uno degli enigmi attuali del mercato: ora ci sono, ora non ci sono, e non è possibile avere informazioni serie sull'argomento. Secondo Rakowski, rappresentante russo a Londra, la Russia potrebbe esportare da mezzo milione a un milione di tonnellate di grano; l'incertezza della cifra è per se stessa sintomatica. Da Mosca si annunciano addirittura progetti di esportazioni per 380 milioni di rubli oro nel 1924 e si prevedono nello stesso anno importazioni per 200 milioni di rubli oro.

Accanto a questi accenni di floridezza del Governo dei Soviet stanno però notizie assai meno allegre provenienti dalla Russia. Pare che il malcontento delle masse operaie abbia raggiunto proporzioni gravissime. Vi sarebbero attualmente oltre 1.200.000 scioperanti, e si manifesterebbero correnti fortissime contro l'attuale Governo dei Soviet. Notizie di questo genere si sono però ormai sentite troppo di frequente per dover prestare ad esse troppa attenzione.

Sempre più grave si va facendo la situazione finanziaria polacca. Il marco polacco che aveva dato segni di stabilizzazione, ha ripreso a precipitare. Questa catastrofe finanziaria si ripercuote dannosamente sulle banche dell'Europa Centrale, specialmente su quelle austriache. L'inflazione monetaria continua ad aumentare in proporzione spaventosa mentre le riserve d'oro diminuiscono. La situazione è resa più minacciosa dai torbidi interni e dallo sciopero dei ferrovieri e dei minatori. Il Governo è costretto a ricorrere ai metodi più energici di repressione.

Buone notizie si hanno invece sulle condizioni finanziarie della Ceco-Slovacchia. Era corsa voce che quel Governo ricorresse ad un prestito estero, ma la voce fu energicamente smentita. A Praga il mercato non manca di denaro disponibile. Alle Borse i titoli sono in rialzo; i valori di Stato segnano dal giugno un rialzo medio del 15 %. I depositi di fondi alle Banche e alle Casse di risparmio sono in continuo aumento.

Anche l'Austria procede sulla via del proprio assestamento con una rapidità certamente superiore a quanto poteva aspettarsi. Le condizioni generali sono assai migliorate, l'industria è in ripresa, la corona si sorregge bene. Se come si spera, le ferrovie potranno essere sistemate in modo che cessi il grave deficit, l'Austria avrà mosso un passo decisivo sulla via del proprio rinnovamento.

Parlare delle condizioni finanziarie germaniche è inutile poiché la situazione precipita con tale rapidità che le cifre perdono ogni valore alla distanza di ore. Il vecchio marco ha praticamente cessato di servire come mezzo di scambio, d'altra parte la nuova moneta non è ancora apparsa cosicché la situazione è angosciata. Le condizioni interne sono tristissime e la miseria grande. Tuttavia la Germania ha risorse che non vuole intaccare e lavora con ostinazione nella miseria d'oggi a preparare la prosperità di domani. Il problema si è se essa avrà il tempo di raggiungerla o se il turbine dell'oggi non distruggerà tutti i progetti dell'avvenire. La flotta mercantile è stata in gran parte ricostituita e la Società di navigazione hanno riattivato molte linee con notevoli affari. Ora si parla di trattative fra armatori tedeschi e armatori americani per combinazioni di affari e di servizi: l'esperienza tedesca e i dollari americani. Ecco la minaccia che già solleva allarmi in Inghilterra e in Francia. Qui si nota già con amarezza che il tonnellaggio tedesco che attraversa il canale di Suez è già superiore al tonnellaggio francese. E queste constatazioni non sono certo fatte per placare l'animosità della Francia.

*

Il fenomeno annuale del pessimismo borsistico nel mese di ottobre, non ha voluto smentirsi. Cronaca grigia quella delle nostre

Banche nello scorso mese, passato fra l'indifferenza delle contrattazioni ed un lento, gradule afflosciarsi delle quotazioni. Il fenomeno, come abbiamo detto si ripete ogni anno forse in ragione del fatto che in tale periodo di tempo può essere prudente rimanere in vigile attesa del delinearsi dei primi risultati degli esercizi in corso. Ma a questa causa generale si è certamente aggiunta l'altra derivante dalla sempre più oscura situazione internazionale, e dalle incognite dell'orizzonte politico. Anche hanno sinistramente impressionato il mercato le voci infondate diffuse circa l'intenzione che avrebbe il Governo di costringere le Banche ad investire parte dei loro depositi in Buoni del Tesoro o in Fondi di Stato. Benchè tali voci non abbiano fondamento e raccolgano la generale incredulità, non hanno certamente giovato a sostenere l'ottimismo del mercato.

Certo è che una cospicua dose di realizzazioni ha cagionato un ristagno ed una depressione in quasi tutti i valori. La tendenza è stata particolarmente sentita nella prima metà del mese, mentre negli ultimi giorni si è delineato qualche accenno a migliori disposizioni.

I titoli di Stato si sono generalmente portati bene dimostrandosi resistenti e subendo nel complesso lievi variazioni. Il Consolidato chiude a 89,70 e la Rendita a 78,30 con qualche leggero plus valore sui prezzi dell'inizio del mese che erano rispettivamente di 89,20 e di 77,90.

Molto movimentati sono stati i titoli bancari che hanno subito oscillazioni anche notevoli. Le Banche d'Italia che segnavano 1520 in apertura declinano a 1507 in chiusura dopo però di aver toccato anche 1486. La Banca Commerciale perdono pure qualche punto mentre le Credito chiudono pressochè alle stesse quotazioni del principio del mese.

Calmi e con scarse varianti il gruppo dei Trasporti. I titoli tessili seguono il diagramma generale del mercato. Quasi tutti i titoli segnano qualche falcidia pur indicando una notevole resistenza. Specialmente danneggiate le De Angeli passate da 615 a 560, il Liniificio e Canapificio Nazionale declinate da 643 a 622, ecc. In chiusura però si notano accenni di ripresa generale nel comparto.

Più resistente si è dimostrato il comparto dei valori minerari e metallurgici dove quasi tutti i titoli conservano le posizioni iniziali. Le Fiat, sempre in favore, guadagnano qualche punto.

Pesanti i titoli alimentari e quelli di esportazione.

I valori elettrici che nelle prime settimane seguirono l'andamento pesante del mercato, ebbero negli ultimi tempi una brillante ripresa talchè quasi tutto il comparto segna in chiusura qualche progresso.

Ing. RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei Titoli Elettrici nell'ottobre 1923.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	300	556,50	554	588
Conti	250	338,50	339	347
Vizzola	500	970	961	1013
Brescia	100	114	113	116,50
Adamello	200	222	221,50	223
Unione Eser. Elettrici .	50	90	90	91
Elettrica Alta Italia .	250	276	274	281,50
Idroelett. Piem. S. I. P.	125	149	147	150,50
Officine Elett. Genovesi	250	330	330	332,50
Adriatica	100	146	143	145,50
Negri	200	123,50	119,50	122,50
Ligure Toscana	200	251	250	252
Gener. Elet. della Sicilia	100	114	116	114

:: :: DOMANDE E RISPOSTE :: ::

Saranno pubblicate in questa rubrica le domande e le questioni rivolte dai lettori, che presentino un interesse generale, e, successivamente, le migliori risposte ricevute.

Indirizzare domande e risposte esclusivamente alla Redazione de L'Elettrotecnica, Via S. Paolo 10 - Milano.

Dopo la pubblicazione dello scorso numero abbiamo ricevuto ancora varie risposte alla domanda relativa alle due convertitrici; risposte assai pregevoli, fra le quali ricordiamo quelle del Prof. Sartori e degli Ingegneri De Falco e Mottura.

Siamo lieti di questo affluire di risposte; ma ancor più lo saremmo se i lettori volessero contribuire a mantenere viva e vivace questa rubrica, senza dubbio interessante per molti, inviandoci domande o sottoponendoci problemi e difficoltà incontrate nell'esercizio della loro professione, da cui si potesse trarre argomento per interessanti domande.

Errata-corrige.

N. 30 del 25 ottobre 1923, pag. 722, Articolo PIETRO ROSNATI sugli «Impianti elettrici a funzionamento automatico». Lo schema indicato con fig. 1 avrebbe dovuto essere portato in fig. 3 e viceversa.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Gli impianti della S. I. P. Breda in Valle Lys.

La descrizione degli impianti del Lys che oggi iniziamo è la quarta della serie, da quando, nella riunione di Milano dello scorso anno il Consiglio Generale ci affidava il compito ed i mezzi per intraprendere metodicamente la pubblicazione descrittiva dei nostri maggiori e più moderni impianti elettrici. A onor del vero, per due delle descrizioni pubblicate nei passati mesi il compito nostro venne grandemente facilitato dalle iniziative dell'Ing. Fano (che presentò alla Sezione di Roma la bella descrizione degli impianti sul Tanagro e sull'Aventino) e della Idroelettrica Veneta la quale, in occasione del recente Congresso, affidò all'Ing. C. Semenza il compito di predisporre la ammirata descrizione degli impianti di S.ta Croce) cosicchè l'opera nostra si ridusse al ritocco e al rifacimento di pochi disegni. L'odierna descrizione invece, come già la prima dell'impianto di Crego della Soc. Conti, è stata predisposta per l'*Elettrotecnica* con la preparazione ex-novo di quasi tutti i disegni, con la presa di molte fotografie, ed è stata quindi adattata a quei criteri di omogeneità che dovrebbero informare l'intera raccolta.

Ci sembra infatti importante, da un punto di vista formale, che in simili pubblicazioni sia conservato sempre, per quanto è possibile, lo stesso ordine nella disposizione della materia, per modo che riesca poi facile allo studioso rintracciare rapidamente quei dati numerici che lo interessano, e che i disegni siano pure sempre ispirati agli stessi criteri per rendere più evidenti ed istruttivi i confronti. Dal punto di vista sostanziale abbiamo cercato di dare il maggior sviluppo alla parte informativa dei progetti, ai «perchè» delle disposizioni adottate anche e soprattutto quando si tratta di quelle ragioni «storiche» che hanno spesso tanta importanza durante lo sviluppo dei lavori e sono ragione talvolta di tanta perplessità nel visitatore il quale, davanti al fatto compiuto, non può rendersi conto delle ragioni di una data soluzione.

Per questo nostro lavoro ci sono stati di validissimo aiuto l'Ing. Renato San Nicolò ed il Signor Albanesi, e dobbiamo i più vivi ringraziamenti all'Ing. Roncaldier, Amministratore delegato ed all'Ing. Dalla Verde, direttore d'esercizio della S.I.P.-Breda, che hanno messo gentilmente a nostra disposizione tutto il materiale necessario, nonché alle *Costruzioni Meccaniche Riva* ed alle *Officine Elettromeccaniche di Rivarolo* che ci hanno gentilmente comunicati i disegni costruttivi delle turbine.

*

Gli impianti della Breda in Valle Lys, che furono meta di una interessantissima visita dell'A. E. I. durante la riunione annuale del 1918, sono per più di un aspetto caratteristici. Dal punto di vista tecnico, essi rappresentano un esempio tipico di quelli che si potrebbero chiamare «impianti di confine» fra zone di diversa frequenza destinati a risolvere nel modo più razionale ed economico il problema del «travaso» dell'energia da una zona all'altra. Colle loro centrali che possono funzionare indifferentemente a 42 ed a 50 periodi e colle linee che le collegano tanto alle reti piemontesi a 50 periodi, quanto alle lombarde, a 42, gli impianti possono infatti portare il contributo della loro energia a quella delle due zone che

ne ha maggior bisogno con gli stessi risultati che avrebbero da una stazione di conversione di frequenza, ma senza le maggiori perdite inerenti ad una simile conversione. Molti particolari caratteristici si potrebbero infine annoverare nel modo come furono risolti vari problemi idraulici ed elettrici; ma per essi non possiamo che rinviare i lettori alla descrizione di cui diamo oggi la prima puntata.

Perfezionamenti all'arco Poulsen.

Il generatore, o forse meglio, convertitore ad arco Poulsen per le applicazioni radio è probabilmente quello fra gli apparecchi di vario tipo destinati al medesimo scopo, che ha da un lato i più violenti oppositori, dall'altro i più accaniti fautori. Il pro e il contro della questione sono stati ripetutamente valutati e non vogliamo qui tornare a discuterli. Ma quello che possiamo rilevare obiettivamente si è che l'arco Poulsen, non meno degli altri apparecchi per la produzione delle altissime frequenze, continua incessantemente a perfezionarsi.

Le maggiori accuse che si muovono all'arco sono il basso rendimento e la impurità dell'emissione. Orbene, il primo difetto pare possa di molto attenuarsi con l'uso di speciali circuiti derivati, il secondo con l'adozione dell'eccitazione indiretta dell'antenna attraverso un accoppiamento induttivo. Quest'ultimo dispositivo presenta, nel caso dei generatori asincroni, quali sono l'arco e i triodi, non poco interesse, poichè, essendo possibile più di una frequenza propria del sistema, ci si può domandare se il generatore ne presceglierà una sola e quale. Il problema è importante così dal punto di vista teorico, come da quello applicativo e, mentre aveva già attratto l'attenzione degli studiosi per il caso dei triodi, non era stato ancora trattato per il caso dell'arco. Il Com.te Pession ha svolto questa trattazione in base a razionali previsioni teoriche ed ha potuto darne una conferma sperimentale ben riuscita e persuasiva, dimostrando che il comportamento dell'arco non è a questo riguardo sostanzialmente diverso, nei risultati, da quello dei triodi.

Conferenza internazionale di Parigi.

Si inaugura domani a Parigi la conferenza internazionale relativa alle reti ad altissima tensione.

La Delegazione italiana comprenderà probabilmente una decina di nostri Colleghi, guidati dal nostro Presidente generale, Ing. Del Buono, il quale, insieme con il Prof. Ing. Elvio Soleri, Membro del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, è stato incaricato di rappresentare ufficialmente alla Conferenza il Ministro dei Lavori Pubblici.

Dei lavori della Conferenza terremo informati i nostri lettori.

LA REDAZIONE.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

□ GLI IMPIANTI DELLA S. I. P. BREDAS IN VALLE LYS □ □ □ □ □ □

GENERALITÀ.

1. - Il bacino del Lys.

La valle d'Aosta, cioè la regione costituita dalla valle della Dora Baltea e da quelle trasversali che in buon numero vi mettono capo scendendo dai massicci alpini dei Monti Rosa, Cervino, Bianco, deve principalmente la sua vasta rinomanza nel mondo turistico, ai tesori di bellezze naturali, di cui ha tanta dovizia. Ma anche dal punto di vista industriale tale regione merita la massima considerazione: per le sue miniere di ottimo minerale, e soprattutto per le sue invidiabili ricchezze d'energia idraulica.

Sotto quest'ultimo aspetto in condizioni notevolmente buone si presenta la vallata di Gressoney, che è, per chi venga dalla pianura, la prima delle valli trasversali sopra ricordate. Come si vede nella planimetria di figura 1, essa è percorsa dal torrente Lys, che nasce dal ghiacciaio del Lyskamm (massiccio del Monte Rosa) a quota 2350 circa e dopo un percorso di circa 40 km in direzione generale Nord-sud, finisce nella Dora, immediatamente a valle di Pont S. Martin (quota 300 circa).

Il bacino superiore del Lys è alimentato da vari ghiacciai (Lyskamm, Felik, Garstelet, Indren, Netschio) per una superficie complessiva di km² 17,500, notevole in relazione alla superficie totale del bacino che, alla foce, è di circa 300 km².

L'utilizzazione parziale delle acque del Lys venne iniziata (per non parlare di pochi e trascurabili impianti per usi locali) dalla Manifattura Rossari & Varzi di Galliate, la quale, nel 1908 ottenne la concessione di una derivazione con Centrale in Fontainemore, e nel 1914 quella per la derivazione con Centrale in Lillianes. Entrambi impianti di non grande importanza (4000 kW installati in totale), che dovevano servire per alimentare lo stabilimento di Ivrea della concessionaria, e fornire energia alla Società di Elettricità Alta Italia di Torino.

Il problema dello sfruttamento completo del bacino venne però impostato nel 1916 dalla Soc. Ital. Ernesto Breda, per Costruzioni Meccaniche di Milano, la quale aveva bisogno di notevoli quantità d'energia per i suoi stabilimenti di Sesto S. Giovanni e di Milano, che, dato lo stato di guerra, avevano assunto uno sviluppo considerevolissimo.

Iniziati i lavori, nell'autunno 1916 e condotti in parte a compimento attraverso le difficoltà degli anni di guerra e dall'immediato dopo guerra, la Soc. Breda conferiva, alla fine del 1920, impianti e concessioni alla Soc. Idroelettrica Piemontese Lombarda E. Breda, (S. I. P. Breda) costituitasi con il concorso della Soc. Breda stessa e della Soc. Idroelettrica Piemonte di Torino.

I progetti generali degli impianti sono dovuti all'Ing. Angelo Omodeo; i progetti esecutivi per la parte idraulica (opere idrauliche, condotte, turbine), furono pure eseguiti nello studio Omodeo sotto la direzione dell'Ing. Luigi Mangiagalli. Per la parte elettrica (macchinario elettrico, quadri, linee e cabine) furono curati da apposito ufficio creato dalla Società Breda, con la consulenza del Prof. Ing. Angelo Barbagelata. La direzione dei lavori fu assunta in un primo periodo dall'Ing. G. Curti, coadiuvato dagli Ingg. G. Sartori ed A. Terzi, i quali condussero a termine l'impianto di Pont S. Martin. Nell'autunno 1918 venne chiamato alla direzione generale degli impianti l'Ing. Aldo Roncaldier, il quale, costituitasi la S. I. P. Breda, ne divenne l'amministratore delegato; dirigenti rimasero: per i lavori l'Ing. A. G. Rossi; per l'esercizio e la parte elettromeccanica l'Ing. A. Dalla Verde; per gli espropri e le pratiche generali l'Ing. C. Pedrolì.

*

2. - Sfruttamento idraulico della vallata.

Gli impianti che permetterebbero lo sfruttamento completo del Lys — secondo gli ultimi progetti — sono (come risulta dalla planimetria di fig. 1 e dal profilo schematico di fig. 2) i seguenti, in ordine topografico da valle a monte:

L'impianto di Pont S. Martin, con presa a Guillemore (Issime) e canale di derivazione e di gronda fino a La Grangia. Bacino imbrifero alla vasca di carico $S = 239 \text{ km}^2$ ($= 202 + 37$); salto utilizzabile $H = 542,50 \text{ m}$; valore idrodinamico dell'impianto $S \times H = 129\,657 \text{ m km}^2$.

L'impianto di Fontainemore, utilizzando l'acqua del Vargno e Pacoulla; bacino imbrifero $S = 6,5 \text{ km}^2$; salto massimo utilizzabile $H = 787,60 \text{ m}$, salto medio $H' = 778,60 \text{ m}$; valore idrodinamico: $S \times H' = 5060 \text{ m km}^2$. Serbatoi al Vargno ($1\,250\,000 \text{ m}^3$) e al Balma ($1\,000\,000 \text{ m}^3$).

L'impianto del Gabby, con presa a Wald e canale di derivazione e di gronda: bacino imbrifero alla vasca di carico $S = 123 \text{ km}^2$

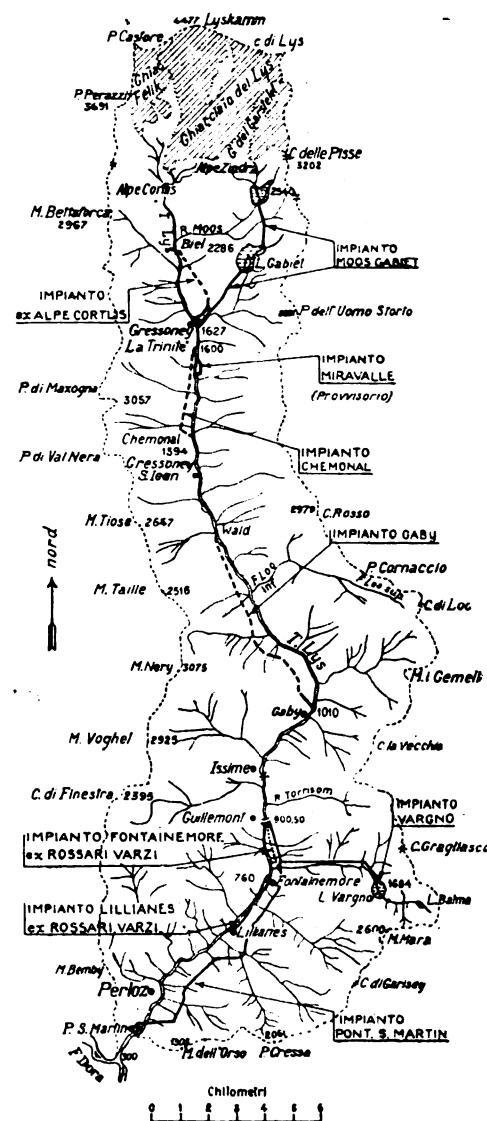


Fig. 1. — Planimetria della vallata del Lys e schema generale di utilizzazione (Superficie totale del bacino km² 300).

($= 113 + 10$); salto utilizzabile $H = 300 \text{ m}$; valore idrodinamico: $S \times H = 36\,900 \text{ m km}^2$.

L'impianto di Chemonal, con presa a Gressoney la Trinité; bacino imbrifero alla presa $S = 70 \text{ km}^2$; salto utilizzabile $H = 205 \text{ m}$; valore idrodinamico $S \times H = 14\,350 \text{ m km}^2$.

L'impianto ex Alpe Cortis, con presa a Biel; bacino imbrifero $S = 38,5 \text{ km}^2$; salto massimo utilizzabile: $H = 158,25 \text{ m}$, salto medio $H' = 144,75 \text{ m}$; valore idrodinamico $S \times H' = 5\,560 \text{ m km}^2$; serbatoio per $4\,500\,000 \text{ m}^3$.

L'impianto Zindra-Gabiet: bacino imbrifero $13,3 \text{ km}^2$; salto massimo utilizzabile $H = 747,25 \text{ m}$; salto medio $H' = 727,25 \text{ m}$; valore idrodinamico $S \times H' = 8945 \text{ m km}^2$. Serbatoi al Gabiet ($8\,100\,000 \text{ m}^3$) e allo Zindra ($300\,000 \text{ m}^3$).

Il valore idrodinamico complessivo di tutti gli impianti è pertanto di $200\,472 \text{ m km}^2$.

Gli impianti finora eseguiti ed attualmente in esercizio (impianti di prima fase) sono i seguenti:

Impianto di Gressoney.

Sbarramento al lago Gabiet fino a quota 2375 e derivazione dal Moos all'alpe Zindra; invaso di 5 000 000 m³.

Centrale di Gressoney la Trinitè:

Portata media di concessione 0,5 m³/s.

Potenza installata 15 000 kW.

Impianto di Pont S. Martin.

Sbarramento al Lago Vargno con invaso di 1 250 000 m³.

Derivazione del Lys a Guillemore con centrale a Pont Saint Martin.

Portata media di concessione 4,05 + 0,2 m³/s.

Potenza installata 30 000 kW.

Tuttora in esercizio è la **Centrale di Lillianes** ex Rossari & Varzi,

e di 1300 mm per il bacino Zindra-Gabiet che ha una altitudine sopra i 2400 metri; per gli impianti intermedi in proporzione.

Su queste basi si è potuta determinare l'energia ricavabile dai vari impianti; tenendo naturalmente conto delle irregolarità nelle portate e delle conseguenti necessarie riduzioni nelle producibilità veramente commerciabili.

Ad impianti completamente ultimati si potrebbero utilizzare: 184 000 000 kWh annui, 33 000 000 kWh estivi di 6 mesi e 90 500 000 kWh estivi discontinui.

Con quelli attualmente in esercizio, si ottengono 100 000 000 kWh annui con la potenza di 27 000 kW; inoltre si ha una eccedenza estiva di 30 000 000 kWh, con una potenza disponibile di altri 12 000 kW. Oltre a ciò rimane dell'energia estiva saltuaria che può servire di sussidio ad altri impianti a serbatoio, mediante il funzionamento in parallelo. (1)

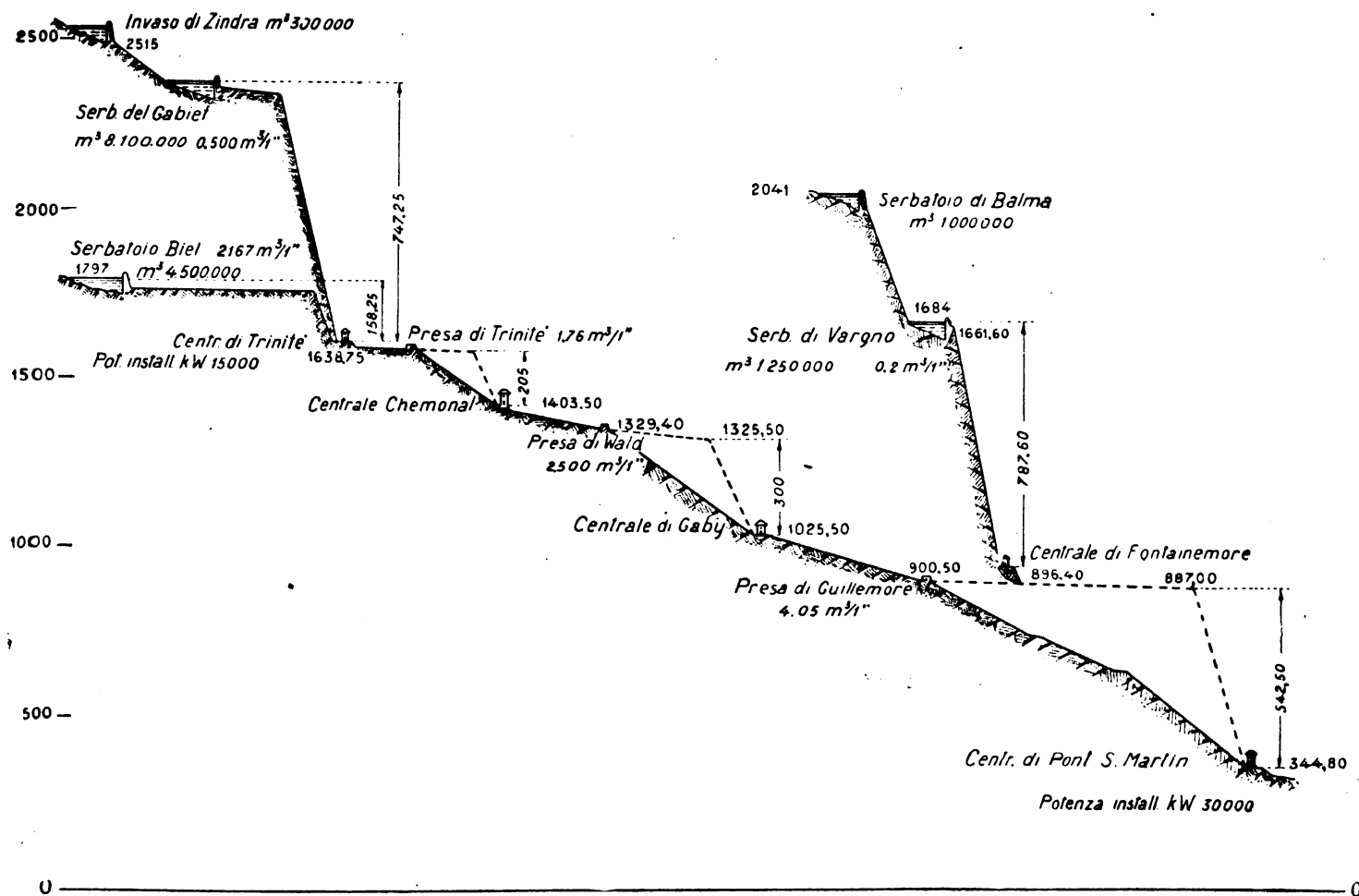


Fig. 2. — Schema generale degli impianti di sfruttamento della valle del Lys
Le portate indicate sono quelle di concessione.

con 2500 kW installati, che può utilizzare le acque lasciate defluire a valle della presa dell'impianto di Pont S. Martin.

Abolita è, invece, la centralina di Fontainemore, pure ex Rossari & Varzi.

*

Il materiale di osservazioni pluviometriche ed idrometriche disponibile per poter valutare l'energia ricavabile dal torrente, è piuttosto scarso, essendosi solo da poco tempo iniziate le misure sistematiche necessarie. Ciò nonostante, basandosi sul materiale raccolto e confrontandolo con i dati di altre valli finitime, si sono fissate — per l'anno tipo di magra ordinaria — le portate presumibili per i singoli impianti.

I criteri che hanno presieduto all'istituzione di tali calcoli, sono molto prudentziali; per l'intero bacino si è ammessa una precipitazione annua efficace (cioè depurata del coefficiente di deflusso) di 775 mm.;

3. - Rete di distribuzione e collegamento.

L'energia degli impianti attuali viene prodotta con due frequenze diverse, 50 e 42 periodi, ed in questo consiste una delle particolarità degli impianti stessi, di avere cioè tutto il macchinario che può marciare a due diverse velocità di regime.

La figura 3 rappresenta la rete di collegamento e di distribuzione alimentata da questi impianti.

La corrente a 50 periodi — tensione 75 000 e 45 000 volt — viene utilizzata in Piemonte, dagli stabilimenti d'lvrea della « Manifattura Rossari & Varzi »; e dalla « Società di Elettricità Alta Italia » di Torino; una parte viene anche portata in Lombardia e immessa a Parabiago, nella rete della « Società Lombarda per Distribuzione di Energia Elettrica » di Milano.

(1) V. per maggiori dettagli la pubblicazione fatta sull'argomento dagli *Annali del Consiglio Superiore delle Acque*, Anno 1922, Vol. IV, Fasc. II-III.

La corrente a 42 periodi viene portata — mediante una lunga linea a 75 000 volt — fino a Sesto S. Giovanni, dove è abbassata a 13 500 volt e utilizzata negli stabilimenti di Sesto e Milano della «Società Italiana E. Breda». Pure a 13 500 volt vi è una congiungente con le reti della «Società Generale Edison di Eletticità» Milano e a 70 000 volt un allacciamento con le linee della «Società Generale Elettrica dell'Adamello» di Milano e delle «Acciaierie e Ferriere Lombarde» pure di Milano.

Presso Novara vi è una derivazione verso quella centrale della «Società Imprese Elettriche Conti» di Milano e presso Galliate un allacciamento con la rete della «Società Ing. Varzi & C.».

In questi giorni (novembre 1923), si è completata poi la linea fra Novara e Ponte Tresa, lunga 62 km e prevista per 120 000 volt, che è destinata a collegare l'arteria principale Gressoney-Sesto S. Giovanni con le reti della Svizzera. Questa linea funzionerà a 50 periodi.

Si vede dunque che il gruppo di impianti Sip-Breda viene ad assumere, con la nuova linea fino a Milano e con i suoi vari allineamenti, una vera funzione di collegamento fra varie regioni, permettendo, così, quegli scambi di energia tanto necessari ad ottenere l'ottimo sfruttamento delle forze idrauliche.

Nella figura 4 è presentato uno schema riassuntivo delle Centrali, delle cabine e delle linee coi loro collegamenti.

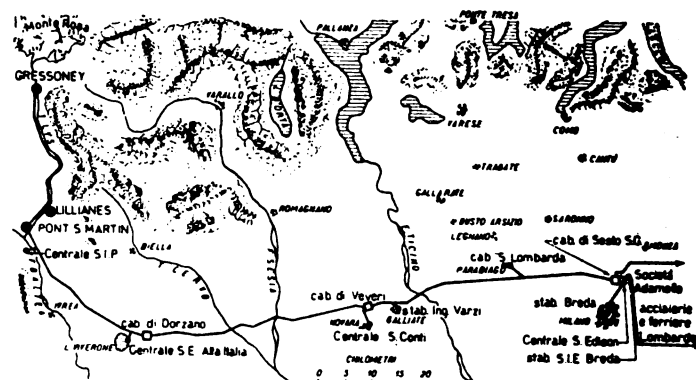


Fig. 3. — Schema generale degli impianti e delle linee della S. I. P. Breda coi collegamenti colle linee di altre Società.

Nelle tabelle sulla pagina a fronte sono riportati in modo riassuntivo i dati tecnici principali.

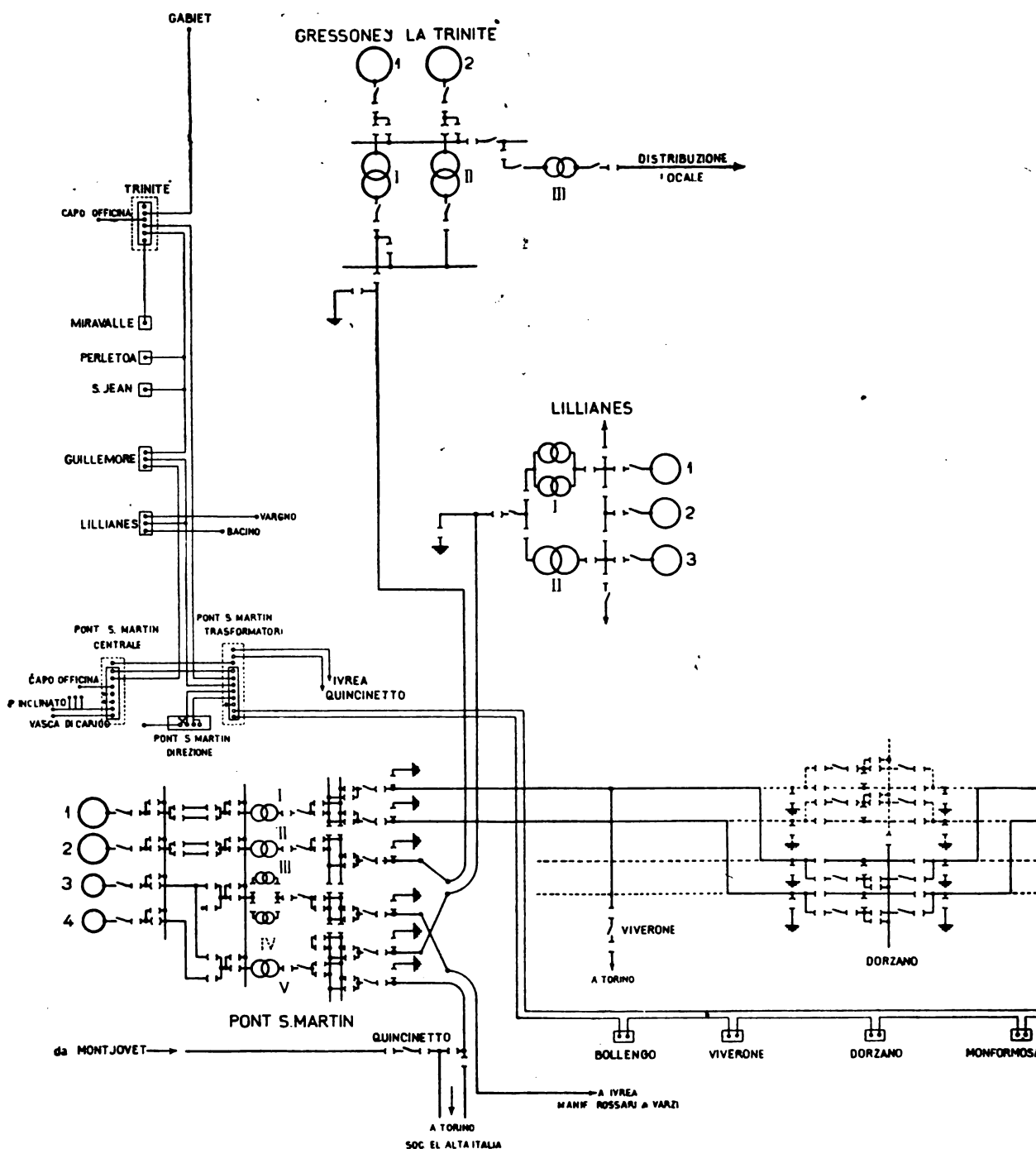


Fig. 4. — Schema generale elettrico degli impianti e delle linee della S.I.P. Breda

— Linee telefoniche. — Linee di trasmissione.

Dati riassuntivi degli impianti

GRESSONEY LA TRINITE'. — Eccitatrici I e II, Gen. El. Co., accoppiate agli alternatori; kW 40; V, 220; N=630/750. — Alternatori I e II, Gen. El. Co.; kVA 10500; $\cos \varphi = 0,75$; A 918 V. 6000/6600; N 630/750; $f=42/50$. — Trasformatori I e II, Gen. E. Co.; Trifasi; kVA 10500; rapporto a carico e $\cos \varphi = 0,75$: $V \frac{6000}{6600} \div \frac{77000}{86500} \div \frac{84700}{95000} \Delta/Y$, oppure $V \frac{6000}{6600} \div \frac{45500}{50000} \div \frac{49000}{54800} \Delta/\Delta$. — Trasformatore III, G. P. Clerici; Trifase; kVA 250; rapporto a carico e $\cos \varphi = 0,80$: $V \frac{6000}{3000} Y/Y$.

LILLIANES. — Eccitatrici I e II, Savigliano, accoppiate agli alternatori; kW 11,9; A 40; V 85; N 750. — Eccitatrice III Tecnomasio, Ital. B. B.; kW 13,5; A 120; V 115; N. 750; — Alternatori I e II, Savigliano; kVA 1000; A 193; V 3000; N 750; $f=50$. — Alternatore III, Tecnomasio Ital. B. B.; kVA 1250; A 225; V 3200; N 750; $f=50$. — Trasformatori I e II Savigliano; Trifasi; kVA 600; rapporto a carico $V \frac{2900}{44600} Y/Y$. — Trasformatore III, Tecnomasio Ital. B. B.; kVA 1400; rapporto a carico $V \frac{3200}{4500} Y/Y$.

PONT S. MARTIN. — Eccitatrici I e II, Off. El. Rivarolo Ligure; kW 400; A 1840, V. 230; N 820. — Alternatori I e II, Tecnomasio Ital. B. B.; kVA 12250; $\cos \varphi = 0,80$; A 1180/1070; V 6000/6600; N 504/600; $f=42/50$. — Alternatori III e IV, Tecnomasio Ital. B. B.; kVA 6125; $\cos \varphi = 0,80$; A 520/472; V 6800/7500; N. 420/500; $f=42/50$. — Trasformatori I, II e V, Tecnomasio Ital. B. B.; Terne monofasi; kVA 3×4100 , rapporto a carico e $\cos \varphi = 0,8$; $V \frac{6000}{6600} \div \frac{65000}{75200} \Delta/Y$, oppure $V \frac{7000}{7500} \div \frac{44300}{47700} \Delta/\Delta$. — Trasformatori III, Savigliano; coppia trifase kVA 2×1000 ; rapporto a carico e $\cos \varphi = 0,8$; $V \frac{7000}{42000} \Delta/Y$.

CABINA DI SESTO S. GIOVANNI. — Trasformatori I e II Tecnomasio Ital. B.B.; Trifasi; kVA 11000; rapporto a carico e $\cos \varphi = 0,8$; $V \frac{60000}{65000} \div \frac{13650}{13500}$. — III, Siemens Schuckert; coppia trifase kVA 3×2750 ; rapporto a carico e $\cos \varphi = 0,8$; $V \frac{60000}{13500}$.

LINEE DI TRASMISSIONE

TRONCHI	Lunghezza km	Pali N	Isolatori N.	Sezione m ²		Caratteristiche elettriche (valori trifasi) 42 ~				Tensione d'esercizio
				Cond.	Treccia di terra	R	X	Z	X _c	
Trinité-Pont S. Martin	30,6	311	1413	35	22	27,6	18,85	33,35	24 600	75 000 V
Lillanes-Pont S. Martin	10	51	225	35	22	9,02	8,15	10,9	75 300	45 000 »
Pont S. Martin-Dorzano	32,1	299	2472	70	22					
Dorzano-Veveri	44,2	265	2118	70	22	54,7	69,9	88,3	5470	75 000 »
Veveri-Sesto S. Giovanni	48	294	2514	70	22					
Allacciamento Conti	3,12	46	195	70	—					70 000 »
» Ing. Varzi	1,00	6	36	35	—					70 000 »
» Adamello	6,70	63	264	70	35					70 000 »
» Edison	1,05	14	90	120	—					13 000 »
» Lombarda										75 000 »
» Alta Italia										75 000 »
» Breda-Milano	5,2		Cavo sotterraneo	2 x 25						13 000 »

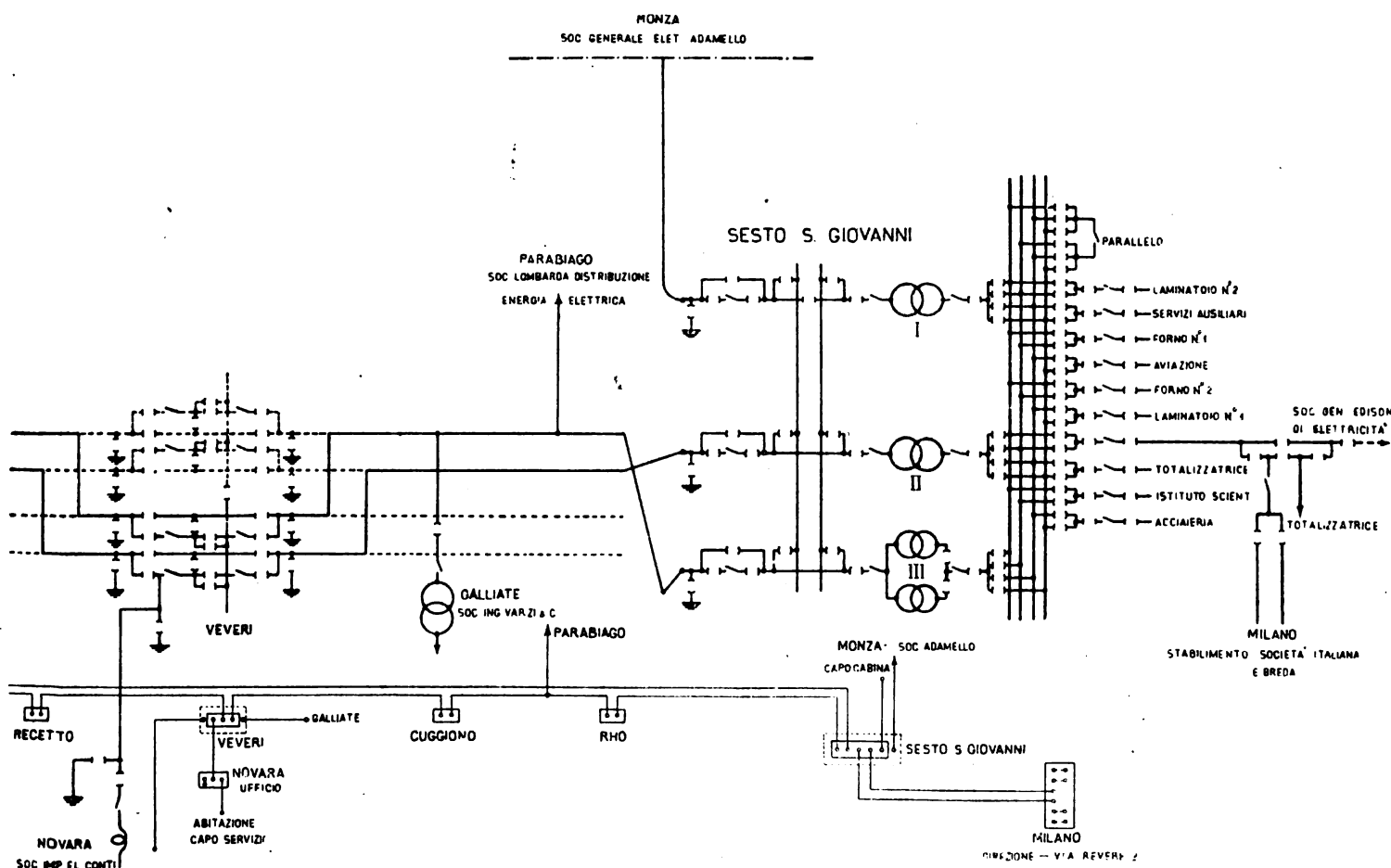


Fig. 4. — Schema degli impianti e delle linee della S.I.P. Breda.

— Linee telefoniche. — Linee di trasmissione.

* *

DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ESEGUITI

IMPIANTO DI PONT ST. MARTIN.

4. - Generalità.

Come si vede nella planimetria di figura 5 l'impianto di Pont S. Martin utilizza la parte inferiore del corso del Lys, da Guillemore fin quasi alla sua confluenza nella Dora Baltea. L'impianto si

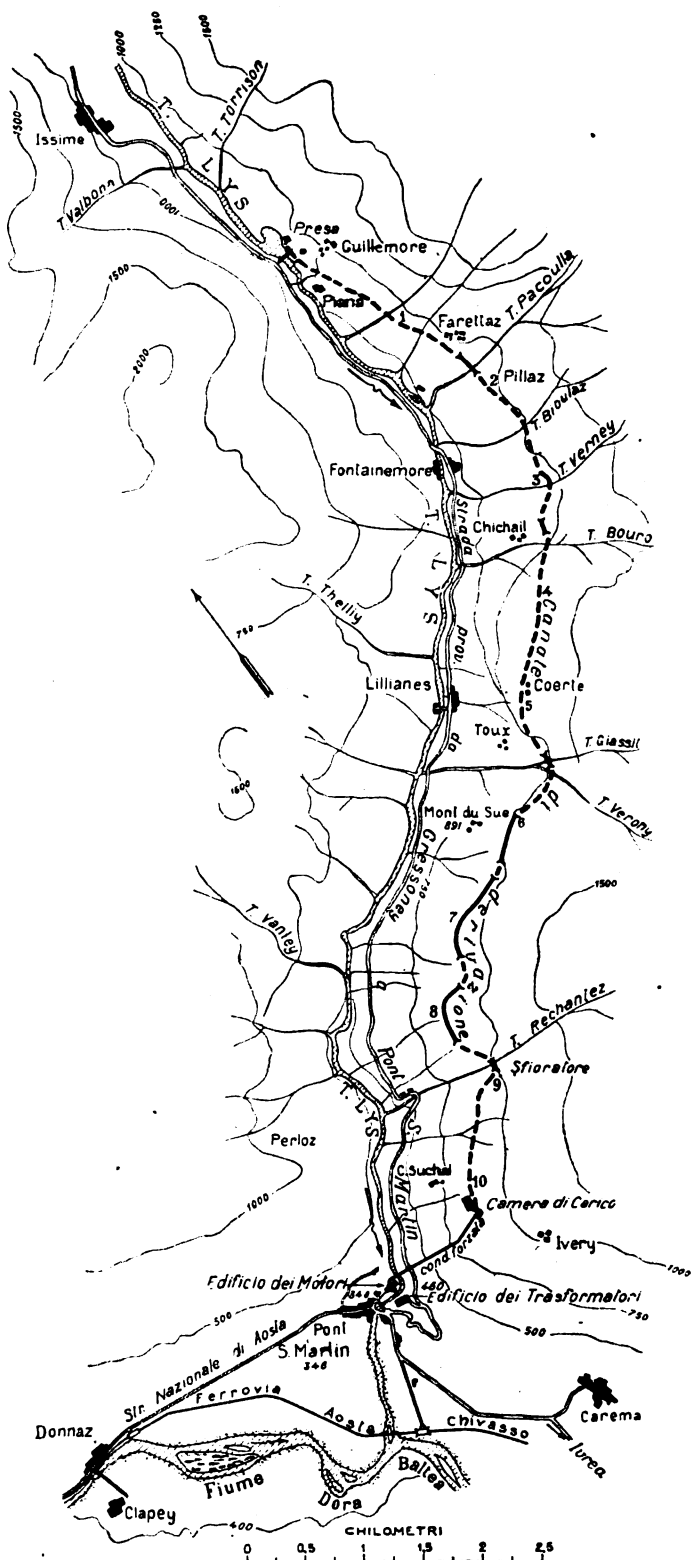


Fig. 5. — Planimetria dell'impianto di Pont S. Martin
 $Q = 4,25 \text{ m}^3/\text{s}$ $H = 542,50 \text{ m}$. Potenza installata 30 000 kW.

svolge sulla riva sinistra del Lys, con un canale lungo oltre 10 chilometri, quasi interamente scavato in galleria come risulta dal profilo di figura 6; il salto utilizzabile è di m. 542,50.

L'impianto è munito di serbatoio giornaliero alla presa, capace di circa 60 000 m^3 nell'estate, aumentabile nell'inverno a 100 000 mediante innalzamento del ciglio sfiorante; si possono accumulare inoltre nell'ultimo tratto del canale derivatore, e nella vasca di carico da 10 000 a 17 000 m^3 a seconda della maggiore o minore portata. Si ha in totale così, per l'inverno, un serbatoio giornaliero di circa 115 000 m^3 , che permette di trattenere le acque di magra di 36 ore circa (dal sabato sera al lunedì mattina).

Dato poi, che le acque del lago Vargno immettono direttamente nel canale di questo impianto, esso viene ad assumere in parte le caratteristiche di impianto a serbatoio, senza però averne tutta la elasticità, nel caso di richiesta improvvisa di carico, perchè le acque del lago impiegano circa quattro ore, per arrivare alla vasca di carico.

Dal punto di vista elettrico, Pont S. Martin — secondo il concetto informativo dei progetti per lo sfruttamento completo del Lys — è il nodo dove dovrebbero mettere capo tutti gli altri impianti e da dove dovrebbero partire tutte le linee per la Lombardia ed il Piemonte. Perciò l'edificio dell'alta tensione — che, per ragioni topografiche, si è dovuto tenere distinto da quello dei motori — ha avuto uno sviluppo notevole, quale la sola centrale di Pont S. Martin non avrebbe forse richiesto.

In origine la centrale doveva essere ad esclusivo servizio della Soc. It. Breda e doveva pertanto generare energia a 42 periodi. Solo che, dovendosi reintegrare alla Ditta Rossari & Varzi l'energia degli impianti che venivano ad essere shuntati dal nuovo canale, occorreva poter fornire a tale ditta circa 3000 kW a 50 periodi e 40 000 volt circa. Esaminate le varie soluzioni possibili, quella più conveniente parve di accondare ai due alternatori da 10 000 kW e 42 periodi (504 giri) due piccoli alternatori da 3000 kVA a 50 periodi (12 poli). Secondo il progetto allora in discussione si trattava infatti di installare in un primo tempo solo due tubi indipendenti, alimentanti ciascuno la propria turbina. L'idea di un tubo distributore era allora recisamente scartata.

In un secondo tempo parve opportuno — per ogni futura evenienza — aumentare alquanto la potenza dei due alternatori a 50 periodi, portandoli a 6000 kVA. Fu ventilata anche l'idea di installare tre gruppi uguali: uno a 42, uno a 50 $\sim$ ed un terzo di pari potenza ma atto a funzionare tanto a 504 giri (42 $\sim$) che a 600 giri (50 $\sim$); ma la soluzione fu scartata non volendosi rinunciare alla indipendenza delle due condotte. Solo più tardi, quando il macchinario elettrico era già stato ordinato, si riconobbe la possibilità di un distributore, ed abbandonando la disposizione degli alternatori a due a due coassiali, si adottò la disposizione attuata con 4 gruppi: due da 10 000 kW a 42 periodi, e due da 5000 kW a 50 periodi. Sempre per la presunta maggior importanza del servizio a 42 periodi, i due gruppi da 5000 kW a 50 $\sim$ furono previsti anche per funzionamento a 42 riducendosi i giri a 420. Recentemente poi, essendo invece divenuto predominante il servizio a 50 periodi, dopo opportune prove si sono fatti e si fanno funzionare senza inconvenienti a 50 periodi anche i due gruppi principali, aumentandone i giri da 504 a 600.

La ubicazione della Centrale nella stretta del Lys a monte del ponte Romano fu imposta dal fatto che ivi era la presa di un piccolo impianto inferiore. Non era infatti allora entrato ancora in vigore il periodi, portandoli a 6000 kVA. Fu ventilata anche l'idea di installative per il riscatto dell'impianto inferiore. Col Decreto Bonomi, che da questo punto di vista rappresenta un enorme progresso per gli interessi generali, sarebbe stato possibile portare la centrale nei bei piani che si stendono a valle del paese, guadagnando parecchi metri di salto e semplificando grandemente il problema costruttivo.

La ristrettezza della gola del Lys rese infatti necessario separare la centrale vera e propria dalla stazione trasformatrice con notevoli complicazioni di impianto e di esercizio.

Fu esaminata in linea di massima anche la possibilità di un unico edificio nelle gole del Lys; nè la cosa sarebbe stata impossibile con un edificio a vari piani, salente a gradini lungo la parete rocciosa che forma la sponda destra del fiume: ma la soluzione fu scartata in considerazione della rapidità della costruzione. La costruzione di due edifici separati fu ritenuta più agevole e quindi più rapida di quella di un unico fabbricato che avrebbe richiesto grandi scavi ed una grande concentrazione di lavoro su piccolo spazio.

L'impianto entrò definitivamente in esercizio nel mese di luglio 1920.

5. - Opere di presa.

Sono situate nel Comune di Issime, in località Guillemore immediatamente a monte del noto « orrido » omonimo.

trico assorbono 3,5 HP. e sono naturalmente muniti di controller, freno e apparecchio di fine corsa.

Sopra tutta la traversa corre una passerella di manovra.

Le bocche di presa a battente con paratoia piana (in sponda sinistra del Lys) sono cinque, larghe m. 3,50 cadauna (vedi sezione di

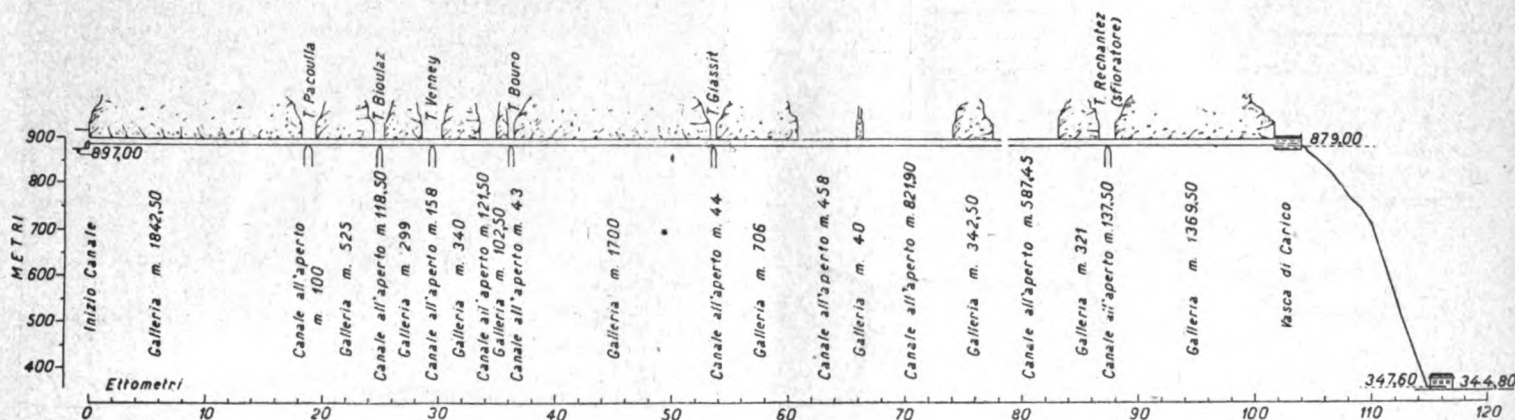


Fig. 6. — Profilo dell'impianto di Pont S. Martin

Lunghezza del canale m. 10178

Pendenza { dalla presa al Rio Rechantez 1,1 ‰
dal Rio Rechantez alla vasca di carico 0,4 ‰

Portata massima Q = 10 m³/s
Salto H = 542,50 m.

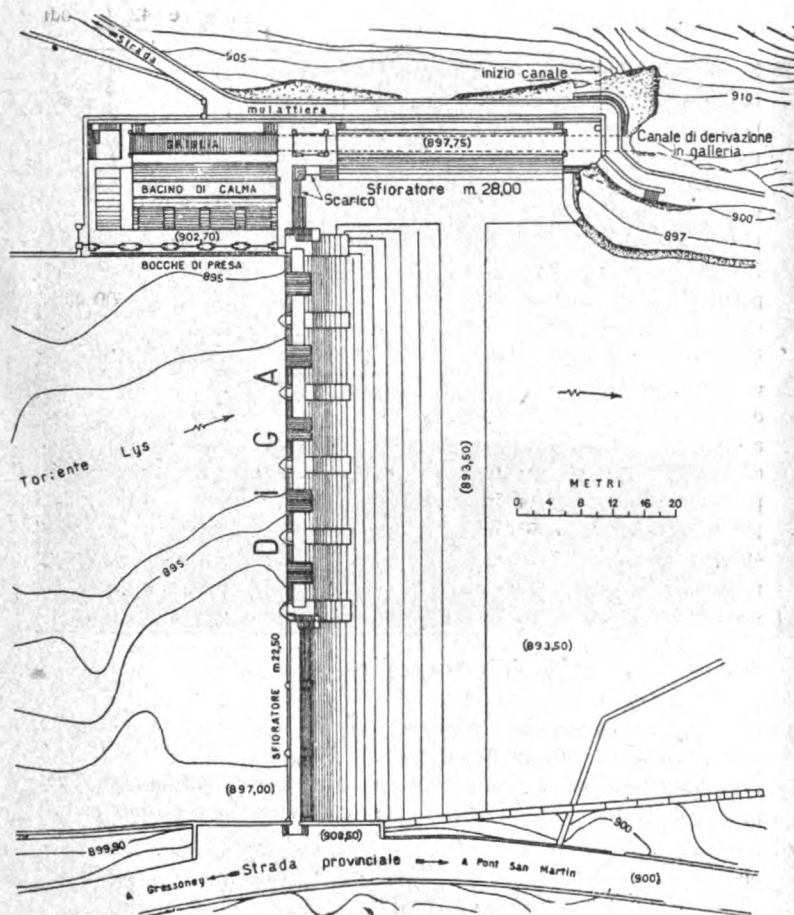
Come si vede nella planimetria di fig. 7 e nella sezione di fig. 9, il torrente Lys è sbarrato mediante una traversa in muratura lunga circa 70 m. con quota del ciglio sfiorante a m. 900,50: lo sfioratore è

fig. 8), con la soglia a quota 898 e sono precedute dalla griglia ad elementi piatti da mm. 120 × 10 × 5000 spazati di 100 mm.

Dalla vasca di calma, munita di scarico di fondo, l'acqua passa sopra una griglia orizzontale e precipita nel sottostante imbocco del canale, nel cui primo tratto è disposto lo sfioratore lungo m. 28 con la relativa bocca a battente modulatrice larga m. 2.30. La concessione attuale è per 7 m³/s massimi e per 4,05 m³/s medi.

6. - Canale.

È lungo m. 10,178; è tutto coperto e si svolge per la massima parte in galleria. Nella figura 10 sono raccolte alcune se-



tanti opere d'arte. Sono anche previste delle prese per immettere i torrenti stessi nel canale, nella misura concessa dalle esigenze della irrigazione ai terreni sottostanti e degli impieghi domestici; le fi-

fiche, ricavato circa un km indietro, nel canale, e precisamente all'attraversamento di questo con il Rio Rechantez, nel cui vallone si scarica l'acqua sfiorante. La vasca è pure munita di scarico di fondo.

Prima del muro frontale dove sono innestate le tubazioni, vi è

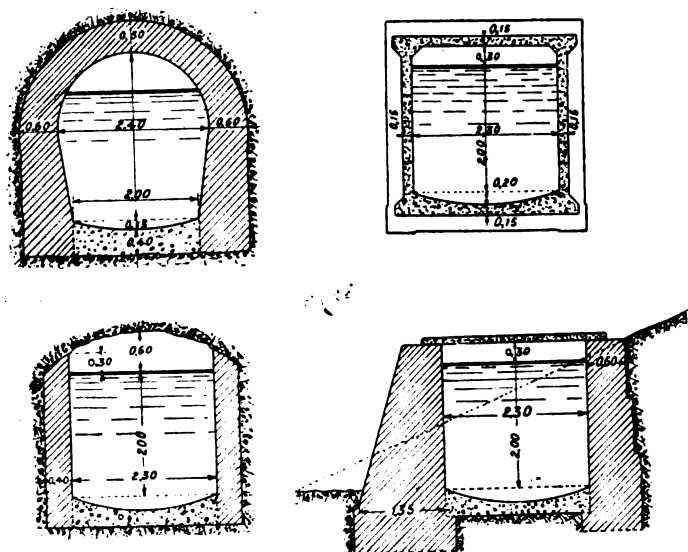


Fig. 10. — Sezioni normali del canale:

Pendenza } dalla presa al Rio Rechantez 1,1 ‰,
dal Rio Rechantez alla vasca di carico 0,4 ‰.
Portata massima $Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$

A In galleria: area bagnata $\text{m}^2 4,50$, luce libera $\text{m}^2 6$, scavo totale $\text{m}^2 12$
B In cemento armato: area bagnata $\text{m}^2 4,80$, luce libera $\text{m}^2 5,40$
C In galleria: area bagnata $\text{m}^2 4,50$, luce libera $\text{m}^2 5,90$, scavo totale $\text{m}^2 8$
D A mezza costa: area bagnata $\text{m}^2 4,80$, luce libera $\text{m}^2 5,40$

gure 11, 12 e 15 danno un'idea del tipo di queste prese intermedie.

L'affluente principale è il Pacoulla, emissario del Vargno dal quale si possono derivare $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ medii. Lungo il canale corre una strada di servizio.

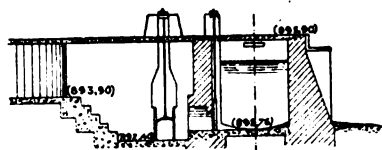


Fig. 11. — Sezione trasversale di una presa intermedia lungo il canale.

7. - Vasca di carico.

In località la Grangia venne costruita la vasca di carico, in muratura di pietrame, di cui la figura 16 rappresenta la planimetria. La capacità attuale è di 6000 m^3 . Il massimo livello dell'acqua viene segnalato e registrato in centrale mediante un apparecchio teledrografico a galleggiante con indicazione a scatti.

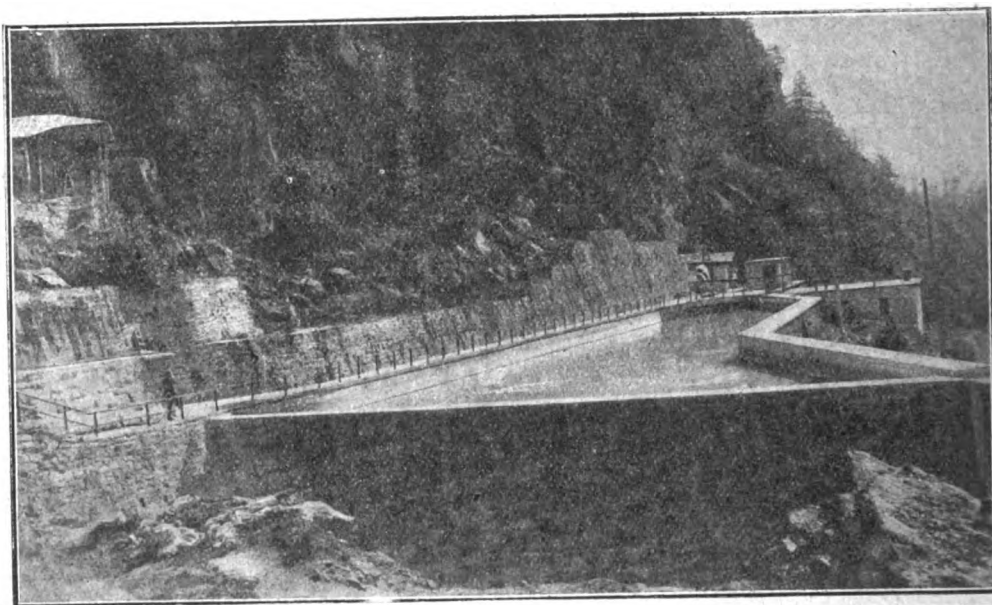


Fig. 14. — Fotografia della vasca di carico.

Speciale cura è stata presa per gli organi di chiusura, che sono doppi, come si vede in figura 17.

All'imbocco vi è una paratoia piana circolare della Società Tubi Togni di Brescia con comando a mano ed elettrico mediante motori

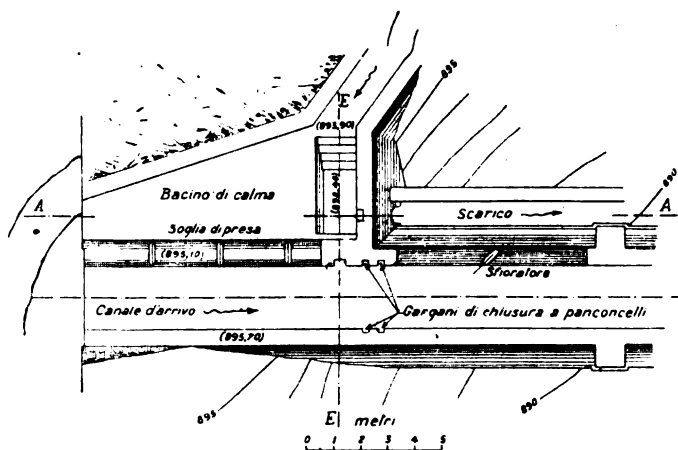


Fig. 12. — Presa intermedia lungo il canale - Planimetria.

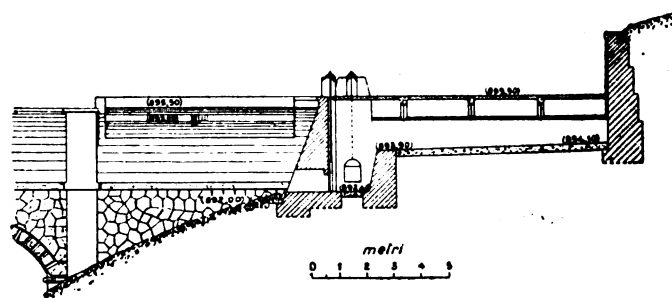


Fig. 15. — Sezione longitudinale di una presa intermedia lungo il canale.

Lo sfioratore — costituito da due sifoni autolivellatori Gregotti capaci di smaltire $5 \text{ m}^3/\text{s}$ cadauno — venne, per necessità topogra-

a corrente continua da 4 HP, 110 volt, 750 giri, eccitati in serie; costruzione Società Nazionale Officine Savigliano.

Segue una valvola a farfalla da 1300 mm. con comando a mano e chiusura elettrica ed automatica, ottenuta in entrambi i casi mediante

Le tubazioni fornite dalla Società Tubi Togni di Brescia, sono in lamiera di ferro omogeneo, chiodate nella parte alta fino alla

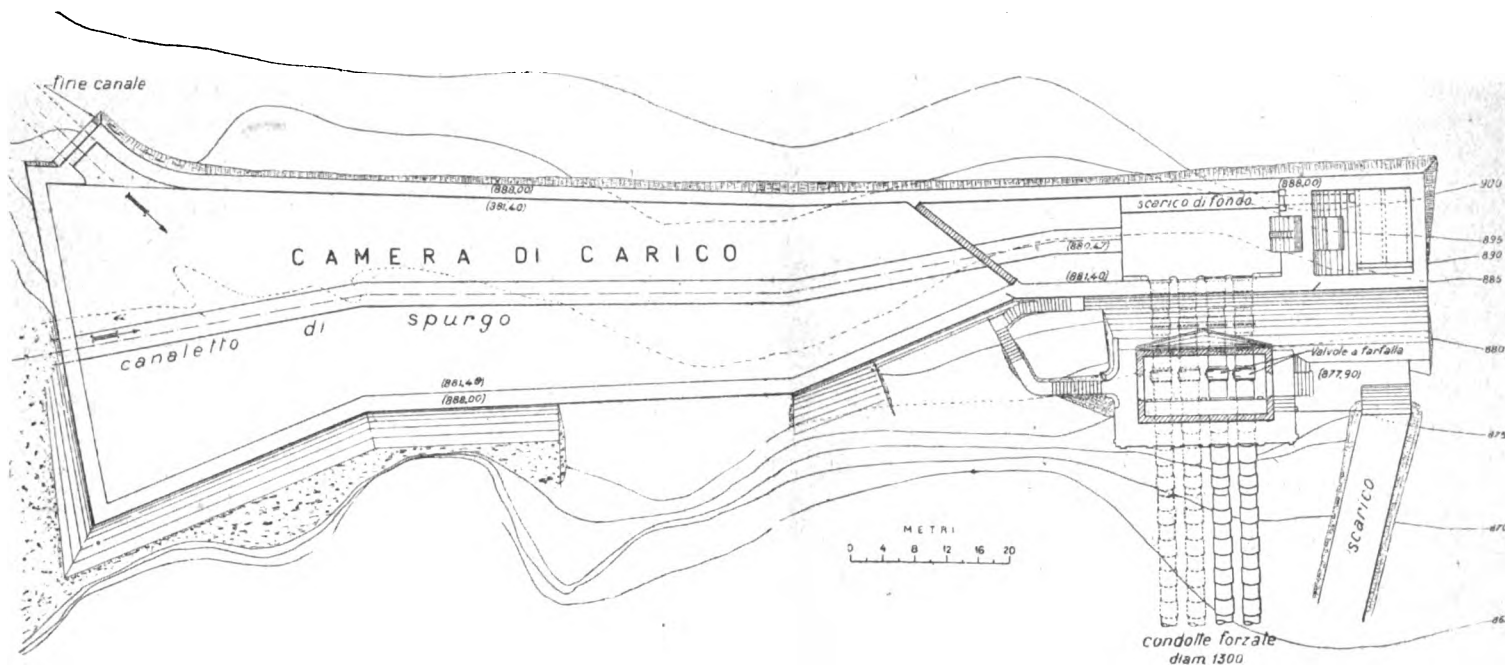


Fig. 16. — Planimetria della vasca di carico.

lo sgancio di un nottolino e la conseguente discesa di un contrappeso, che così fa ruotare la lente nel senso voluto per chiudere. Lo sgancio del nottolino, avviene per azione o di un elettromagnete comandato dalla centrale, o di una paletta calettata sul corpo della farfalla, che, in caso di velocità eccessiva dell'acqua, si sposta dalla sua posizione normale.

Lo schema per i comandi elettrici è stato studiato in modo da avere il minor numero di conduttori fra la Centrale e la vasca di carico.

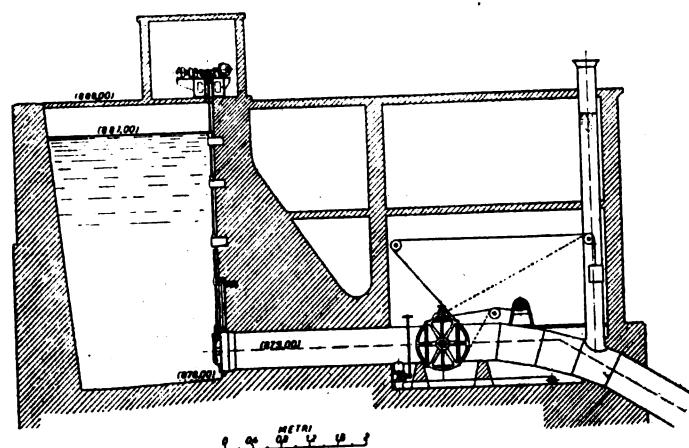
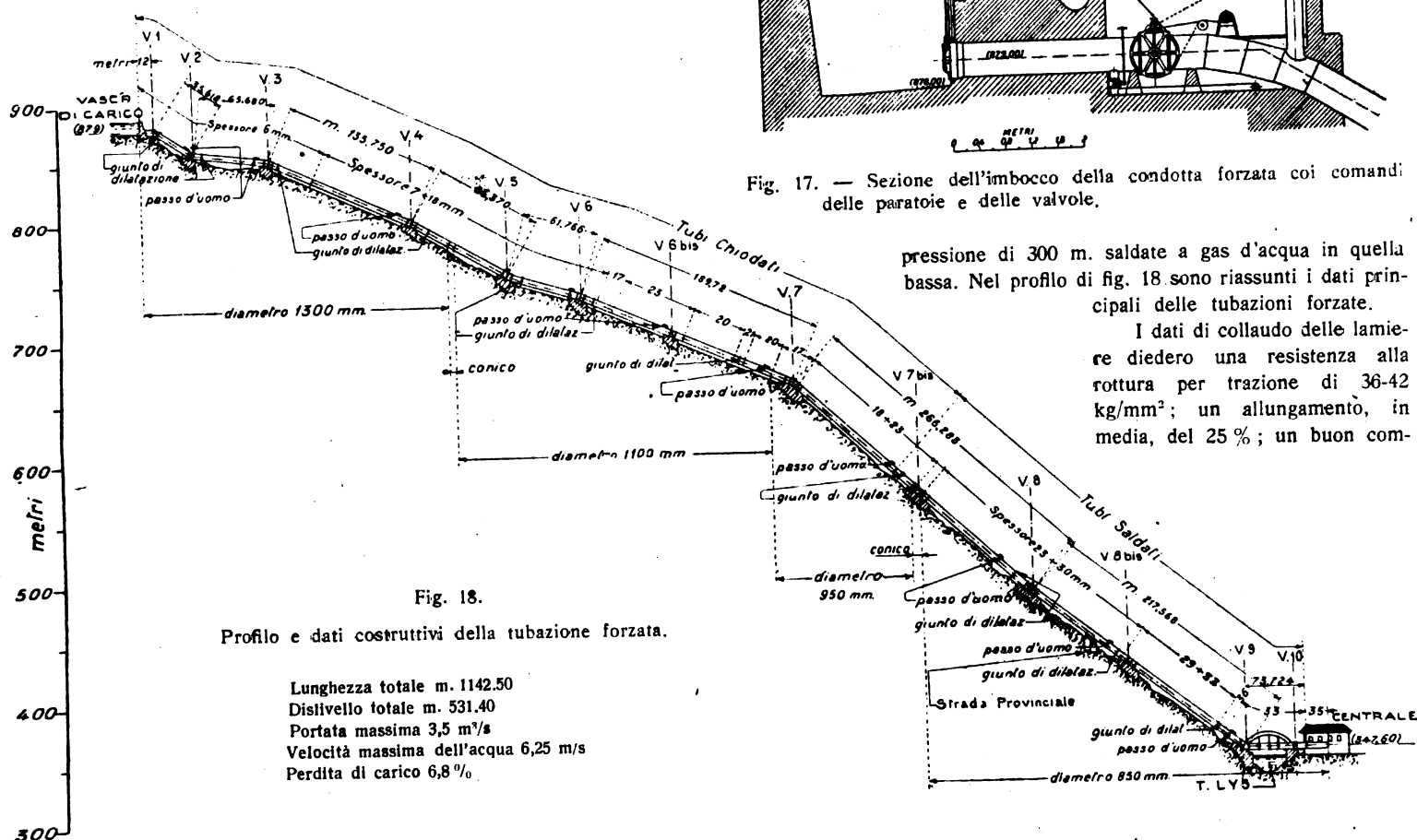


Fig. 17. — Sezione dell'imbocco della condotta forzata coi comandi delle paratoie e delle valvole.



pressione di 300 m. saldate a gas d'acqua in quella bassa. Nel profilo di fig. 18 sono riassunti i dati principali delle tubazioni forzate.

I dati di collaudo delle lamiere diedero una resistenza alla rottura per trazione di 36-42 kg/mm²; un allungamento, in media, del 25 %; un buon com-

Per impedire, poi, lo schiacciamento dei tubi in caso di rapido vuotamento sono disposti, su ogni condotta, un camino ed una valvola automatica di rientrata d'aria.

portamento alle prove di resilienza ed un'ottima composizione chimica.

Gli spessori vennero calcolati in modo che il materiale lavorasse

in condizioni normali, a non più di 7 kg/mm^2 . Ogni tubo venne provato in officina a 1,5 volte la pressione statica per 15', martellando la saldatura durante la prova.

Il diametro varia da 1300 a 850 mm.; lo spessore da 6 a 35 mm.

La lunghezza totale di ogni condotta è di m 1142,50; la pressione statica di m 539.40 (il dislivello teoricamente utilizzabile è di m. 542.50); ai vertici delle livellette vi sono 10 ancoraggi, di cui particolarmente importante quello dell'inizio del collettore, che deve resistere ad una spinta notevolissima.

La perdita di carico con la portata massima di $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (velocità massima $6,25 \text{ m/s}$) è di m. 36,75 cioè del 6,8 %.



Fig. 19. — Attraversamento del fiume Lys presso la centrale di Pont S. Martin.

La strada provinciale è attraversata da un ponte in muratura; il Lys mediante un caratteristico ponte ad arco in cemento armato (vedi figura 19).

Lateralmente alla tubazione corre il piano inclinato di servizio.

Il collettore è dietro la centrale ed esterno ad essa (vedi fig. 22);

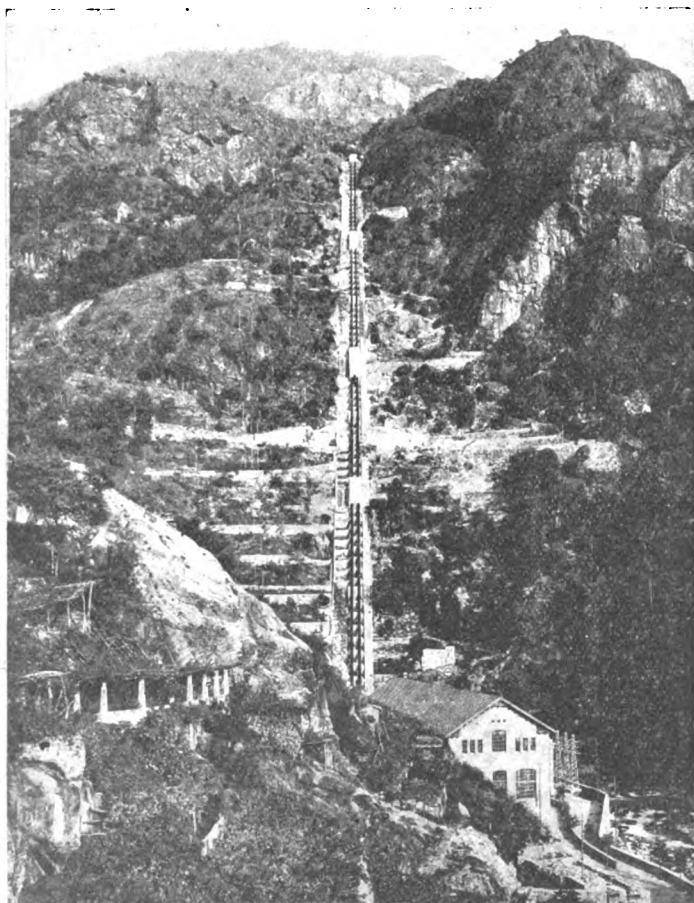


Fig. 20. — Fotografia della Centrale generatrice di Pont S. Martin colla tubazione forzata.

è munito di due scarichi di fondo e di cinque derivazioni; una per le turbine delle eccitatrici e quattro per le turbine degli alternatori.

È prevista la installazione di saracinesche di sezionamento e l'innesto di altre tubazioni e derivazioni.

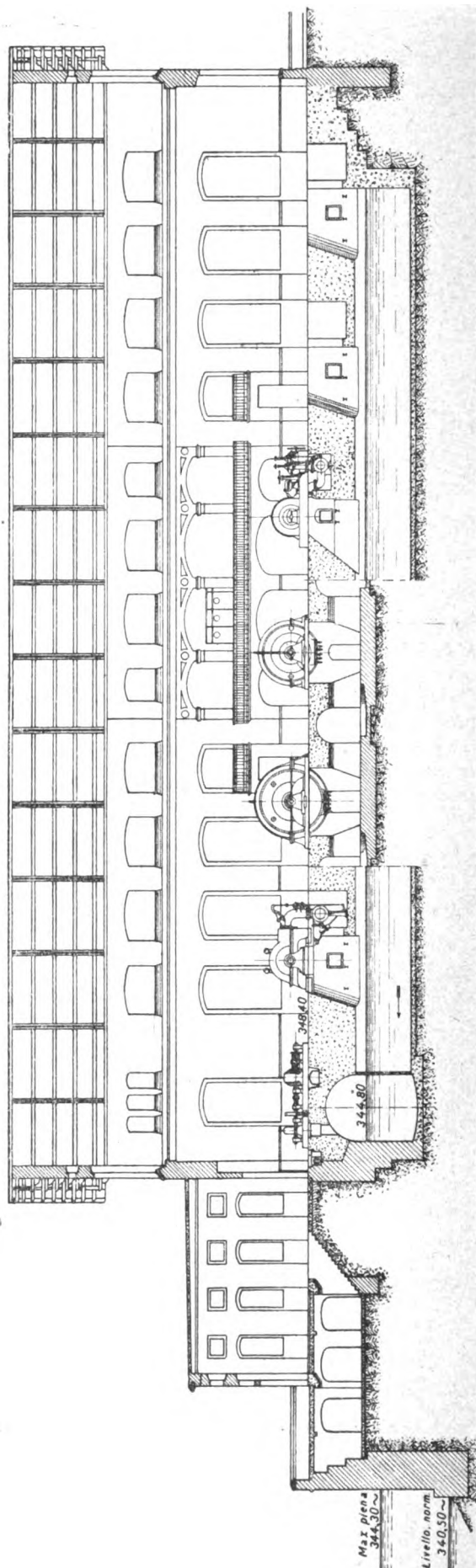


Fig. 21. — Centrale in Pont S. Martin - Sezione longitudinale.

9. - Centrale ed edificio dei trasformatori.

La centrale è situata sulla destra del Lys nel paese di Pont Saint-Martin, presso il notissimo ponte ad arco che risale all'Impero romano; il vasto edificio — costruito in pietra da taglio — si inqua-

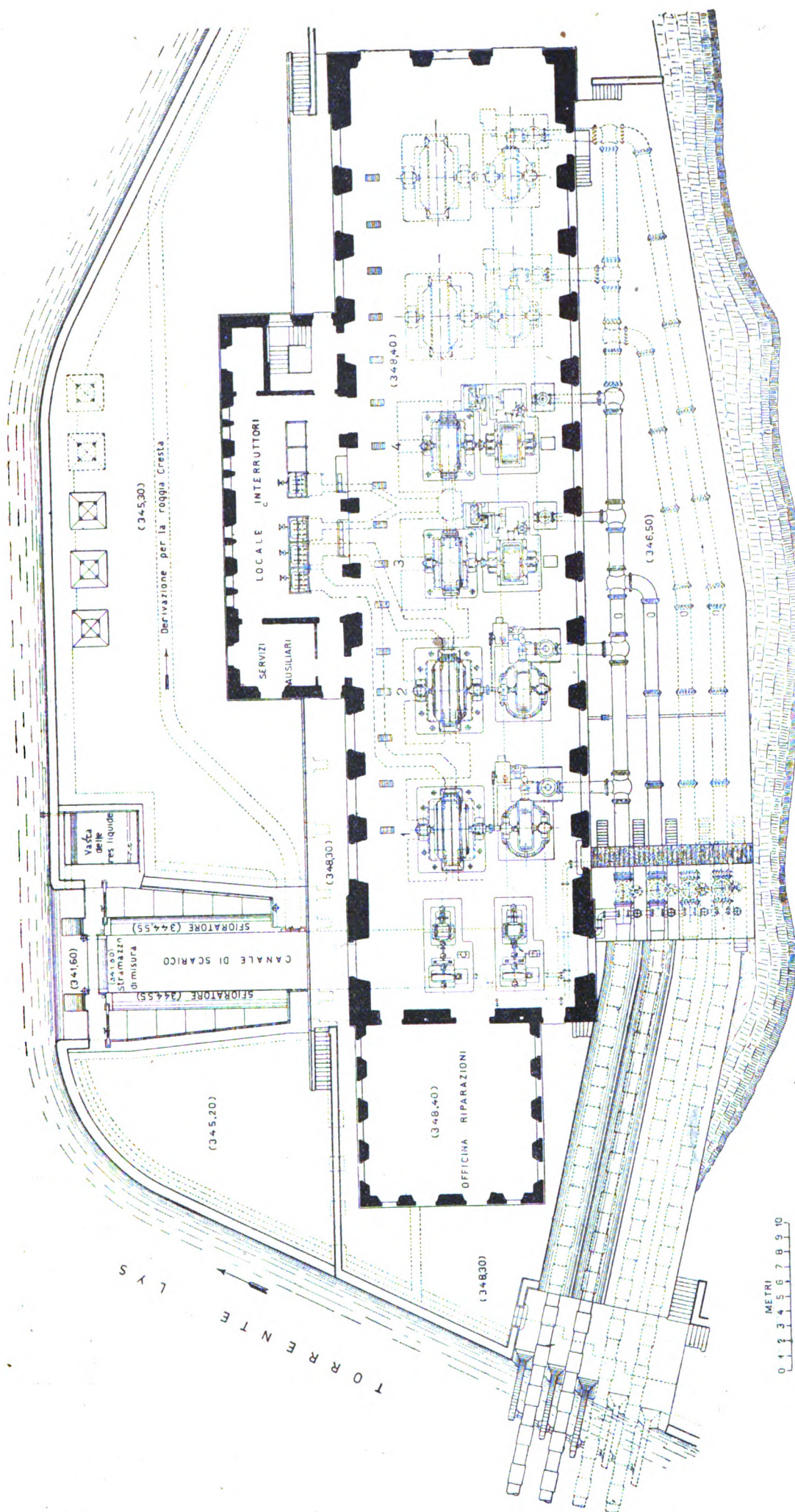


Fig. 22. — Centrale di Pont S. Martin - Planta.

dra bene nel paesaggio caratteristico della prima borgata della Valle d'Aosta.

Un vasto piazzale — nel quale è ricavato il canale di scarico e la vasca per il reostato di prova — circonda la centrale, che si può considerare divisa in due parti: la sala macchine e i locali per l'apparecchiatura elettrica, con un'appendice per l'officina meccanica.

La sala macchine è lunga 65 m., larga 13,80 m., alta m. 8,40 al piano di scorrimento della gru e 12 m. all'imposta delle capriate; l'asse maggiore è parallelo al collettore che — come abbiamo detto — è esterno; il tetto è in tegole marsigliesi, sostenuto da capriate in ferro.

Attualmente sono installati; due gruppi per l'eccitazione, due gruppi da 10 000 kW e due da 5 000 kW; è prevista l'installazione di altri gruppi da 10 000 kW. La gru a ponte, con comandi elettrici ed a mano, ha una portata di 40 tonnellate. Nel sottoterraneo della sala macchine vi sono le fosse degli alternatori, il corridoio per l'aria di ventilazione ed il passaggio dei cavi e delle sbarre per l'eccitazione, i cunicoli d'accesso alla parte inferiore delle turbine, ed il canale di scarico.

La parte riservata alla apparecchiatura elettrica costituisce un corpo sporgente dell'edificio. Nel sottoterraneo vi sono i reostati, le celle per l'arrivo dei cavi dagli alternatori e per i trasformatori di tensione, la batteria di accumulatori, le pompe per l'acqua di circolazione dei cuscinetti e dei regolatori e ripostigli vari; al pianterreno vi sono i quadri per la corrente continua, gli interruttori di macchine, le sbarre, i trasformatori per i servizi ausiliari e un ufficio per il capo centrale; al primo piano, le uscite delle linee che vanno all'edificio dei trasformatori, con gli scaricatori relativi; i quadri per gli alternatori, per le eccitrici, per i wattmetri registratori, per i comandi degli organi di chiusura delle tubazioni e per i servizi ausiliari, e la cabina telefonica.

L'edificio dei trasformatori. — Come si disse, è separato dalla centrale, e precisamente dall'altra parte del Lys, sopra un poggio che strapiomba sul torrente (località Roc.).

Vi si accede dalla centra-

le mediante un ripido sentiero scavalcando il Lys sopra la condotta forzata, oppure dalla strada provinciale di Gressoney sottopassando una breve galleria. È disposta anche una piccola teleferica a contrappeso.

Anche per questo edificio si è adottata la costruzione in pietra da taglio; i solai sono in cemento armato, il tetto è piano.

È costituito da tre piani che contengono: al pianterreno 15 camere per i trasformatori (attualmente installati nove monofasi da 4100 kVA e due trifasi da 1000 kVA), con porte in ferro che danno su un porticato, le celle per gli interruttori a 75 000 volt; il locale per i quadri e per i telefoni. Al primo piano: l'arrivo delle linee per la Centrale e le sbarre a 75 000 volt, al secondo piano le uscite linee con i relativi scaricatori. In testa al porticato prima menzionato v'è il locale per la riparazione dei trasformatori, che è alto come tutto l'edificio ed è servito da una gru a ponte con comando a mano, portata 30 tonnellate.

Tutto attorno v'è un ampio piazzale, dove arriva la teleferica dalla centrale. (Continua).

FUNZIONAMENTO DELL'ARCO POULSEN SU CIRCUITI ACCOPPIATI

G. PESSON

1. — Durante le prove eseguite allo scopo di utilizzare l'arco Poulsen per la radiotelegrafia (¹), fui indotto ad usare l'arco stesso in un circuito primario, induttivamente accoppiato con l'antenna. Fin d'allora, vennero in luce alcuni fenomeni complessi che non ebbero occasione di chiarire. In particolare modo furono notati fenomeni di instabilità e difficoltà nel riprodurre, in successive accensioni dell'arco, identiche condizioni di corrente e di lunghezza d'onda.

Una certa luce sull'argomento gettano gli interessanti studi di Harms (²), di Seitz (³), di Burstyn (⁴) ed altri, relativi specialmente a circuiti alimentati con valvole. La possibilità di salti di frequenza è chiaramente dimostrata, ma nessuno di questi studi sembra veramente decisivo e controllato dalla esperienza, per quanto concerne l'arco Poulsen. Recentemente, in vista della opportunità di usare l'accoppiamento induttivo anche nel caso di archi di grande potenza — allo scopo di ridurre i disturbi — ho dovuto riprendere in esame la questione ed approfondirla, giungendo a qualche risultato interessante specialmente perchè sottoposto ad effettiva verifica sperimentale.

Il funzionamento dell'arco inserito in un circuito primario accoppiato ad altro circuito si differenzia notevolmente sia da quello di uno spinterometro normale, sia da quello di un generatore di alta frequenza elettromeccanico. Lo spinterometro eccita il sistema dei due circuiti in modo discontinuo ed a rilevanti intervalli di tempo; l'apporto di energia dal generatore al primario è praticamente nullo durante le oscillazioni e la quantità totale di energia inizialmente immagazzinata nel circuito primario si dissipa senza che nuova energia venga rifornita al sistema oscillante. Il sistema vibra con una oscillazione complessa che si può, in generale, scindere in due oscillazioni smorzate coesistenti, aventi frequenza diversa tra loro e dalla frequenza naturale dei due circuiti quando considerati isolatamente.

Nel caso dell'alternatore la frequenza è invece determinata esclusivamente dalla macchina, ed, a regime, si ha una corrente di un'unica frequenza. Sono particolarmente interessanti, perchè intimamente legate ai complessi fenomeni di risonanza, le frequenze della f. e. m. applicata per le quali lo sfasamento fra la corrente primaria e la tensione è nullo.

Tali frequenze risultano dalla equazione:

$$(1) \quad X'_1 = X_1 - \frac{M^2 \omega^2}{Z_2^2} X_2 = 0$$

(¹) G. PESSON. - *L'Elettrotecnica* 15 ott. 1921, vol. 8 N. 28 pag. 617 e Pubblicazione n. 16 dell'I.E.R.T.

(²) F. HARMS. - *Jahrb. f. drahtl. Tel.* 1920, vol. XV, n. 7, pag. 443. *L'Elettrotecnica* 15 ottobre 1921, vol. 8 n. 28, pag. 625 e *Bollettino R. T.* Vol. II n. 16 pag. 106.

(³) W. SEITZ. - *Jahrb. f. drahtl. Tel.* 1920, vol. XV, n. 6, pag. 460. *L'Elettrotecnica* 15 ottobre 1921 vol. 8, n. 28, pag. 627 e *Bollettino R. T.* vol. II n. 16, pag. 11.

(⁴) W. BURSTYN. - *E. T. Z.* 2 dicembre 1920, vol. XL, n. 48, pagina 951. *L'Elettrotecnica* 15 ottobre 1921 vol. 8, n. 28, pag. 628 e *Bollettino R. T.* vol. II n. 16, pag. 115.

ω = pulsazione;

X'_1 = reattanza totale del primario, tenendo conto dell'effetto del secondario;

X_1 = reattanza del primario, considerato a sè;

X_2 = reattanza del secondario, considerato a sè;

X^2 = reattanza del secondario, considerato a sè;

M = coefficiente di mutua induzione.

La (1) è una cubica in ω che ammette quindi tre radici, corrispondenti, quando tutte e tre reali, a tre frequenze non reattive, laddove si ha una sola frequenza, quando due radici sono immaginarie.

La (1) si può risolvere (⁵) graficamente tracciando in funzione di ω le curve corrispondenti a X_1 ed a $\frac{M^2 \omega^2}{Z_2^2} X_2$. Le radici si hanno in corrispondenza delle ascisse dei punti d'incontro delle due curve. Le correnti corrispondenti a questi valori di frequenza, per i quali la reattanza totale del primario è nulla, si calcolano facilmente con le note formule della teoria dei trasformatori.

In particolare modo se E è la f. e. m. applicata al primario, R_1 la resistenza del primario ed R_2 quella del secondario si ha

$$R'_1 = R_1 + \frac{M^2 \omega^2}{Z_2^2} R_2$$

$$I_1 = \frac{E}{R'_1}$$

$$I_2 = I_1 \frac{M \omega}{Z_2}$$

In questo caso si intende che ω deve avere uno dei valori che soddisfano alla (1) ed R'_1 rappresenta la resistenza totale del primario, tenendo conto dell'effetto del secondario.

2. — In qual modo dovremo considerare le oscillazioni prodotte dall'arco? È noto che l'arco Poulsen normale si spegne ad ogni periodo per un tempo brevissimo; questi spegnimenti periodici « danno il passo » non è possibile, in generale, che in un circuito alimentato dall'arco Poulsen coesistano intense correnti di frequenze leggermente diverse come accade nei circuiti con spinterometri, quando si hanno battimenti. La corrente che prima arriva a spegnere l'arco periodicamente, prevale su tutte le altre. Come nel caso dell'alternatore si deve dunque avere un'unica frequenza.

Ma l'arco non ha frequenza propria come le macchine e le frequenze che si determinano nei circuiti dipendono dalle caratteristiche dei circuiti stessi. Poichè le oscillazioni sono praticamente sinusoidali, non smorzate, sembra logico supporre che la frequenza che si determina nei circuiti accoppiati possa essere una di quelle per le quali il fattore di potenza primario è 1, una delle frequenze, cioè, date dalla (1), e precisamente quella per la quale R'_1 è minore.

Questa frequenza, in pratica, differisce leggermente da una delle frequenze naturali del sistema dei due circuiti accoppiati. Tali frequenze possono, infatti, essere ricavate dalla equazione

$$(2) \quad Z_1 = \frac{M^2 n^2}{Z_2}$$

in cui Z_1 e Z_2 sono le impedenze primaria e secondaria, nelle quali la pulsazione n è introdotta come una quantità complessa (velocità angolare generalizzata) (⁶). La (2) è una equazione di quarto grado in n e le quattro radici possono essere complesse a due a due coniugate, dimostrandosi così la presenza di due oscillazioni distinte con diverso smorzamento e frequenza. Ora quando le resistenze sono molto piccole così da poter essere trascurate rispetto alle reattanze, la (1) e la (2) coincidono.

Dall'ipotesi che l'arco scelga, per oscillare, una delle frequenze non reattive del circuito, ipotesi che deve essere confermata dalla esperienza, si traggono alcune importanti conclusioni.

3. — Ci riferiremo ad un caso concreto che permette di chiarire il procedimento e facilitare le conclusioni. Poniamo che si voglia investigare teoricamente il comportamento di un arco inserito in un circuito primario avente le seguenti costanti:

$C_1 = 20 \text{ m } \mu\text{F}$, $R_1 = 2 \text{ Ohm}$, induttanza variabile con continuità a scopo di regolazione, a piacere dell'operatore, da 1250 μH a 2600 μH .

Il circuito sia accoppiato con un coefficiente di mutua induzione $M = 200 \text{ } \mu\text{H}$, ad un circuito secondario avente le seguenti costanti:

$$C_2 = 13 \text{ m } \mu\text{F}, L_2 = 2662, R_2 = 3 \text{ Ohm}.$$

(⁵) PRINCE: *Proceedings radio engineers*, Vol. II, n. 4, agosto 1923.

(⁶) BUSH. - *The coupled circuits by the method of generalized angular velocities*, *Proceedings radio engineers*, vol. V n. 1, febbraio 1917.

KENNEL. - *The impedances, angular velocities, and frequencies of oscillating circuits*, *Proceedings radio engineers*, vol. IV, n. 1, febbraio 1916.

Tabella 1.

		$C_1 = 0,020 \mu F$	L_1 variabile	$R_1 = 2 \text{ Ohm}$	$M = 200 \mu H$	$C_2 = 0,013 \mu F$	$L_2 = 2662 \mu H$	$R_2 = 3 \text{ Ohm}$		
1 ^a	ω_1	140.000	150.000	160.000	165.000	170.000	175.000	180.000	190.000	200.000
2 ^a	L_1	2551 μH	2222	1953	1837	1730	1633	1543	1385	1250
3 ^a	ω'	139.100	145.000	156.850	160.000	162.350	164.350	165.700	167.400	168.200
	ω''	170.950	171.800	174.200	176.200	178.800	182.150	185.800	194.400	203.800
4 ^a	Z_2'	182.7	144.5	73.0	55.0	41.7	30.6	23.3	14.2	10.0
	Z_2''	5.9	10.0	22.3	32.6	45.9	62.7	80.6	121.8	165.0
5 ^a	R_1'	2.07	2.12	2.44	3.02	3.82	5.45	8.07	13.63	36.21
	R_1''	102.2	37.80	9.32	5.50	3.82	3.01	2.64	2.31	2.18
6 ^a	I_1'	145	141.5	123	99.5	78.6	55.0	37.2	16.1	8.3
	I_1''	2.9	7.9	32.2	54.6	78.6	99.5	113.8	130.1	137.4
7 ^a	I_2'	22.1	28.4	52.9	57.9	61.2	59.0	52.9	37.9	27.8
	I_2''	17.0	27.4	50.3	58.9	61.2	57.9	52.4	41.5	33.9

Come si è detto, occorre anzitutto risolvere l'equazione

$$X_1 = \frac{M^2 \omega^2}{Z_2^2} X_2$$

per determinare le frequenze corrispondenti a reattanza totale primaria nulla. A tal uopo si è tracciata (fig. 1) la curva rappresentante

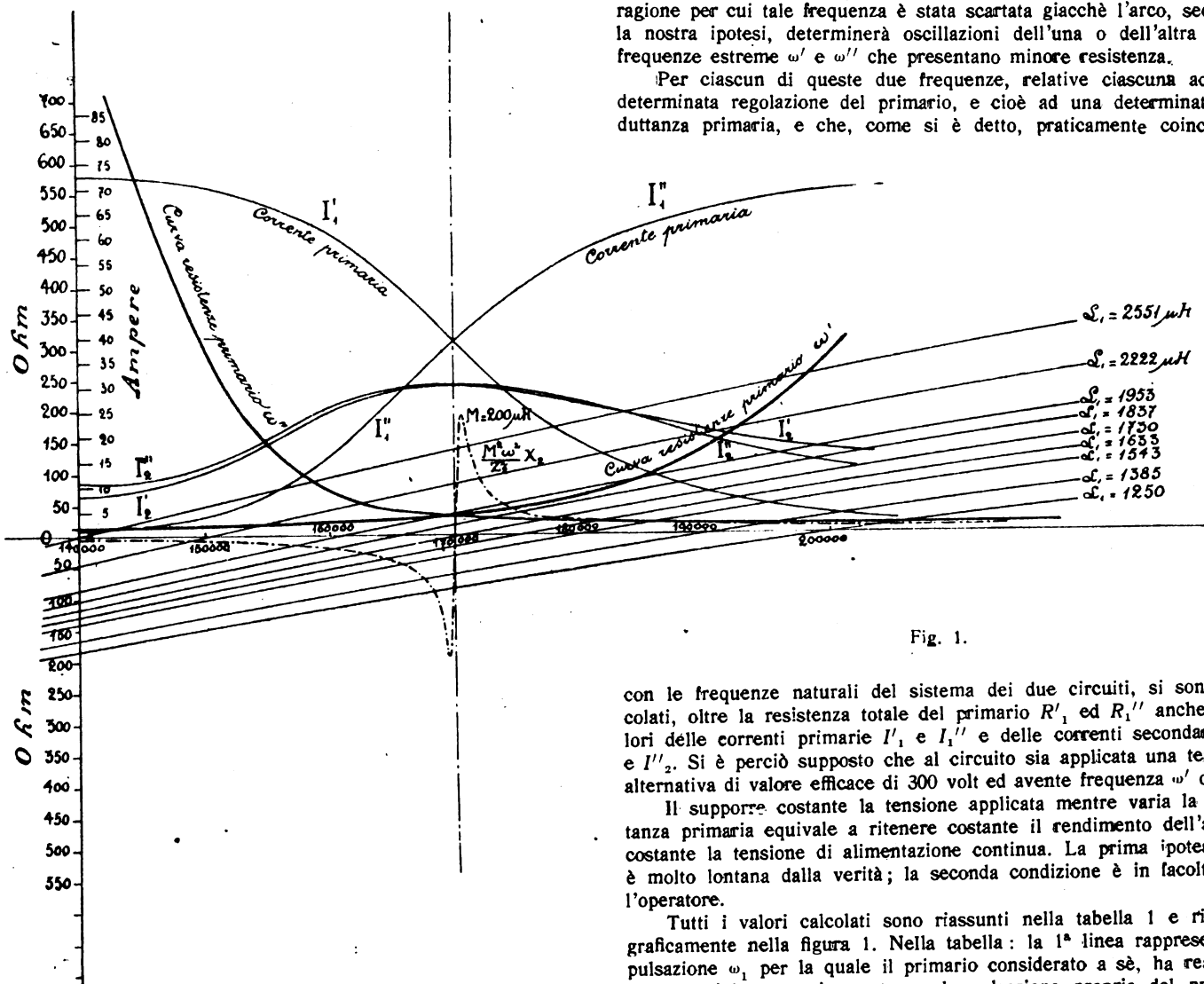


Fig. 1.

l'espressione $\frac{M^2 \omega^2}{Z_2^2} X_2$ in funzione di ω ed una famiglia di curve rappresentanti X_1 pure in funzione di ω e relative, ciascuna, ad una data induttanza primaria. I punti di incontro delle X_1 e della $\frac{M^2 \omega^2}{Z_2^2} X_2$ definiscono le tre frequenze possibili per ciascuna regolazione. Si è calcolata per ciascuna di queste frequenze l'espressione

$$R_1 + \frac{M^2 \omega^2}{Z_2^2} R_2$$

che dà la resistenza complessiva del primario, tenuto conto dell'effetto del secondario.

Si è subito notato che, per ciascun valore dell'induttanza primaria la resistenza corrispondente alla frequenza intermedia tra le tre possibili e cioè corrispondente all'incontro delle X_1 col tratto quasi verticale della $\frac{M^2 \omega^2}{Z_2^2} X_2$ è grandemente superiore alle altre; ragione per cui tale frequenza è stata scartata giacché l'arco, secondo la nostra ipotesi, determinerà oscillazioni dell'una o dell'altra delle frequenze estreme ω' e ω'' che presentano minore resistenza.

Per ciascun di queste due frequenze, relative ciascuna ad una determinata regolazione del primario, e cioè ad una determinata induttanza primaria, e che, come si è detto, praticamente coincidono

con le frequenze naturali del sistema dei due circuiti, si sono calcolati, oltre la resistenza totale del primario R_1' ed R_1'' anche i valori delle correnti primarie I_1' e I_1'' e delle correnti secondarie I_2' e I_2'' . Si è perciò supposto che al circuito sia applicata una tensione alternativa di valore efficace di 300 volt ed avente frequenza ω' od ω'' .

Il supporto costante la tensione applicata mentre varia la induttanza primaria equivale a ritenere costante il rendimento dell'arco e costante la tensione di alimentazione continua. La prima ipotesi non è molto lontana dalla verità; la seconda condizione è in facoltà dell'operatore.

Tutti i valori calcolati sono riassunti nella tabella 1 e riportati graficamente nella figura 1. Nella tabella: la 1^a linea rappresenta la pulsazione ω_1 per la quale il primario considerato a sè, ha reattanza nulla e cioè — praticamente — la pulsazione propria del primario quando isolato; la 2^a linea le relative induttanze primarie; la 3^a linea le due pulsazioni ω' ed ω'' ; la 4^a linea le impedenze secondarie; la 5^a linea le resistenze totali primarie; la 6^a linea le correnti primarie; la 7^a le correnti secondarie. Nelle curve della fig. 1 tutti questi elementi sono ugualmente dati in funzione della pulsazione ω_1 . I calcoli relativi a questo esempio sono stati tutti eseguiti dal collega Comandante A. Rispoli.

4. — Dall'esame delle curve si può prevedere anzitutto un interessante fenomeno.

Se il circuito primario ha tale induttanza che la sua reattanza sia nulla per la stessa frequenza per la quale è nulla la reattanza del secondario ($1730 \mu H$), e cioè i due circuiti sono praticamente isocroni, le resistenze totali del primario sono uguali per le due possibili oscillazioni di pulsazione ω' e ω'' e quindi le due oscillazioni potrebbero innescarsi indifferentemente. Se invece il primario ha induttanza maggiore di quella corrispondente alla regolazione precedente, l'oscillazione di pulsazione ω' presenta minore resistenza, e però, secondo la nostra ipotesi, sarà quella oscillazione che si innescerà.

Se si sintonizza lentamente il primario manovrando l'induttanza a partire da valori in eccesso, si manterrà l'oscillazione più lenta ω' , la cui pulsazione si modifica leggermente e gradualmente fino a raggiungere la risonanza per il valore $\omega' = 162350$. L'onda emessa, se il secondario è un aereo, corrisponderà quindi alla pulsazione 162350. Se invece il primario è dotato inizialmente di induttanza più piccola di quella corrispondente all'isocronismo, sarà l'oscillazione ω'' che si innescerà. Ripetendo il medesimo ragionamento giungeremo alla conclusione che, sintonizzando il primario con valori crescenti di induttanza del variometro, avremo la risonanza con una pulsazione 178800 e quindi avremo un'onda emessa diversa da quella precedente.

Risulta così che l'onda irradiata potrà essere diversa a seconda del senso col quale si manovra il variometro primario per portarsi in risonanza. Al passaggio per la risonanza si deve avere un brusco salto di frequenza e quindi di lunghezza d'onda.

Dobbiamo tuttavia attenderci, per la proprietà dell'arco di mantenere « il passo », la possibilità che, manovrando lentamente il variometro primario al di là della risonanza, l'oscillazione già innescata, ad es., ω' , possa persistere anche se la relativa resistenza diviene alquanto maggiore di quella relativa ad ω'' , ma che una piccola variazione nella condizione del circuito possa determinare o lo spegnimento dell'arco od il salto di frequenza.

Date le inevitabili irregolarità dell'arco è anche probabile che, quando i due circuiti sono in risonanza o quasi, e quindi le due resistenze corrispondenti alle due frequenze ω' e ω'' sono quasi eguali, le due oscillazioni si innescano saltuariamente e successivamente; in questo caso la condizione di risonanza non è raggiungibile utilmente, perchè corrisponde a una regione di instabilità di frequenza che rende il dispositivo inadatto ad un sistema di trasmissione r. t. Una regolazione pratica dovrebbe quindi avvicinarsi alla risonanza senza cadere nella zona di instabilità di frequenza.

5. — Tali osservazioni devono essere tenute anche presenti nello stabilire il sistema di manipolazione, quando questo consista nel chiudere in corto circuito un tratto di induttanza primaria o secondaria. Supposto infatti di aver sintonizzati i due circuiti avremo, nel nostro caso, l'una o l'altra delle due pulsazioni 162350 (ω') o 178800 (ω'') a seconda del modo col quale saremo giunti alla risonanza. Se manipoliamo chiudendo in corto circuito un tratto della induttanza primaria, ciò equivarrà a passare da una curva X_1 ad un'altra curva X_2 spostata verso destra. Poniamo per esempio che si passi alla curva corrispondente all'ascissa 175000. La resistenza per l'oscillazione ω' sarà aumentata, quella per l'oscillazione ω'' sarà diminuita. Se quindi si era regolato l'apparato per l'oscillazione più lenta ω' (162350) vi sarà pericolo di un salto di frequenza durante la manipolazione (brusca variazione); se il circuito è invece regolato per ω'' (178800) non vi sarà questo pericolo. La seconda regolazione sarebbe, quindi, più corretta.

In pratica probabilmente non si potrà realizzare la risonanza, ma solo avvicinarvisi, per evitare di essere nella zona di instabilità di frequenza; occorre allora che la manipolazione allontani dalla risonanza per non cadere nella zona stessa.

6. — È interessante calcolare le correnti secondarie e primarie corrispondenti all'isocronismo per diversi valori dei coefficienti di mutua induzione M . Nel nostro caso eseguendo i calcoli per $M = 100 \mu H$, $M = 200 \mu H$, $M = 400 \mu H$ si trovano identici valori per le correnti secondarie.

Fisicamente ciò si spiega facilmente giacchè, stringendo l'accoppiamento, la frequenza si allontana dal valore per il quale è nulla la reattanza del circuito secondario e l'aumento di f , e. m. dovuto all'aumento di M è controbilanciato dall'aumento di impedenza del circuito secondario stesso.

7. — Queste considerazioni teoriche sono state sottoposte ad una accurata verifica sperimentale. Si è realizzato a tal fine — presso la stazione radio di Spezia — lo schema rappresentato dalla fig. 2. L'aereo A avente una capacità statica di $3,90 m\mu F$ fu accoppiato al circuito primario mediante il jigger PL_2 avente un coefficiente di mutua induzione di $168 \mu H$. La lunghezza d'onda dell'aereo avente in serie la induttanza L_2 era di circa 3700 m. La capacità primaria fu misurata di $3,70 m\mu F$. L'induttanza poteva essere variata fra ampi limiti col variometro L_1 , situato in modo che la sua mutua induzione

con L_2 fosse nulla. Misurati i valori di L_2 , L_1 , P , M , si è calcolato il coefficiente di accoppiamento tra i due circuiti $k_0 = 0,18$ corrispondente al valore di L_1 , per il quale la lunghezza d'onda propria del primario è di 3700, uguale cioè a quella del secondario. Eccitato il primario con una cicala si sono misurate le due onde di accoppiamento trovando un valore di k_0 praticamente identico a quello ottenuto con la misura separata delle induttanze e di M .

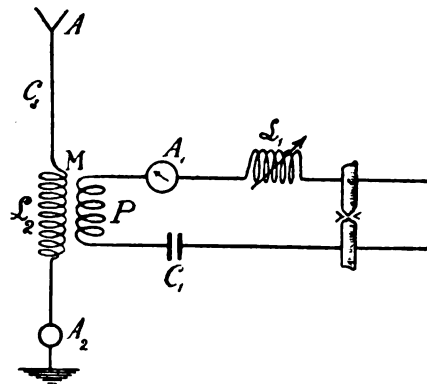


Fig. 2.

Messo anzitutto il variometro nella posizione di minima induttanza ($x = 0$) si è acceso l'arco e si sono poi misurati i valori di I_1 , I_2 e delle lunghezze d'onda per le successive posizioni della manopola del variometro spostata successivamente di 10° in 10° . I valori ottenuti sono riportati nella fig. 3 (curve aventi le frecce indirizzate verso destra).

Si nota che la corrente primaria, la corrente secondaria e la lunghezza d'onda fanno un brusco salto al momento del passaggio attraverso l'isocronismo. In particolare la lunghezza d'onda varia bruscamente di circa 670 metri assumendo prima e dopo il salto valori praticamente identici a quelli delle due onde coesistenti nel caso di eccitazione con cicala e prima determinata sperimentalmente.

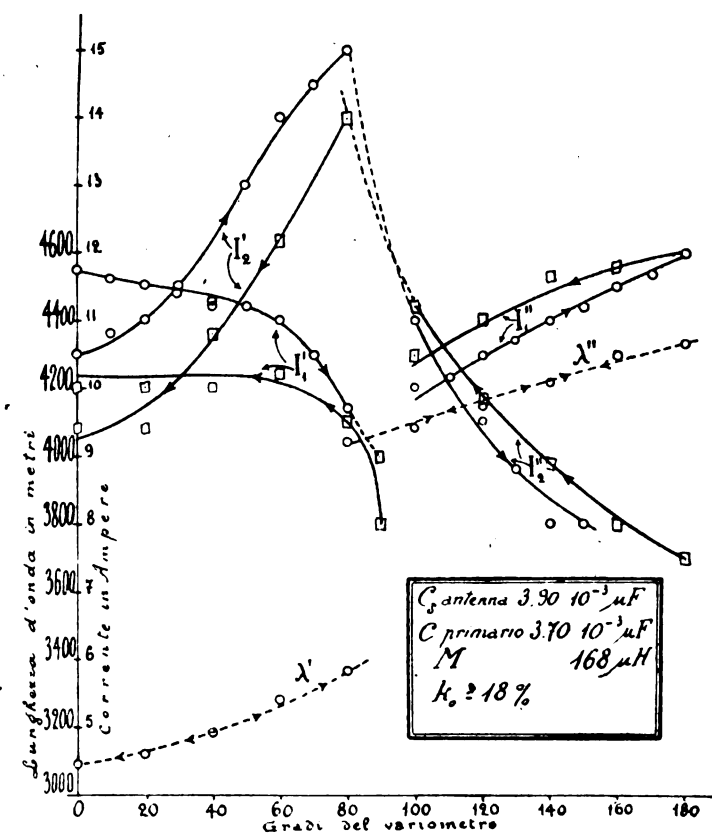


Fig. 3.

Partendo invece dal valore massimo della induttanza primaria (manopola del variometro a 180°) si percorrono le curve segnate con freccia verso sinistra che hanno lo stesso andamento di quelle prima determinate. Le differenze dei valori di I_1 ed I_2 dipendono dalle diverse condizioni dell'arco nelle due accensioni. I valori della lunghezza d'onda sono assolutamente identici.

Nelle curve teoriche dedotte col calcolo, i valori di I_1 ed I_2 prima e dopo la risonanza risultano perfettamente raccordati. Nel caso

pratico vi è invece un notevole salto da attribuirsi al fatto che l'antenna — e cioè il secondario — offre una resistenza più grande per la lunghezza d'onda più grande, perchè il funzionamento avviene nel tratto ascendente della curva di resistenza dell'antenna. Al passaggio attraverso l'isocronismo si ha quindi anche un salto di resistenza.

Tenendo il variometro nei pressi di 90° e cioè nella posizione corrispondente all'isocronismo, si ha una interessante conferma del fenomeno di cui è cenno al paragrafo 4. Gli strumenti A_1 ed A_2 divengono irrequieti, e le loro indicazioni subiscono sbalzi irregolari, dando così indizio certo di un passaggio brusco e saltuario dall'una all'altra frequenza. A riprova di ciò si sono usati due ondometri sistemati nei pressi dell'aereo, uno regolato per l'onda di 3370 e l'altro per l'onda di 4040, e cioè per le due onde ai limiti del salto. I due osservatori sentivano al tikker alternativamente il suono prodotto dall'arco ed il passaggio di frequenza poteva essere seguito osservando le indicazioni degli amperometri.

L'esperienza ripetuta con accoppiamento più lento dette lo stesso risultato, salvo, naturalmente, i valori delle onde ai limiti del salto finchè, con accoppiamento lentissimo, il salto non fu più percettibile, giacchè le due frequenze praticamente coincidevano.

Si è trovata una buona regolazione pratica corrispondente a 70° del variometro; la manipolazione fatta chiudendo in corto circuito un tratto del primario allontanava l'oscillazione dalla zona di instabilità ed avveniva in modo soddisfacente. Con accoppiamento molto lento una variazione estremamente piccola di induttanza primaria fa cadere la corrente secondaria quasi a zero, rendendo la manipolazione molto facile e sicura. La estrema sensibilità della corrente di antenna che si ha in tal caso al variare della sintonia dimostra la necessità già praticamente sperimentata di usare in radiotelegrafia accoppiamenti lentissimi per avere una buona modulazione.

8. — A queste prove interne furono fatte seguire prove di effettiva trasmissione tra Spezia e Roma. I risultati sono riassunti nella seguente tabella:

Accoppiamento al trasmettitore (Spezia)	Sintonia	Risultato al ricevitore (Roma)
Lentissimo	Primario leggermente più corto del secondario.	Nota buona - forza segnali 7 (1).
Idem	Primario e secondario sintonizzati.	Idem
Accoppiamento stretto (18%)	Primario più corto del secondario (variometro a 70°) strumenti termici stabili.	Nota buona - forza segnali 9
Idem	Primario e secondario sintonizzati - strumenti termici irrequieti.	Ricezione impossibile perchè i segni risultano spezzati.

L'esperienza è quindi molto concludente e di notevole importanza pratica perchè chiarisce il modo di regolare i circuiti accoppiati alimentati dall'arco e dimostra:

1) La necessità di una leggera dissintonia per ottenere la indispensabile stabilità di funzionamento;

2) La necessità di portarsi nei pressi della risonanza sempre allo stesso modo — cioè per valori crescenti o decrescenti nel variometro — per ripetere in successive regolazioni gli stessi valori di corrente e di lunghezza d'onda;

3) La necessità di tener conto del senso nel quale si deve variare la sintonia con la manipolazione per non cadere nella zona di instabilità.

L'esperienza ha anche un certo interesse didattico perchè chiarisce il modo di oscillare dei circuiti accoppiati.

(1) Scala della forza dei segnali: 1. appena percettibili - 2. molto deboli - 3. appena leggibili - 4. deboli - 5. abbastanza bene - 6. bene - 7. forti - 8. molto forti - 9. fortissimi.

Errata-corrige.

N. 32. - Articolo C. Della Salda. A pag. 771 portare la riga 10ª al di sotto della fig. 2.

A pag. 772 nel denominatore della seconda equazione (9) si aggiunga il fattore moltiplicativo $\pm s$.

PROGRESSI NOTEVOLI DA REALIZZARE NELLA PREPARAZIONE E MESSA IN OPERA DEI MATERIALI DI LINEA □ □

G. B. SERRA

(Continuazione e fine, v. N. 32)

Profilo esterno e superficie di un isolatore telegrafico telefonico.

Trattando del collegamento tra filo di linea ed isolatore, si è visto che ai fini di assicurare la stabilità del sistema e l'integrità del filo, è necessario di eseguire il collegamento stesso in testa all'isolatore nei tronchi in retta, sul collo nei tronchi in curva. Ai medesimi fini è del pari necessario aver legature capaci di far funzionare il relativo appoggio come sostegno di arresto, ed un adattamento del filo di linea nella propria sede, disposto per modo che quest'ultimo riempia l'apposita scanalatura dell'isolatore, calettandovi esattamente, al quale scopo è necessario che le scanalature di testa e di gola dell'isolatore abbiano il diametro di m/m 10.

Ai fini di un sicuro collegamento in testa tra isolatore e filo di linea, è necessario che eguali scanalature siano praticate anche sulle pareti laterali di testa dell'isolatore medesimo, in prosecuzione della scanalatura superiore e raccordate con la scanalatura di gola. Esaminiamo difatti cosa avviene quando si voglia, come usasi in Germania, eseguire il detto collegamento di testa, con isolatori a semplice scanalatura superiore, ma senza canali di raccordo e cioè con pareti laterali lisce. A tale intento conviene riprodurre ancora una volta la figura 25, che rappresenta appunto l'isolatore germanico con testa cilindrica a scanalatura limitata alla sola calotta superiore. Quando dunque pel detto collegamento, i legami vengono stretti sul collo del pezzo e quindi condotti in alto per fissarsi sul filo di linea, non restano fermati in modo alcuno sulle pareti laterali, che sono lisce; e poichè il conduttore, usato sempre nudo, ha diametro assai più piccolo della scanalatura su cui poggiasi, esso con le oscillazioni di linea, finirà con lo spostarsi trasversalmente, oscillando a sua volta per tutta l'ampiezza della scanalatura medesima, senza che i legami verticali possano impedire tali movimenti, giacchè nel caso in discorso, essi restano sollecitati solo lievemente per flessione, e cioè in modo da non opporre resistenza apprezzabile. Cosicchè il conduttore e l'isolatore, sarebbero soggetti a reciproco rapido logoramento.

Ciò costituisce un nuovo difetto dell'isolatore germanico, da aggiungersi a quelli già elencati in precedenza. Le esposte condizioni poi sarebbero senz'altro peggiorate, se in luogo di una superficie cilindrica, la testa avesse superficie a tronco di cono, come è indicato nella sezione *ab* della riportata figura 25.

In queste ultime condizioni si troverebbe anche l'isolatore tipo inglese, fig. 26, se fosse superiormente scanalato; e così pure quello del tipo italiano attuale, se utilizzato per il collegamento in testa del conduttore. Relativamente a quest'ultimo, fig. 9, deve tuttavia notare che i legami liberi, avrebbero minor lunghezza del caso precedente; essi però riuscirebbero piegati, su bordo liscio, sporgente e sfuggente, su cui non avrebbero nessuna presa, mentre d'altra parte il conduttore non troverebbe sicura sede nella scanalatura superiore, breve e poco profonda.

Per un robusto e duraturo collegamento in testa all'isolatore, sono dunque indispensabili anche le scanalature laterali di raccordo, al preciso scopo di guidare e fissare i legami.

*

Per completare l'esame dei particolari concernenti la sagoma esterna della testa di un isolatore telegrafico-telefonico, due rilievi devono ancora esser fatti. Il primo riguarda la necessità per detta parte dell'isolatore, sia di una perfetta levigazione superficiale sia di un profilo ad andamento sfuggente ed a massima inclinazione in ogni punto, per evitare che sulla parte medesima si formino dannosi depositi di polvere, i quali, trattenendo l'acqua piovana, dopo le intemperie e col successivo scorrere di quest'ultima verso il basso, prolunghino poi lo stato di umettazione della sottostante superficie esterna.

Il secondo rilievo riferisce alla necessità di evitare che si verifichi eccesso di materiale non utilizzato, e perciò che le zone di materia inerte vengano eliminate dall'isolatore. Nel precedente studio si è già accennato a ciò, osservando precisamente che la zona esteriore alla linea *ab* nell'isolatore germanico, fig. 25, risulta inservibile. Anche per tal riguardo quindi, è in massima necessario che la superficie di testa abbia ovunque la maggiore possibile inclinazione. Tuttavia non

può senz'altro ricorrersi alla semplice recisione del pezzo secondo la menzionata linea indicativa *a b*, giacchè ad altre necessità, anche di maggior valore tecnico, esso deve soddisfare. Ed invero nell'inclinazione delle zone superficiali, vi è subito un limite sia pel fatto che il pezzo deve consentire l'applicazione dei canali laterali di cui più su è cenno; sia anche pel fatto che lo spessore di testa del pezzo, in nessun punto deve discendere al disotto del valore minimo stabilito dalla pratica per ben sopportare gli sforzi meccanici cui il pezzo medesimo va soggetto; sia infine perchè il complesso del blocco costituente la testa dell'isolatore, deve avere forma piena, bene sviluppata e suscettibile di presa poderosa, tanto con la mano dell'operatore che deve eseguire l'innesto tra isolatore e braccio, quanto con la proposta cinghia a leva del tipo tedesco, per assicurare una robusta esecuzione dello innesto medesimo.

La diversità nei profili delle teste dei vari isolatori, oggi in servizio in Europa è la prova che le varie Amministrazioni non solo non hanno al riguardo un comune criterio di massima, ma nemmeno han riconosciuto le precise funzioni svolte dalla testa di un isolatore. Dette funzioni risultano invece nettamente definite ed hanno tale importanza, da determinare il grado di efficienza dell'intero isolatore e quindi anche dell'impianto.

*

La superficie esterna fin qui presa in considerazione, è completata dalla parete, pure esterna, della campana grande dell'isolatore. Per tale parete, la condizione necessaria affinchè riesca efficiente ai fini

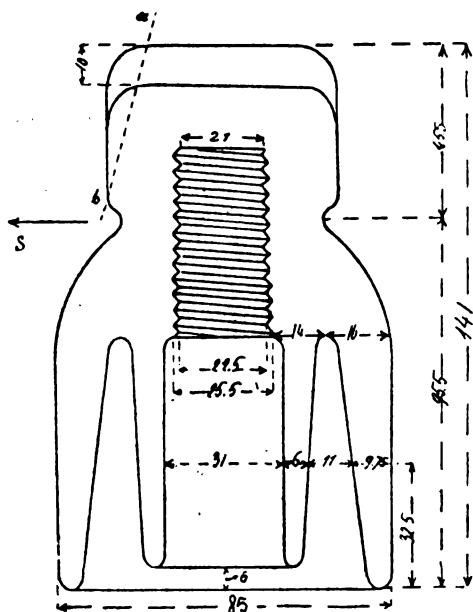


Fig. 25.

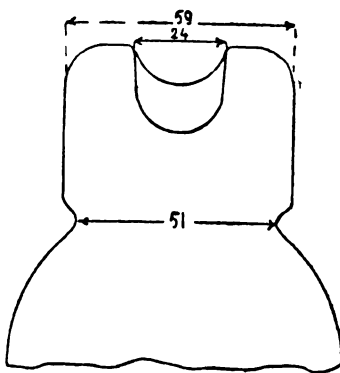


Fig. 26.

dell'isolamento, è ancora una volta che risulti quanto più possibile liscia ed abbia andamento quanto più possibile tendente a quello verticale. Ma qui sorge la inevitabile necessità opposta nel dover, immediatamente al disotto del collo dell'isolatore, rialzare a spalla, ed anche in modo sensibile, la sagoma della superficie in discorso, al doppio intento di irrobustire l'attacco della campana esterna col corpo dell'isolatore, e di poter approfondire il vano esistente tra le due campane, per aumentare lo sviluppo della sezione meridiana del pezzo. In ogni modo resta stabilito che, soddisfatte queste due ultime esigenze, tutta la superficie esterna dell'isolatore dovrà avere la massima inclinazione consentita dall'andamento della restante sagoma e dovrà riuscire quanto più è possibile, oltre che tersa, anche liscia e ben verniciata, ciò che implica una accurata costruzione e finitura del pezzo.

Disegno di un isolatore telegrafico telefonico.

Occorrerà innanzi tutto stabilire le fondazioni del pezzo, ovvero la parte di esso destinata all'innesto col sostegno metallico. Al riguardo si è già detto che tale parte dovrà avere sviluppo di m/m 35, filettatura sinistra, passo di m/m 4. A differenza del modello italiano però, la superficie di fondo A-B, figura 8, della parte filettata, dovrebbe essere rettilinea; la cavità interna dovrebbe risultare praticamente cilindrica, ed il verme della vite dovrebbe pure riescire pieno e continuo, come nei migliori tipi costruiti all'estero. Tutto ciò allo scopo di ottenere con facilità ed in maniera sicura e costante, la generazione degli sforzi superiori e laterali già accennati: per avere l'altro elemento essenziale e cioè l'appoggio di base, la filettatura cessa in C (figure 3,8), ed il profilo del pezzo si allarga subitamente dal diametro di m/m 25 a quello di m/m 32, con raccordo C-D. Se

tale innesto viene eseguito con le norme indicate, per modo che il cuscinetto di fune catramata costituisca capsula isolante, riesce evidente che nei riguardi dell'isolamento superficiale del pezzo, può ritenersi utile anche il tratto C-B-A, sia perchè la brevità della filettatura e le precauzioni già indicate, assicurano una buona riuscita dell'innesto, sia perchè l'incrocio della spirali costituite dalla fune e dalla filettatura dell'isolatore, impedisce che questo possa venire a contatto col braccio di sostegno, sia soprattutto perchè con la soppressione del collarino e la sostituzione di esso con un risalto elastico, l'isolatore non è più soggetto a toccare il braccio precisamente nella sporgenza metallica costituita dal collarino, come ordinariamente avviene nel tipo italiano.

Seguono i tratti rettilinei D-E, F-G, H-K, tutti inclinati per modo da costituire vani interni ad imbuto, e raccordati tra loro e con quelli successivi, oltre che dai profili circolari G-H, I-L, da quelli a piano inclinato E-F, K-I, per modo che si abbia il maggiore possibile afflusso d'aria nell'interno del pezzo, compatibilmente col suo diametro massimo L-L' fissato in mm 93.

La bocca di afflusso utile dell'aria all'interno, misurata dal punto ove la tangente alla curva di sagoma del bordo, investe la parte a sezione rettilinea della campana interna, talchè l'aria possa esser proiettata entro il vano esistente tra le due campane, ha una superficie per il tipo della fig. 8, di mm² 6080, mentre per il tipo francese che ha diametro esterno di mm 94, tale superficie è di mm² 5030, e per tutti gli altri tipi usati in Europa, ha un valore ancora più piccolo; per il tipo italiano poi scende a mm² 3960.

Lo stesso può concludersi nei riguardi della campana interna del proposto tipo ordinario, la quale, pur essendo molto rientrante e cioè bene al riparo dall'acqua piovana, lascia tra la parete D-E-H ed il prospiciente braccio in ferro di sostegno, un volume d'aria superiore a quello degli altri tipi in uso, e ciò non solo pel maggior diametro medio della campana in parola, ma soprattutto per la sua inclinazione verso lo esterno e la svasatura del suo bordo terminale, mentre è noto che per gli altri isolatori la parete analoga a quella D-E è generalmente verticale ed il bordo estremo tondo.

Di quelli attualmente in uso, solo l'isolatore inglese, fig. 26, ha i bordi delle sue campane sagomate a piano inclinato. Al riguardo di quest'ultimo tipo di isolatore, conviene rilevare un notevole dato di fatto, ed è che esso, a differenza di tutti gli altri, ha la campana interna non rientrante, ma bensì assai sporgente sul piano del bordo terminale di quella esterna. In nessuna delle guide ufficiali o dei trattati a mia conoscenza, che occupansi dell'armamento delle linee telegrafiche-telefoniche inglesi, è detto il motivo di tale disposizione, che urta con la ordinaria concezione, universalmente ammessa, circa la convenienza di collocare la campana interna quanto più è possibile al riparo dalle intemperie. Io credo tuttavia che, se non la sola, una delle più importanti ragioni da cui il particolare in discorso fu ispirato, debba ricercarsi nella maggiore aereazione che per tal modo può ottenersi nell'interno del pezzo. Questo ha difatti le campane con tutte le pareti interne ed esterne verticali e bordi terminali svasati ad imbuto. Quando il vento investe il pezzo dal basso in alto e sia pure con inclinazione piccolissima sulla orizzontale, tutta l'aria venuta a contatto con la parte sporgente della campana interna, viene convogliata entro al vano esistente tra le due campane, una piccola porzione per rimbalzo sulla superficie direttamente colpita, e l'altra porzione per i mo-

vimenti vorticosi e di rigurgito generati presso la superficie opposta, sulla quale vengono a stringersi i fletti fluidi dell'aria in moto, dopo aver oltrepassata la parte più larga del tubo di porcellana (White, Architettura Navale, Cap. 11). Se al quantitativo d'aria così immesso nel vano fra le due campane, si aggiunge quello ivi affluito direttamente e specie in causa della svasatura dei bordi, si riconoscerà che nel vano in discorso, verrà a turbinare un volume di aria superiore a quello che ivi si avrebbe senza la speciale disposizione indicata.

Può facilmente osservarsi che a tale vantaggio si oppone la condizione sfavorevole che durante le piogge, la zona sporgente viene bagnata e quindi sottratta allo sviluppo utile della superficie isolante.

Ma l'intero territorio delle Isole Britanniche, è in massima liberamente circondato dall'Atlantico, senza riparo alcuno dalle correnti aeree, con clima generalmente freddo, umido, nebbioso; in esso sono assai numerose le zone industriali, ove il pulviscolo atmosferico è in prevalenza costituito da particelle di carbone; infine, il grado di salsedine dell'Atlantico, è in molti punti superiore a quello del Mare Mediterraneo e dell'Oceano Pacifico. Ciò posto, con molta probabilità dovrà verificarsi che più dei detriti stradali e delle colonie di insetti abbondanti nei paesi caldi, l'inconveniente di maggiore importanza per gli isolatori delle linee telegrafiche-telefoniche inglesi, debba consistere nel deposito di un miscuglio costituito in buona parte da pulviscolo di carbone e cristalli di salsedine marina, su tutta la superficie dell'isolatore. Orbene, ad ovviare tale inconveniente, non vi è che un mezzo semplice: il lavaggio con abbondante acqua limpida. Tuttavia per le croste depositate sulla campana interna degli isolatori, tale lavaggio non sarebbe nè economico nè in molti casi praticamente possibile. Si vede dunque come col far sporgere la campana interna all'aperto e quindi con l'esporsi alle acque piovane, in definitiva non si fa che provocarne, sia pure su limitata zona, il lavaggio automatico e frequente, ciò che nei territori di cui trattasi può forse riescire consigliabile.

Non sarà fuor di luogo rilevare per ultimo come l'isolatore inglese, pur avendo uno dei massimi valori nello sviluppo della sezione meridiana, ha le dimensioni principali, in altezza e diametro, più piccole fra tutti gli isolatori in uso, probabilmente allo scopo di offrire la minore superficie possibile al deposito di miscugli su accennati ed all'umidità delle dense frequenti nebbie. Detto isolatore dunque sembra studiato per modo che tutte le sue parti soddisfino a precisi vincoli costruttivi e la riunione di esse dia luogo ad un tutto armonico, rispondente alle condizioni dell'ambiente. Comunque ne sia, ritengo che nei nostri climi debbano prevalere concetti diversi e sia da preferirsi la campana interna rientrante.

*

Il profilo dell'isolatore ordinario, fig. 8, è nel tratto L-M rettilineo e lievemente inclinato, per modo che lo spessore della campana nel punto M-H e cioè presso al suo attacco col corpo dell'isolatore, abbia uno dei valori massimi tra quelli usati in pratica dalle Amministrazioni telegrafiche-telefoniche, e cioè m/m. 14 all'incirca.

Non si potrebbe aumentare a volontà tale spessore, perchè ciò renderebbe necessario di diminuire l'inclinazione del profilo successivo M-N, inclinazione che conviene invece di rendere quanto più grande è possibile, per le ovvie elementari considerazioni già esposte in precedenza. Verso l'interno del pezzo poi gli spessori d'incastro M-H, G-D non possono del pari esser sviluppati a piacere, per non diminuire il volume d'aria nei vari vani interni dell'isolatore.

Come vedesi dalla figura 8, il profilo N-M è tuttavia abbastanza sfuggente, all'incirca quanto nella corrispondente parte dell'isolatore germanico; esso è in ogni modo assai più inclinato che nei tipi francese ed inglese; assai meno però che in quelli austriaco ed italiano, i quali ultimi riescono per tale particolarità superiori agli altri, potendosi ai fini pratici ritenere con sagoma esterna pressochè verticale.

Nel modello inglese sono state di preferenza favorite appunto le esigenze opposte, senza tuttavia addivenire al completo sacrificio di un corretto andamento del profilo generale, che è assai più rialzato presso la spalla, ove quindi ha inclinazione più piccola che non nel modello ordinario proposto, e ciò per l'evidente necessità di dare uno spessore almeno discreto alla campana esterna nel suo punto d'attacco col corpo dell'isolatore.

Il tratto successivo del profilo (fig. 8) superiormente al punto N, comprende il collo N-O e la testa O-O'.

Dalla precedente discussione è emerso che il diametro minimo della gola N-O, dovrà esser di 10 mm, affinchè ivi il conduttore possa esattamente essere calettato. Negli altri tipi di isolatori in uso in Italia ed all'estero, la gola risulta assai più stretta, perchè non è prevista la guarnizione del conduttore, che per solito viene incappiato nudo pel collegamento al suo sostegno.

Si è pure già mostrato che la testa di un isolatore costruito a regola d'arte, deve soddisfare alle condizioni che seguono:

- a) offrire una sicura presa per un solido innesto col braccio di sostegno;
- b) rendere possibile il collegamento del conduttore sulla sua parte superiore;
- c) concorrere affinchè siano impediti le oscillazioni del filo di linea collegato in testa, rendendo possibile di fissare in tutto il suo percorso anche il filo delle legature;
- d) avere superficie quanto più possibile inclinata in ogni senso, per ridurre al minimo gli inevitabili depositi di polvere ed umido.

Dei tipi di isolatori in uso, solamente quello magiaro, negli ultimi anni assai diffuso anche in Austria, risponde in maniera pressochè completa alle condizioni esposte: tutti gli altri tipi non soddisfanno a qualcuna di esse, per motivi imposti dai particolari criteri cui è ispirato il progetto del pezzo.

Nell'isolatore del tipo originale usato in Austria, risultano soddisfatte le prime tre condizioni, ma la quarta no; l'isolatore francese soddisfa all'ultima delle dette condizioni ma non alle altre; l'isolatore inglese non risponde a nessuna delle condizioni esposte, e ciò per vari motivi. Difatti, pel suo innesto col sostegno, si usano ghiera morbide di gomma elastica e flettature molto profonde, per cui non sono richiesti sforzi notevoli, anche per conseguire un innesto molto robusto. Inoltre la testa è piana, perchè destinata a costituire base d'appoggio durante la costruzione del pezzo, affinchè i bordi delle campane possano riescire ben sagomati e verniciati, e ciò a differenza di tutti gli altri tipi di isolatori, per i quali il piano d'appoggio durante la lavorazione è costituito dal bordo della campana esterna, bordo che riesce poi sempre più o meno deformato, ruvido, privo di smalto.

Dei principali tipi di isolatori in uso all'estero, resta a menzionarsi il solo modello germanico. Esso soddisfa in massima alla prima ed ultima condizione; soddisfa solo in parte alla seconda, e non soddisfa affatto alla terza: si è già visto però che il collegamento del conduttore in testa al pezzo di cui trattasi, riesce assai imperfetto.

Nei riguardi dell'isolatore tipo italiano, conviene rilevare che esso può essere afferrato nella sua parte massiccia, eventualmente anche con l'ausilio di appositi utensili; consente in massima il rapido scolo dell'acqua e dell'umidità; potrebbe forse permettere l'appoggio del filo nella breve e poco profonda scanalatura di testa, ma il relativo collegamento non riuscirebbe stabile.

Infine nel progetto di un nuovo isolatore telegrafico-telefonico, per soddisfare alle quattro condizioni suesposte, il profilo della relativa testa, fig. 8, dovrà avere scanalatura superiore Q-Q' del diametro di 10 m/m, oltre agli opportuni raccordi, per contenere esattamente il conduttore protetto; dovrà avere scanalatura di fianco T, S, R, Z, V, U, pure con diametro di mm 10 per collocarvi il filo di legatura e per favorire la presa della testa, ai fini dell'innesto tra isolatore e braccio di sostegno; dovrà avere tutte le superfici esterne e cioè del contorno Q-P-O e Q'-P'-O' bene sfuggenti, per favorire lo scolo dell'umidità, e la caduta della polvere; al medesimo scopo dovrà anche avere inclinazione sensibile, persino nella zona di fondo della scanalatura superiore S-R. Dalla citata figura appare intanto come tutte le esigenze emerse in pratica, possano esser ben soddisfatte nel progetto di cui trattasi ed esaurientemente realizzate nella relativa esecuzione.

*

L'isolatore del tipo «leggero» non differisce da quello tipo «ordinario» che nella sola particolarità, già altra volta indicata, di avere le campane un centimetro più corte. Con ciò il pezzo vien reso più leggero, più economico, più robusto, mentre ne viene facilitata la pulizia in ragione della minor profondità dei vani interni; il suo isolamento superficiale poi riesce sempre superiore alle necessità del servizio sulle brevi linee secondarie, per le quali esso deve essere esclusivamente impiegato, giacchè la sua sezione meridiana ha ancora maggior sviluppo che nell'attuale mod. 1 italiano.

E per quanto concerne l'isolatore del tipo «pesante», da utilizzare in circostanze particolari, e cioè in zone di intensa attività industriale ovvero in località marittime e paludose, conviene rammentare che la condizione essenziale per il buon funzionamento degli isolatori nelle dette circostanze, è che la pulizia e l'aerazione risultino soddisfacenti. A tal fine la sagoma dell'isolatore «ordinario» viene modificata nel senso di una maggiore ampiezza e svasatura delle campane, di cui quella esterna, ha in definitiva diametro massimo di 100 m/m e parete opportunamente rinforzata. Con ciò si ha lo svantaggio di un lieve aumento di diametro, ed il beneficio di un aumento corrispondente nello sviluppo della sezione meridiana, di una aerazione superiore e di una maggiore facilità di esecuzione della pulizia.

Questioni non trattate.

Molte e gravi questioni dovrebbero ancora trattarsi per addivenire ad un perfetto armamento delle linee, ma ciò non mi è possibile,

perchè al riguardo troppi dati sperimentali mi mancano, e nemmeno ho la possibilità di procurarmeli. Tuttavia ritengo indispensabile accennare brevemente solo a due di esse, le quali più di frequente presentansi in pratica, e cioè alla tensione meccanica di linea ed alla distanza degli appoggi.

Nella posa dei fili, i pratici non seguono in massima i concetti teorici oggi ammessi circa la portata e la freccia della catenaria; essi anzi ritengono che con la tensione «normale» del filo, questo riesca troppo «lento». Per solito dunque il filo vien sottoposto ad un carico che effettivamente riesce superiore a quello teorico, ma che nè è noto, nè risulta da nessun documento ufficiale. Certo è però che, salvo un imperfetto ed incomodo dinamometro tubolare, nella nostra Amministrazione dei Telegrafi non si hanno mezzi adatti per il controllo della tensione dei fili di linea, sia durante la posa sia quando essi trovansi già in opera. Certo è del pari, che non sarebbe eccessivamente difficile escogitare procedimenti e realizzare apparecchi con cui eseguire detti controlli, ma ciò esorbita dalle possibilità di un privato studioso.

Per quanto poi concerne la portata delle usuali catenarie, debesi rilevare che ad essa vengono ordinariamente dati i valori medi di 40/60 metri in retta, e di 25/40 metri in curva. Orbene, pare che i motivi per i quali non si aumentano tali valori, là ove ciò potrebbe essere consentito dalle condizioni del terreno d'impianto, consistano principalmente nel fatto che i conduttori diverrebbero troppo bassi presso al mezzo della tesata e troppo facilmente soggetti a rottura, in ragione della maggior facilità di oscillazione; che inoltre durante le intemperie, aumenterebbero gli sforzi da essi trasmessi sul sostegno. Così stando le cose, si vede che, per un numero non grande di fili, con lo sviluppo orizzontale dato ai conduttori nell'armamento proposto, la prima ragione cessa di sussistere: in ogni caso si può con una conveniente altezza dei pali, compensare la maggior freccia derivante da un aumento nella portata. Per la rottura dei fili, che in massima verificasi presso al collegamento con l'isolatore, si è già visto più su come con i procedimenti esaminati, essa possa impedirsi nella maggior parte dei casi. Ed infine coll'irrigidimento trasversale delle coppie già proposto, la resistenza di queste riesce di gran lunga superiore al lieve aumento nello sforzo, che durante le intemperie può dai fili esser impresso al sostegno, in dipendenza di un aumento nella portata di essi. Una maggior stabilità del resto viene conferita ai sostegni anche dalla elasticità dei bracci porta isolatori, tutti curvi ed a grande sviluppo, proposti per l'armamento degli isolatori liberi nello spazio. Cessa così, come già si è accennato, la necessità dei pali flessibili nel senso longitudinale, ed i pali medesimi possono perciò esser liberamente rinforzati, ai fini di impedire la caduta di notevoli tratti di linea, come spesso verificasi in caso di bufere.

Nulla dunque opponesi per un razionale sviluppo delle attuali tesate dei fili di linea: tanto più che si ha la possibilità, già realizzata in pratica, di dare a questi ultimi una tensione superiore a quella normale teorica. Ma in tal caso si ha come conseguenza immediata economia d'impianto, per il minor materiale impiegato; miglioramento nelle condizioni elettriche di linea, per il minor numero di appoggi, che son centri di dispersione; maggiore stabilità generale dei sostegni e dei conduttori, in dipendenza dei repentini abbassamenti di temperatura, i quali, com'è noto, determinano una maggior tensione di linea, più sensibile nelle piccole che nelle grandi campate.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Lo sviluppo e l'opera dell'officina radiotelegrafica della R. Marina.

Riceviamo:

Roma, 8 Novembre 1923.

Ill.mo Sig. Direttore della Rivista l'Elettrotecnica

MILANO

Preannunciai su codesta Rivista che avrei dovuto rettificare alcune memorie presentate da distinti Ufficiali di Marina al Congresso della nostra Associazione di Venezia, relative alla radiotelegrafia.

Ed ora mantengo la promessa.

È ben lungi da me l'idea di diminuire in qualsiasi modo l'opera attiva ed intelligente della R. Marina in favore dello sviluppo della radiotelegrafia. Come tutti coloro che parteciparono all'ultimo Congresso potranno ricordare fui io il primo a proporre il voto di plauso alla R. Marina per le sue alte benemeritenze nello sviluppo delle radiocomunicazioni. Ed ora citerò ancora alcuni fatti ed alcuni nomi ad onore della R. Marina, che il Comandante Montefinale ha dimenticato nel compilare la sua memoria fra le sue gravi occupazioni della direzione delle Officine di Spezia.

Ma è anche mio preciso dovere di correggere alcune gravi affermazioni contenute nella memoria del Comandante Montefinale, che,

se fossero esatte, getterebbero una sinistra luce sul grande organismo, che da circa venticinque anni ha dato modo all'Inventore italiano della radiotelegrafia di mantenersi alla testa del progresso e delle applicazioni del nuovo mezzo di comunicazione da lui ideato.

Il Comandante Montefinale afferma che l'Italia è stata legata sin dalle prime applicazioni della radiotelegrafia ad una Società inglese che porta il nome del nostro Inventore. Ciò non è esatto.

Anzitutto sarebbe stato più equo usare la parola «associata» anziché «legata» poichè la Marina e l'Esercito hanno avuto sempre la più ampia libertà per l'uso di qualsiasi sistema per scopi militari, e il Governo, mentre ha avuto sempre da oltre venti anni l'assistenza del Senatore Marconi e della Compagnia Marconi per l'uso dei loro brevetti, avrebbe potuto usare anche per scopi commerciali apparecchi diversi da quelli Marconi, se di questi ultimi più perfetti. (Convenzione 1916).

Le prime dimostrazioni pratiche della radiotelegrafia furono date, sia pure per piccole distanze, alla R. Marina nel 1897 quando la Compagnia Marconi non esisteva ancora. Dopo tale dimostrazione la Regia Marina procurò di applicare coi propri mezzi l'invenzione di Marconi. Varii distinti ufficiali (non tutti ricordati dal Comand. Montefinale) si dedicarono a tale studio, ma dopo vari anni la R. Marina era ancora nel 1901 nel campo sperimentale, come risulta da una relazione pubblicata a firma del Comandante Simion e Prof. Pasqualini. A quella stessa data Marconi aveva invece già compiuto le storiche esperienze con apparecchi sintonici a 300 nm di distanza fra Capo Lizard e l'isola Wight. Per mezzo delle esperienze condotte allora alla Spezia nel 1901, non a S. Vito cui accenna il Comandante Montefinale ma a S. Bartolomeo (dove io avevo immeritatamente la direzione della stazione radiotelegrafica, insieme a quella della stazione della R. Nave «Duilio I») fu possibile constatare che la Francia stava compiendo con apparecchi Marconi fra Biot e Calvi delle regolari rapide comunicazioni. La Francia impiegava allora degli apparecchi Marconi sintonizzati (brevetti Marconi 1898-99) come quelli impiegati in Inghilterra fra Capo Lizard e l'Isola di Wright. In Italia, essendosi abbandonato il contatto con Marconi, erano allora ancora ignoti gli apparecchi sintonici; non solo, ma come risulta dalla Memoria Pasqualini-Simion, si riteneva che la radiotelegrafia sintonica Marconi non fosse di alcun pratico rendimento. Dopo i primi due mesi di attento controllo compiuto dalla stazione di S. Bartolomeo sul servizio Biot-Calvi fu da me redatto un dettagliato rapporto al Ministero della Marina prospettando l'opportunità di riprendere contatto con Guglielmo Marconi, che io non avevo l'onore di conoscere e che da circa quattro anni, in seguito ad alcune pubblicazioni ufficiose poco giuste a suo riguardo apparse in Italia, aveva concentrato il suo lavoro in Inghilterra. Io ebbi allora l'incarico di riallacciare le relazioni con Guglielmo Marconi e di portare nuovamente il frutto del suo lavoro in Italia. Marconi diede allora quasi in dono alla R. Marina 6 stazioni. Dico quasi in dono, perchè furono pagate complessivamente tutte e sei con la modesta somma di circa trentamila lire. Di tali stazioni, due costiere furono destinate una a Monte Mario ed una alla Maddalena e 4 navali furono da me impiantate a bordo delle R. Navi «Morosini», «Sicilia», «Garibaldi» e «Carlo Alberto». In pari tempo Guglielmo Marconi all'atto della mia partenza da Londra, nel febbraio 1902 mi consegnò una lettera diretta al Ministero della Marina ed al Ministero della Guerra con la quale accordava il libero gratuito uso dei brevetti di cui egli allora disponeva, nell'interesse della difesa nazionale. Tale concessione fu solo condizionata all'obbligo della riservatezza; nessun'altra limitazione veniva posta da Marconi. Tale storica lettera deve certamente esistere negli archivi della R. Marina. Stabilito sin dal 1902 il primo regolare servizio radiotelegrafico di squadra con apparecchi Marconi ed il primo servizio radiotelegrafico fra la Sardegna ed il continente, l'Amm. Mirabello, che aveva avuto modo di constatarne l'efficienza promosse, dietro mio modesto suggerimento, la campagna della «Carlo Alberto», nave destinata a recarsi in Inghilterra per l'incoronazione di Edoardo VII. Fu quindi per l'intervento dell'Amm. Mirabello, che Marconi declinò l'offerta dell'Ammiragliato inglese di mettere a sua disposizione la flotta britannica per constatare con un semplice ricevitore la portata della storica stazione Marconi di Poldhu. Le esperienze, che ne seguirono fra la stazione Marconi di Poldhu e la R. Nave «Carlo Alberto» (alle quali senza alcun mio merito presi parte), marcarono una data ad onore di Marconi e della R. Marina nella storia della radiotelegrafia. Nessun cenno di ciò si fa nella memoria del Comandante Montefinale.

Nel 1904 la R. Marina d'accordo col Ministero delle Poste assunse l'iniziativa di stabilire un accordo con Marconi personalmente ed anche con la Compagnia Marconi (in vista dell'alta importanza assunta dall'organismo presieduto da Marconi e di cui il Governo voleva ottenere la collaborazione) allo scopo di assicurare all'Italia speciali agevolazioni per l'uso commerciale della radiotelegrafia. In tale convenzione infatti non solo Marconi ma anche la Compagnia Marconi accordarono al Governo speciali privilegi per le applicazioni militari della radiotelegrafia e posero solo qualche condizione per le applicazioni commerciali. Ciò fu fatto per diritto di difesa contro l'immenso appoggio, che il Governo tedesco stava allora accordando ad un nuovo organismo semistatale sorto in Germania in seguito alla ben nota visita fatta dal Prof. Slaby di Berlino a Guglielmo Marconi, visita illustrata dallo stesso Prof. Slaby alla Conferenza da lui tenuta nel 1901 alla Università di Charlottenburg. In accordo alla suddetta convenzione il R. Governo ebbe diritto sin da allora di riprodurre libe-

ramente nei R. Arsenali non solo gli apparecchi brevettati da Guglielmo Marconi ma anche quelli coperti da brevetti della Compagnia Marconi.

Ma ritornando alle benemerite della R. Marina, che io non intendo in alcun modo diminuire, mi associo completamente a quanto scrive il comandante Montefinale circa l'opera attiva ed intelligente dei distinti ufficiali da lui ricordati. Credo però che il merito di quegli ufficiali non sarebbe stato diminuito se fosse stato equamente ricordata la collaborazione data da Marconi e dalla Compagnia Marconi. Lo stesso Comandante Micchiardi, che tanto abilmente diresse i primi impianti Marconi nelle nostre Colonie (il Comandante Montefinale omette di ricordare che erano impianti del sistema Marconi) ricordava pochi giorni or sono in mia presenza al Sen. Marconi l'alto aiuto dato dalla sua Compagnia per la preparazione dei progetti e dei materiali che servirono all'impianto economico ed efficiente delle stazioni di Massaua e di Mogadiscio e della Costa del Benadir.

Ma il punto più grave della relazione del Comandante Montefinale, che non posso lasciare senza rettifica, è quello che si riferisce all'impiego della radiotelegrafia durante la guerra. Chi legge la relazione Montefinale ha l'impressione (che forse non era nell'intendimento dell'illustre comandante) che allo scoppio dell'ostilità gli apparecchi Marconi dovettero essere sostituiti con materiale di sistema diverso e che, come scrive testualmente il Comandante Montefinale « tutto il materiale trasmettente e ricevente della R. Marina dovette essere interamente costruito dalle Officine della R. Marina essendo venuti a mancare quasi totalmente i rifornimenti da parte delle Officine Marconi inglesi e non potendosi ancora contare sulle Officine Marconi di Genova, sorte più tardi ».

Se tale affermazione fosse esatta sarebbe assai grave: ma essa è invece inesatta ed ingiusta. Sebbene in vista della concessione accordata alla R. Marina sin dal 1902 di riprodurre gli apparecchi Marconi, non potessero avere alimento in Italia dalle grandi Officine radiotelegrafiche, e per quanto la R. Marina si sia spesso limitata ad ottenere dalla Compagnia Marconi dei campioni per poterli riprodurre negli Arsenali dello Stato, pure tanto le Officine Marconi inglesi, malgrado i loro impegni per la difesa del loro Paese, quanto le Officine Marconi di Genova (Molo Vecchio) che per mia iniziativa erano sorte già da vari anni all'inizio della guerra, fecero ogni sforzo per assistere nel miglior modo possibile il nostro Paese, non solo nelle applicazioni militari di radiotelegrafia, ma anche in quelle importantissime per la protezione della nostra Marina Mercantile. Riproduco qui la lista dei principali apparecchi forniti dalle Officine Marconi di Genova e di quelli forniti dalle Officine Marconi inglesi all'Esercito ed alla Marina durante la guerra:

	Officine di Londra dal 1915 al 1918 all'Esercito Marina		Officine di Genova dal 1915 al 1918 all'Esercito Marina	
Trasmettitori	56	8	1375	2
Stazioni r. t. complete . . .	141	26	5	32
Ricevitori r. t.	95	11	58	38
Stazioni radiogoniometriche . .	4	2	4	1
Stazioni radiotelefoniche . . .	1	2	2	1
Gruppi Elettrogeni	—	3	49	—

NB. - A ciò debbansi aggiungere le forniture eseguite direttamente per tramite delle Missioni Militari.

Quanto ai prezzi delle suddette forniture basta ricordare che nella relazione della Commissione Parlamentare di Inchiesta per le Spese di Guerra non si trova alcun accenno alle spese per i servizi radiotelegrafici che presso i bilanci delle altre Nazioni figurano per centinaia di milioni. Basta questa circostanza per dimostrare che la spesa sostenuta dall'Italia per una vasta rete radiotelegrafica nazionale coloniale costiera navale e militare durante il periodo di vari anni non ha richiamato neppure l'attenzione della Commissione di Inchiesta. A ciò si aggiunga che la Compagnia Marconi non solo non ha ritirato delle somme dall'Italia, ma ha inviato in Italia somme ingentissime in lire sterline investendole in prestito nazionale e in buoni del Tesoro in accordo agli inviti del Governo italiano che le diresse al riguardo esplicite lettere di plauso.

Per tale atto di fiducia verso l'Italia la Compagnia Marconi ha subito una perdita nel cambio di circa sedici milioni di lire.

Tale sacrificio non è stato certo subito dalle altre Società che peraltro nessun servizio hanno reso all'Italia durante la guerra.

Il Comandante Montefinale ricorda le larghe forniture eseguite dalle Officine Radiotelegrafiche di Spezia. Di ciò va fatto alto elogio all'abile personale militare di quelle Officine. Ma per equità il Comandante Montefinale avrebbe dovuto pur ricordare che molti apparecchi riprodotti dalla R. Marina erano basati su brevetti Marconi.

In realtà vi è un apparecchio usato largamente dalla R. Marina e alla cui geniale ideazione la R. Marina ha indirettamente contribuito. Tale apparecchio è il radiogoniometro Arton-Bellini-Tosi successivamente perfezionato con dispositivi Marconi-Round. Ma di tale apparecchio non è fatta alcuna menzione nella memoria del Comandante Montefinale. Per facilitare alla R. Marina il suo impiego e la sua riproduzione nel tipo più perfetto, il Sen. Marconi si recò durante la guerra insieme al suo assistente Round a Brindisi presso la nostra Squadra. I brevetti su tale apparecchio sono stati acquistati e completati dalla Compagnia Marconi.

Per quanto concerne gli apparecchi radiotelefonici impiegati nella Squadra in guerra, di cui fa cenno il Comandante Montefinale, mi sia lecito ricordare, che i primi apparecchi radiotelefonici di pratica utilità sono stati messi in funzione dallo stesso Guglielmo Marconi al Ministero della Marina e successivamente a bordo di R. Navi. La Compagnia Marconi mise gratuitamente a disposizione a tale scopo i propri materiali e i suoi migliori assistenti (Round e Franklin).

Il Comandante Montefinale ricorda l'assistenza data dalle Officine di Spezia all'Esercito ed all'Aeronautica Militare. Anche di ciò va fatto elogio alla Marina, ma occorre evitare che chi legge la relazione Montefinale possa ritenere che anche nei riguardi dell'Esercito e dell'Aeronautica sia mancata durante la guerra l'assistenza della Compagnia Marconi. A tale riguardo debbo ricordare che le Officine Marconi di Genova hanno eseguito esattamente tutte le ordinazioni che in mezzo a molte difficoltà le venivano affidate saltuariamente e con limitati tempi di consegna, mentre le venivano rifiutate in parte le maestranze necessarie. Ma vi è di più. L'ufficio Marconi si fece zelante nel 1914 presso l'Aeronautica militare, nel promuovere l'impiego della radiotelegrafia sugli aeroplani. Ma esso ottenne la risposta ufficiale scritta di non insistere nel proporre delle applicazioni di radiotelegrafia di dubbia utilità. Purtroppo sullo svolgersi della guerra si mostrò tutta l'opportunità della nostra proposta e della nostra insistenza e quando nell'ultima fase della guerra fummo incaricati di fornire degli apparecchi per l'Aeronautica, fornimmo tutto il materiale richiestoci, costruito sotto l'abile direzione del Comandante Colabich, Direttore allora delle Officine Marconi di Genova, altro ufficiale di Marina tanto modesto, quanto capace, ma non ricordato dal Comandante Montefinale. A proposito delle Officine Marconi di Genova, che la memoria del Comandante Montefinale fa ritenere come non esistenti durante la guerra, debbo ricordare che esse costruirono ed installarono ben 200 impianti navali per la Marina Mercantile fra il 1914 ed il 1918. Tali impianti da noi completati con personale preparato in una scuola da noi specialmente istituita a Genova, assicurarono il salvataggio di numerosi piroscafi italiani, di molte vite umane e di molti rifornimenti per il nostro Paese. Ciò debbo affermare non per mettere in evidenza l'opera nostra che avevamo il dovere di compiere scrupolosamente, ma per impedire che si creda che l'opera nostra sia stata assente nell'interesse della difesa nazionale.

Il Comandante Montefinale ricorda l'abile riproduzione fatta dalla R. Marina degli apparecchi Poulsen. Non voglio qui soffermarmi su una delicata questione relativa a brevetti, che con una procedura più regolare avrebbe potuto essere evitata, ma debbo per la verità ricordare che il primo apparecchio Poulsen installato a Taranto fu fornito alla R. Marina dal Sindacato Poulsen a condizioni di favore mediante i buoni uffici della Compagnia Marconi.

Ed ora veniamo al sistema a valvola Marconi largamente riprodotto dalla R. Marina durante la guerra.

In seguito allo sviluppo delle valvole termoioniche (il cui primo impiego nella radiotelegrafia è dovuto al Prof. Fleming della Compagnia Marconi, fu da noi istituito durante la guerra uno speciale reparto a nostre spese prima a Novi Ligure e successivamente a Genova presso le nuove Officine Marconi di Via Varese da me installate con la collaborazione del Comandante Colabich e completate dopo la guerra sotto l'intelligente direzione del Comandante Micchiardi. Malgrado le scarse ordinazioni dateci dalle Amministrazioni Militari, che si rifornirono largamente di valvole in Francia (per quanto la Francia non possedeva a tale riguardo brevetti molto originali) e che fecero costruire largamente nelle Officine della Marina le valvole Marconi, noi siamo riusciti a mantenere in vita e a dare sviluppo al nostro Reparto «Valvole» di cui fortunatamente lo stesso Comandante Montefinale ha riconosciuto l'efficienza.

Prendo atto con piacere della dichiarazione del Comandante Montefinale relativa alle stazioni a valvola stabilite dalla R. Marina all'estero. Che tali stazioni siano del sistema Marconi appare consacrato in una corrispondenza ufficiale avvenuta per il rilievo della stazione di Costantinopoli. Nell'ultima parte della relazione del Comandante Montefinale si accenna agli sforzi fatti dalla R. Marina per salvare l'Italia dal monopolio radiotelegrafico, per far progredire la radiotelegrafia in Italia che altrimenti sarebbe stata arrestata dalla Compagnia Marconi, e per incoraggiare il sorgere di nuove iniziative industriali basate, non sul frutto di nuove invenzioni della genialità italiana, ma sul rapido scomparire di molti brevetti che tanto impaccio crearono in passato. Così si esprime il Comandante Montefinale. Su questi tre punti debbo fare le seguenti dichiarazioni:

1) Non è mai esistito negli scorsi venti anni il monopolio Marconi in Italia. Ciò è provato luminosamente dal fatto che a tutt'oggi Marconi non è riuscito ad ottenere sul suolo italiano né personalmente né per mezzo della Società Italiana da lui fondata una sola delle concessioni richieste. Solo in questi giorni abbiamo ottenuto per personale iniziativa del Ministro Di Cesarò la concessione limitata a venti giorni di un piccolo apparecchio radiotelefonico nei nostri Uffici.

2) Circa il progresso della radiotelegrafia in Italia, che, secondo quanto dicesi, sarebbe stato arrestato quasi per colpa della Compagnia Marconi, mi sia lecito ricordare le dimostrazioni più salienti date da Marconi e dalla Compagnia Marconi al R. Governo a loro spese, le quali dimostrano all'evidenza tutti gli sforzi da noi fatti per mettere il R. Governo in grado di trarre vantaggio dagli ultimi perfezionamenti.

menti della radiotelegrafia senza spese per esperienze, studi e brevetti.

- a) Nel 1898 - dimostrazione a Roma e a Spezia con i primi apparecchi Marconi.
- b) Nel 1901 - dimostrazione con apparecchi Marconi sintonici ai delegati della R. Marina.
- c) Nel 1902 - dimostrazione dell'efficienza della grande stazione Marconi di Poldhu (campagna della « Carlo Alberto »).
- d) Nel 1904 - riproduzione di apparecchi Marconi da parte dell'Esercito su campioni forniti da Marconi (Caserma Cavour, Roma).
- e) Nel 1905-06 - primo impiego di apparecchi Marconi nelle grandi manovre del R. Esercito con intervento di un Delegato di Marconi.
- f) Nel 1908 - dimostrazione dell'efficienza della grande stazione di Clifden ai delegati della Marina, per la sua riproduzione su scala ridotta nelle nostre Colonie; comunicazione da parte nostra di tutti i dati necessari.
- g) Nel 1910 - dimostrazione data da Marconi con l'assistente Franklin a Coltano dei primi apparecchi a valvola per grandi distanze in presenza dei Delegati della Marina (Canada-Coltano (20 Novembre 1910)).
- h) Nel 1912 - dimostrazione data a Roma da Marconi (con assistente Round) dei primi apparecchi radiotelefonici Marconi in Libia di nuovi dispositivi per la radiotelegrafia sul deserto.
- i) Nel 1916 - dimostrazione di radiogoniometria e di radiotelegrafia data da Marconi e Round a Brindisi.
- l) Nel 1917-18 - dimostrazione data a Roma in casa di Marconi degli apparecchi ricevitori più perfetti.
- m) Nel 1918 - dimostrazione ai delegati della Marina dell'efficienza e dei metodi di costruzione delle grandi stazioni di Carnarvon e Towyn.
- n) Nel 1920-21 - disegni e progetti per la nuova stazione di Coltano.
- o) Nel 1922 - dimostrazione data a Roma con assistente del Sen. Marconi Sig. Matthieu dei ricevitori ultrasensibili per la ricezione multipla scritta dall'America (esperienze della « Stortan », Roma).

3) L'affermazione che l'industria nazionale troverà un campo di sviluppo nel rapido scomparire di molti brevetti che tanto impaccio crearono in passato, (uso le parole del Comandante Montefinale) appare ingiusta ed inopportuna: ingiusta perchè dalla storia sopra esposta dello sviluppo della radiotelegrafia in Italia non appare certo che i brevetti abbiano creato al R. Governo grandi sacrifici e grandi impacci; inopportuna poichè si dovrebbe incoraggiare l'industria nazionale a creare con la genialità italiana nuove invenzioni e non a sfruttare solamente quelle di cui siano già scaduti i diritti di privativa. Da altra parte è ovvio che in ogni ramo delle scienze applicate i brevetti recino impaccio a quanti non avendo nulla speso in costose esperienze e nulla avendo creato di veramente originale desiderano pur tuttavia riprodurre apparecchi inventati da altri; tale impaccio può presso a poco paragonarsi a quello che prova il nullatenente nel deplorare di non poter andare in automobile gratuitamente.

Del resto che i brevetti per radiotelegrafia abbiano arrecato al Governo italiano poco impaccio, poca spesa ed utili servizi, risulta implicitamente affermato dalle relazioni ufficiali apparse recentemente sulla rivista « Telegraf e Telefoni » (relazione per altro non esatta nei riguardi del sistema Marconi) la quale afferma che l'Italia è riuscita a creare assai economicamente i propri servizi radiotelegrafici ottenendo risultati pratici quasi pari a quelli conseguiti dall'Inghilterra che ha sostenuto a tale scopo spese elevatissime.

Per economica creazione dei servizi radiotelegrafici italiani va riconosciuto certo gran merito alla R. Marina ma in coscienza deve anche ammettersi in accordo a quanto più sopra esposto che un pochino di merito debba essere riconosciuto alla assistenza data alla R. Marina dalla Compagnia Marconi.

Per questa volta, illustrissimo Sig. Direttore, non voglio più abusare del prezioso spazio dell'« Elettronica », ma Ella mi consentirà che in prossimi numeri possa esaminare con imparzialità ed obiettività le altre memorie di recente pubblicate nel periodico da Lei diretto in merito alle radiocomunicazioni, presentate all'ultimo Congresso della nostra Associazione a Venezia.

Sono sicuro che in seguito all'attenzione tanto opportunamente richiamata sulla radiotelegrafia dalla nostra Associazione, questi chiarimenti possano eliminare malintesi e prevenzioni e stringere in base a giustizia, sempre più i rapporti di cordiale collaborazione fra i tecnici italiani animati dal desiderio di dare il più completo sviluppo in Italia alla invenzione italiana della radiotelegrafia con officine e con personale nazionali.

Con ringraziamenti e distinti saluti.

Dev.mo LUIGI SOLARI.

Il Comandante Montefinale contr'osserva:

Ill.mo Sig. Direttore de l'Elettrotecnica

Ho preso visione della lunga lettera del Marchese Solari nella quale, prendendo lo spunto, in linea di massima, da una mia locuzione malamente interpretata — poichè il legarsi non fu mai sinonimo di unione infelice: anzi è spesso il contrario — ne trae occasione per ripetere all'incirca, quanto ha già scritto e detto in varie occasioni su quotidiani e in lettere ed interviste, sebbene, ora, con intonazione non del tutto appropriata al periodico che Ella dirige.

Molto ci sarebbe da ribattere; ma mi sembra che non sia il caso di aprire una polemica sull'argomento e che convenga lasciare invece ai lettori di formarsi un giudizio in merito e di dare il giusto peso a quanto obiettivamente abbiano scritto i miei colleghi della Regia Marina ed io, mossi solo dal desiderio di mettere a servizio dei colleghi elettrotecnici la modesta esperienza da noi raccolta nel nostro campo, ed a quanto espone il Marchese Solari, che ha il dovere di difendere l'opera da lui svolta a favore così della buona fama del nostro grande e glorioso inventore, come degli interessi, perfettamente legittimi, della potente organizzazione internazionale di cui fa parte.

Infine, e nonostante le cattive interpretazioni, il mio scritto ha sufficientemente dimostrato ai colleghi come, sia pure con un primo aiuto dei brevetti Marconi, vi è stata la possibilità di creare in Italia — con menti, con braccia e con materiali italiani — un'industria r. t. produttiva, la quale, nella sua essenza spiccatamente militare, non chiede di meglio che di essere superata da una giovane industria radiotecnica privata, prettamente nazionale.

Con perfetta osservanza.

Dev.mo G. MONTEFINALE.

R. N. «Cavour», 20 novembre 1923.

:: SUNTI E SOMMARI ::

MAGNETOFISICA.

B. NANNEI — **Variazione della capacità calorifica di alcune sostanze in un campo magnetico.** (N. Cimento, marzo-aprile 1923, Serie VII, Vol. XXV, pag. 131).

In uno studio teorico pubblicato nel 1871 lo Stefan cercò di dimostrare che il calore specifico del ferro magnetizzato deve essere maggiore di quello del ferro non magnetizzato. Nel 1882 il Wassmuth continuò la trattazione teorica dello Stefan e cercò di calcolare la variazione subita dal calore specifico del ferro posto in un campo magnetico giungendo alla conclusione che se si indica con C il calore specifico riferito ad 1 mgr di ferro magnetizzato e con c quello riferito ad 1 mgr di ferro non magnetizzato, si ha in media per un campo magnetico unitario:

$$C - c = 2,7 \times 10^{-8}$$

Nel 1901 B. Hill studiò il calore specifico di alcune leghe irreversibili Fe-Ni rispettivamente nello stato non magnetico (ottenuto con artificio) e magnetico, e trovò che il calore specifico nel primo caso è sempre più grande che nel secondo e che la variazione diminuisce con l'aumento della temperatura.

Inoltre Piomhon, Weiss, Pinard, Carrard, Beck, ecc., trovarono che per le sostanze ferromagnetiche il calore specifico allo stato magnetico supera quello allo stato non magnetico per un termine detto magnetico, il cui valore aumenta con l'aumentare della temperatura e si annulla improvvisamente alla temperatura, alla quale scompare il ferromagnetismo. Avviene dunque come se il calore specifico della sostanza magnetica fosse superiore a quello della non magnetica, e crescesse più rapidamente coll'aumentare della temperatura. Esso subisce però una discontinuità brusca alla temperatura θ in virtù della quale viene ricondotto al valore normale.

Il Weiss infine osserva che, durante la magnetizzazione e smagnetizzazione, vi ha una variazione di temperatura sensibilmente proporzionale al quadrato della magnetizzazione: fenomeno *magneto-calorico*.

Dato un tale stato delle nostre cognizioni relative alle proprietà termiche dei corpi magnetici mi è sembrato interessante riprendere il concetto dello Stefan e del Wassmuth e determinare sperimentalmente l'eventuale variazione che subisce il calore specifico del ferro quando venga posto in un campo magnetico. A tale scopo studiai un pezzo di ferro dolce a forma di cilindro cavo del peso di gr. 95,616. Esso veniva rinchiuso nella provetta interna di una specie di calorimetro Bunsen il cui involucro era formato da due pareti, argentate internamente, nell'intercapedine delle quali era praticato il vuoto, per diminuire l'irraggiamento. Il bulbo del calorimetro, contenente aria, era posto in comunicazione con un manometro, e, funzionando come un termometro a gas a volume costante, serviva ad indicare l'aumento di temperatura del ferro in esso contenuto quando gli si comunicava una determinata quantità di calore, sempre la stessa, in condizioni svariate. Il calore veniva somministrato al ferro lanciando, per un periodo fisso di tempo, una corrente costante, attraverso una spirulina di

fili di costantana avvolto anti-induttivamente, la quale si trovava nella cavità del cilindro stesso. Il calorimetro, convenientemente protetto, si trovava nell'interno di un solenoide o fra i poli di un'elettrocalamita. Volendo fare un confronto fra le capacità calorifiche del ferro magnetizzato e non magnetizzato bastava, con quattro successive misure, sempre con la stessa intensità di corrente riscaldante e per lo stesso tempo, determinare l'aumento di temperatura del calorimetro quando in questo c'era o no il ferro, tanto in presenza del campo quanto senza. Da esse si deduce, come è facile vedere, la variazione che subisce la capacità calorifica del ferro per causa della magnetizzazione. I risultati delle numerose misure fatte sono riassunti nelle tabelle seguenti.

In esse H rappresenta il valore del campo in Gauss, e le $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ indicano i valori dei rapporti fra la variazione di pressione per il riscaldamento, e la pressione iniziale, rispettivamente α_1 quando nel calorimetro non c'è il ferro ed il campo non agisce, α_2 quando c'è il ferro ma senza campo, α_3 con ferro in campo magnetico, α_4 (che serve di controllo alla prima) senza ferro e con campo magnetico. I valori riportati nella tabella I furono ottenuti ponendo il ferro in un campo magnetico longitudinale, mentre quelli delle II^a e III^a rappresentano una serie completa ricavata tenendo il ferro in un campo magnetico trasversale.

TABELLA I.

α_1	α_2	α_3 $H=100$ G	α_4 $H=100$
0,0785	0,0530	0,0524	0,0787
0,0787	0,0529	0,0523	0,0786
0,0787	0,0530	0,0525	0,0787
0,0789	0,0530	0,0526	0,0790
0,0802	0,0532	0,0528	0,0800
Media	0,0520	0,0525	0,0790

TABELLA II. (Ramo I)

α_2	α_1 $H=100$	α_3^I $H=200$	α_3^{II} $H=300$	α_3^{III} $H=400$	α_3^{IV} $H=650$	α_3^V $H=960$	α_3^{VI} $H=2000$
0,0201	0,0196	0,0198	0,0202			0,0205	0,0206
0,0200	0,0197	0,0199	0,0200	0,0202	0,0202	0,0202	0,0204
0,0200	0,0196	0,0198	0,0200	0,0203	0,0202	0,0203	0,0205
0,0199	0,0196	0,0196	0,0200	0,0201	0,0205	0,0204	0,0205
0,0199	0,0196	0,0200	0,0200				
Media	0,0200	0,0196	0,0198	0,0200	0,0202	0,0203	0,0204

TABELLA III. (Ramo II)

α_2	α_3 $H=100$	α_3^I $H=200$	α_3^{III} $H=400$	α_3^{VI} $H=2000$	α_2	α_1	α_4
0,0196	0,0200	0,0203			0,0197		
0,0200	0,0199	0,0202	0,0203	0,0204	0,0197	0,0354	0,0353
0,0197	0,0199	0,0201	0,0203	0,0206	0,0199	0,0353	0,0354
0,0199	0,0199	0,0202	0,0203	0,0204	0,0197	0,0354	0,0354
0,0201	0,0201						
Media	0,0199	0,0200	0,0202	0,0203	0,0205	0,0197	0,0354

Questa serie (tabelle II^a e III^a) fu ottenuta determinando il valore del rapporto α_2 e poi i differenti valori di α_3 per campi crescenti (I ramo). Giunta al campo massimo continuai la serie riprendendo dai campi bassi e ritornando al massimo (II ramo) nella convinzione che ciò equivallesse ad eseguire la serie in senso inverso, ossia a determinare i valori di α_3 per campi decrescenti. Non ho seguito questa via per evitare che il magnetismo residuo potesse alterarmi i risultati.

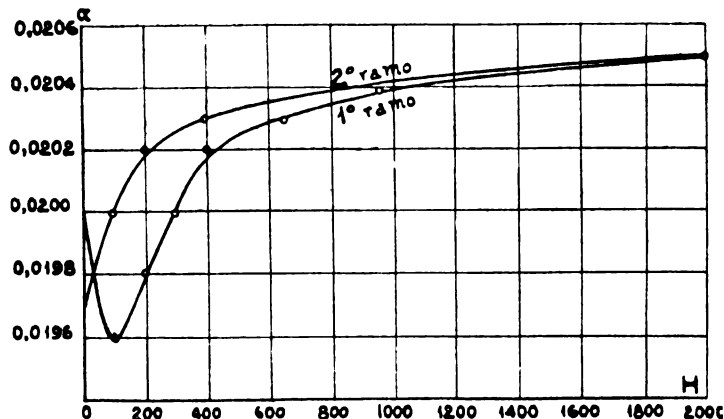


Fig. 1.

La figura qui unita (fig. 1) riassume schematicamente i risultati. Se indichiamo con C il calore specifico del ferro non magnetizzato e

con C_m quello del ferro magnetizzato possiamo calcolare, nei differenti casi, la variazione $C-C_m$: variazione rappresentata graficamente in funzione di H nella fig. 2. Stando così le cose si rende quasi im-

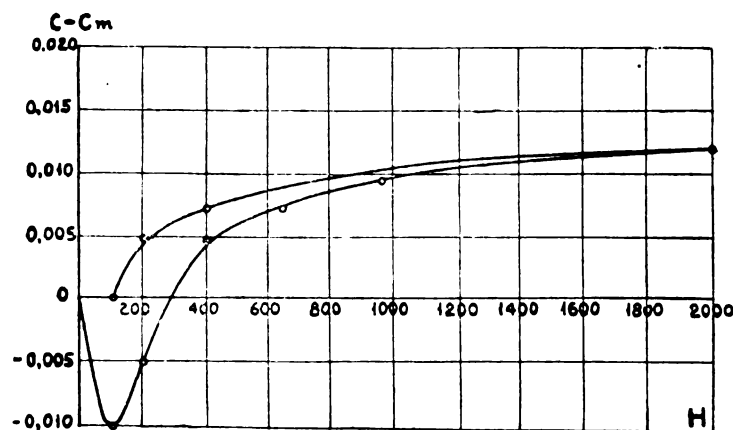


Fig. 2.

possibile il confronto numerico tra le mie misure sperimentali e le deduzioni teoriche del Wassmuth. Da esse si ricava, come abbiamo già visto, che la variazione del calore specifico, per 1 mgr di ferro, posto in un campo unitario, dovrebbe essere rappresentato da:

$$C - C_m = -2,7 \times 10^{-8}$$

nel mio caso invece, questa variazione sarebbe data successivamente per il I ramo da:

$$10,0 \times 10^{-8}; -2,0 \times 10^{-8}; 0,0; 2,0 \times 10^{-8}; 1,1 \times 10^{-8}; 1,0 \times 10^{-8}; 0,6 \times 10^{-8}.$$

Dai risultati ottenuti si osserva che al variare del campo, per una data temperatura, la capacità calorifica del ferro varia aumentando per campi bassi e diminuendo per campi più intensi passando per un campo critico in cui non vi è nessuna variazione. Allorché il campo varia ciclicamente, si trova che nei due successivi periodi di andata e ritorno, la capacità calorifica non riassume per gli stessi campi gli stessi valori, ma si osserva un'isteresi *magneto-calorica*. Inoltre, dalle misure fatte col solenoide, sembra che la direzione del campo non abbia nessun effetto.

Seguendo lo stesso metodo, feci anche una serie di misure su altre due sostanze, bismuto e rame; e trovai che mentre la capacità di un cilindro di rame, posto in un campo magnetico non subisce, com'era da prevedersi, nessuna variazione, quella di un cilindro di bismuto nelle stesse condizioni diminuisce, e la variazione aumenta con l'intensità del campo.

* *

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

E. AUSTIN — Comunicazioni con onde convogliate su linee ad alta tensione. (Gen. El. Rev., giugno 1923, Vol. XXVI, N. 6, pag. 424).

L'A. dopo avere brevemente enunciati i principi fondamentali delle comunicazioni ad alta frequenza su fili, ed avere mostrato i vantaggi di questo sistema in confronto con l'ordinaria telefonia e con la radiotelefonia, per comunicare fra punti lontani di una linea ad alta tensione, passa a fare interessanti considerazioni tecniche e a dare utili notizie su tali impianti.

L'A. comincia con lo scrivere la relazione:

$$E_R = E_T e^{-\alpha L}$$

che dà la tensione E_R disponibile all'apparecchio ricevente, situato ad una distanza L dall'apparecchio trasmittente, il quale immette sulla linea una tensione E_T ; α è la costante di attenuazione, determinata dalle caratteristiche della linea. Ma l'A. osserva che ben difficilmente si hanno in pratica linee uniformi, specialmente per la presenza di trasformatori e di derivazioni intermedie. Di più per ogni impianto si hanno condizioni diverse. Si hanno poi raramente linee ad alta tensione con estremi adatti per l'applicazione dell'onda di trasporto ad alta frequenza. Riesce quindi difficile avere un apparecchio per comunicazioni con onde convogliate adatto per qualunque linea ed accoppiabile con tutte in maniera conveniente.

Il circuito equivalente ad una installazione semplice per comunicare in una sola direzione è rappresentato dalla figura 1. T ed R sono gli estremi della linea, Z_T l'apparecchio trasmittente, Z_R l'apparecchio ricevente, Z_1 e Z_2 rappresentano le impedenze che i trasformatori, situati agli estremi della linea, oppongono all'alta frequenza. Nella figura i trasformatori compaiono con un estremo dell'avvolgimento a terra, come si ha in generale o per diretto collegamento attraverso un'impedenza o per effetto di capacità. Il valore delle impedenze Z_1, Z_2 varia con il carico nell'avvolgimento a bassa tensione del trasformatore. Per la semplice disposizione della figura,

l'impedenza dal lato dell'alta tensione si può approssimativamente ritenere eguale a quella del circuito a bassa tensione, moltiplicata per il quadrato del rapporto delle tensioni del trasformatore. Così se la impedenza del circuito a bassa tensione è di 100Ω e il rapporto delle tensioni è da 1 a 10, l'impedenza effettiva è approssimativamente $10^2 \times 100 = 10\,000 \Omega$.

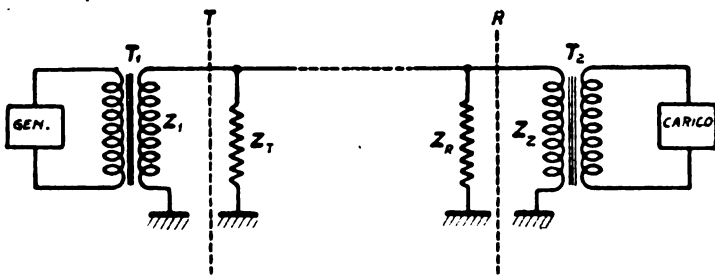


Fig. 1.

Poiché gli elementi caratteristici variano da centrale a centrale e per una stessa centrale da istante a istante, non si possono stabilire relazioni generali. Nella maggioranza dei casi l'impedenza del trasformatore per la frequenza dell'onda di trasporto, risulta grande in paragone a quella degli altri elementi da considerarsi e quindi l'energia che il trasformatore assorbe dalla linea è relativamente piccola. L'impedenza di tutti i trasformatori e degli apparecchi che derivano energia lungo la linea dovrebbe avere, per l'alta frequenza, valore praticamente infinito. Ma poiché non si possono mutare né l'impedenza dei trasformatori né quella della linea senza ricorrere a dispositivi costosi, il problema si riduce a trovare il sistema di accoppiamento più efficace sia per l'apparecchio trasmittente sia per quello ricevente. Lo stesso sistema può servire egualmente bene sia per l'uno che per l'altro.

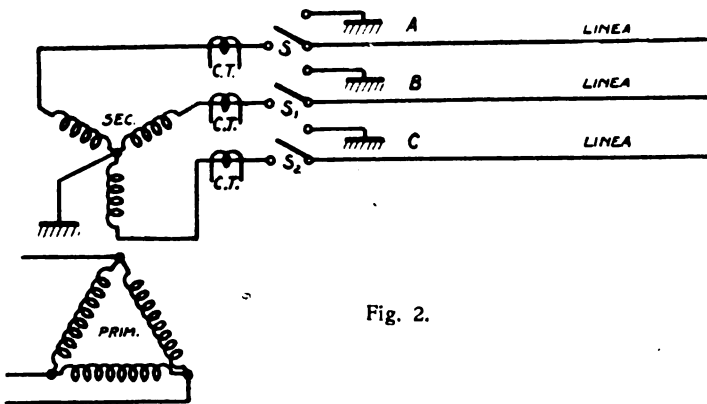


Fig. 2.

La figura 2 mostra una tipica disposizione dei circuiti ad un estremo della linea. S , S_1 , S_2 sono coltelli che servono sia a chiudere le linee sia a metterle a terra. I C.T. rappresentano trasformatori di corrente. Il centro di stella è messo a terra. Secondo che i coltelli S sono nell'una o nell'altra posizione si hanno due condizioni diverse. Se le linee sono chiuse, l'impedenza degli avvolgimenti del trasformatore ostacola fortemente il passaggio della corrente ad alta frequenza. Se sono messe a terra, l'impedenza offerta all'alta frequenza è soltanto quella del tratto di filo compreso fra l'apparecchio e il punto di messa a terra della linea. La fig. 3 mostra il circuito equi-

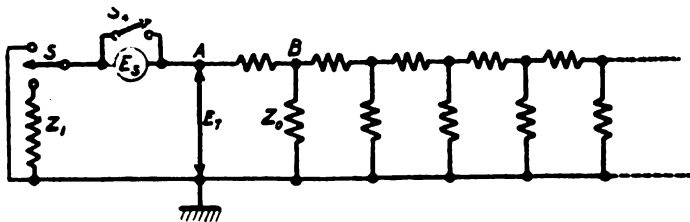


Fig. 3.

valente per un solo conduttore della terna. Elementi di impedenza in serie ed in derivazione rappresentano l'impedenza caratteristica Z_0 della linea.

Il problema presenta due soluzioni. La prima consiste nell'inserire il generatore E_s dell'alta frequenza direttamente sulla linea, aprendo il coltello S . Questo metodo si può usare su linee che abbiano il centro di stella a terra, ma presenta l'inconveniente che E_s , quando S è in basso, deve operare attraverso l'impedenza Z_1 del trasformatore. L'altra soluzione consiste nell'applicare la tensione ad alta frequenza in derivazione sulla linea (E^T). In tale caso, quando il coltello è in basso, l'impedenza Z_1 del trasformatore risulta in parallelo con l'apparecchio trasmittente E^T . Quando il coltello è nell'altra posizione, Z_1 è esclusa e la sola impedenza opposta dalla derivazione

che si trova dal lato della centrale è quella del tratto di linea che, passando attraverso S , va dal punto A al suolo. Essa può essere molto piccola in confronto con Z_0 , ed in tal caso la linea e l'apparecchio trasmittente sarebbero praticamente in corto circuito. Ad evitare questo inconveniente occorre che la E^T sia applicata in un punto tale che l'impedenza della derivazione dal lato della centrale assuma un valore paragonabile con Z_0 . Quando si soddisfa a questa condizione il secondo metodo risponde meglio alla esigenza di essere egualmente efficace sia quando la linea è in funzione, sia quando è inattiva e messa a terra attraverso S .

Per immettere l'alta frequenza sulla linea si può collegare direttamente ad essa l'apparecchio trasmittente, in tal caso per avere un isolamento sufficiente, si richiedono condensatori o trasformatori raramente convenienti dal punto di vista dell'economia. Inoltre, se il collegamento si fa all'interno della centrale, si dà luogo, allorché la linea è messa a terra, agli inconvenienti già accennati. L'A. ritiene che l'uso di un'antenna costituita da un filo disteso parallelamente alla linea rappresenti la migliore soluzione del problema, per il suo piccolo costo e perché può essere fatta lunga quanto è necessario affinché l'alta frequenza sia immessa sulla linea abbastanza lontano dalla centrale.

Il principale svantaggio di questo metodo è la sua scarsa efficienza, come si può rilevare coll'aiuto della fig. 4. C , C_1 , C_2 rap-

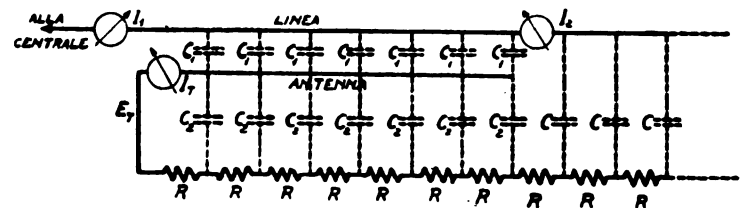


Fig. 4.

presentano ordinariamente la capacità della linea ad alta tensione rispetto alla terra e la capacità dell'antenna rispetto alla linea e rispetto alla terra; R rappresenta la resistenza effettiva del circuito. E^T ed I^T sono la tensione e la corrente nell'antenna, I_1 la parte della corrente ad alta frequenza indotta nella linea che va verso la centrale, I_2 la parte che va verso l'apparecchio ricevente. La corrente I^T che esce dall'antenna sotto forma di corrente di spostamento (ossia di capacità), si divide in parti inversamente proporzionali alle impedenze offerte dalle capacità C_1 e C_2 . L'impedenza dipendente da C_1 può infatti essere trascurata rispetto a quella dipendente da C_2 .

L'A. dimostra la scarsa efficienza del sistema, valendosi di un esempio. Un'antenna lunga m 305, alta m 12 sul suolo e distante m 3 da una linea ad unico conduttore ha la capacità elettrostatica di circa $0.002 \mu F$ rispetto alla terra e di circa $0.0009 \mu F$ rispetto alla linea. Il 69 per cento dell'energia passa direttamente al suolo, ed il 31 % passa alla linea. In pratica però, poiché le linee hanno più di un conduttore, le condizioni migliorano. Si ha la massima efficienza, quando l'impedenza effettiva dell'antenna è uguale alla impedenza effettiva degli apparecchi ad alta frequenza. Questa condizione, col metodo di accoppiamento descritto, può essere soddisfatta solo in modo approssimativo. Aumentando la lunghezza dell'antenna diminuisce l'impedenza fra essa e la linea, mentre aumenta la capacità dell'antenna rispetto al suolo e quindi il generatore deve fornire più energia, per caricare l'antenna allo stesso potenziale.

L'esperienza ha dimostrato che la lunghezza più conveniente per l'antenna è compresa fra 300 e 600 m, e che essa risulta anche sufficiente per ridurre in limiti tollerabili l'effetto della messa a terra della linea alla centrale. Inoltre l'antenna deve essere posta alla maggiore altezza possibile sul suolo; deve essere vicina ai fili della linea per quanto è ammissibile, in generale la distanza è uguale a quella fra i conduttori delle diverse fasi; ed il percorso fra l'apparecchio generatore e l'antenna deve essere breve quanto è possibile, perché questo tratto di conduttore concorre ad aumentare inutilmente C_2 .

L'A. dopo aver accennato ai dispositivi per la protezione degli apparecchi dalle cariche statiche, che si possono avere sull'antenna e da eventuali contatti fra l'antenna e la linea, passa a considerare le difficoltà pratiche che si incontrano nei vari casi. I trasformatori che si trovano attaccati in punti intermedi della linea, a meno che non siano di grande potenza ed abbiano forte carico nel secondario, danno luogo a piccole perdite per l'onda di trasporto. È stato stabilito un grossolano termine di confronto per il loro effetto e si considera ogni stazione di trasformazione equivalente ad un aumento di km 16 nella lunghezza della linea. Le derivazioni influiscono sia per l'energia che assorbono, sia per la riflessione di energia a cui danno luogo, a causa delle variazioni che introducono nelle caratteristiche della linea. Le derivazioni si considerano equivalenti, per il loro effetto, ad un prolungamento della linea compreso fra 16 e 40 km secondo l'estensione del sistema. Se vi sono apparecchi telefonici ricevitori in punti intermedi, l'accoppiamento di questi con la linea deve essere allentato al massimo, in modo che essi pur continuando a ricevere, sottraggano alla linea la minima quantità di energia.

Se la linea in qualche punto è spezzata o se vi sono interruttori aperti o trasformatori di corrente in serie la forza dei segnali in arrivo è sensibilmente diminuita. L'esperienza dimostra che tutti i con-

duttori di una linea, eccetto uno, possono essere interrotti e messi a terra, tanto agli estremi quanto in punti intermedi, senza impedire le comunicazioni ad alta frequenza. Se l'ostacolo alla trasmissione è di natura prevedibile come l'apertura di interruttori, la presenza di trasformatori, o di apparecchi modificatori della frequenza, ecc., e risulta troppo grande, si può shuntarlo con lo speciale dispositivo della fig. 5. Per un tratto di circa 600 m si dispone di un conduttore pa-

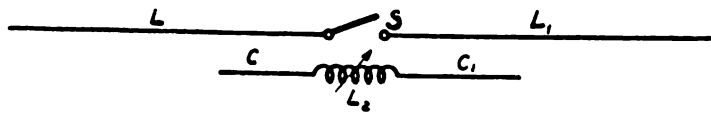


Fig. 5.

rallelamente alla linea, in modo che l'interruttore S o il trasformatore, ecc., siano in corrispondenza del suo punto di mezzo. L_1 è un'induttanza variabile che serve a neutralizzare la capacità dei fili di accoppiamento. In questo modo l'impedenza che ostacola la trasmissione può essere portata a valori molto più bassi. Il metodo descritto è stato usato con pieno successo anche per l'incrocio ad angolo retto di linee indipendenti.

Un impedimento più grave nelle comunicazioni ad alta frequenza è dato dai tratti di linea in cavo. Non si possono avere in questo caso installazioni di molta efficienza a causa dell'enorme aumento della potenza richiesta per le comunicazioni; tuttavia con l'adozione di speciali dispositivi e se i tratti di linea in cavo sono molto brevi le comunicazioni sono ancora possibili.

Concludendo l'A dice che quanto più è complesso l'impianto sul quale si vogliono stabilire le comunicazioni, tanto più grande è la potenza necessaria per ottenerle. Conseguentemente tutte le condizioni dell'impianto devono essere studiate in modo particolareggiato, prima di progettare un'installazione per comunicazioni di questo tipo. L'A. descrive infine gli apparecchi costruiti dalla G. E. Co. che sono di due tipi: l'uno da 50 W, adatto per comunicare con linee della lunghezza equivalente di 135 km, l'altro da 250 W, che permette di comunicare con linee della lunghezza equivalente di 420 km. Tanto gli uni quanto gli altri non possono trasmettere e ricevere nel medesimo tempo. Un apposito commutatore permette di attaccare sull'antenna l'apparato trasmittente oppure il ricevente, oppure ancora il relais che fa agire il campanello di chiamata. L'A. afferma che questo metodo è nel complesso quello preferibile poichè il vantaggio di richiedere apparecchi più semplici e meno costosi ne compensa gli inconvenienti. Per le comunicazioni nei due sensi sono adoperate frequenze diverse.

P. Bo.

CRONACA

NECROLOGIE.

C. P. STEINMETZ



Dai giornali tecnici americani apprendiamo la dolorosa notizia della morte, avvenuta un mese fa a Schenectady di C. P. Steinmetz, ingegnere capo dell'ufficio di consulenza della General Electric Co. e professore di elettrotecnica alla Università di Schenectady.

Matematico, fisico ed elettrotecnico di grandissimo valore, egli era conosciuto in tutto il mondo dell'elettricità per i numerosi suoi

lavori, alcuni dei quali di importanza fondamentale. Fra gli altri, ricordiamo qui alcuni dei lavori dell'estinto che ora ci si presentano alla mente, il suo nome è legato alla geniale applicazione degli immaginari al calcolo dei circuiti elettrici, alla determinazione delle perdite per isteresi nel ferro, alla teoria e alla calcolazione dei fenomeni transitori che tanta importanza hanno assunto nella moderna tecnica delle trasmissioni di energia.

La storia della sua vita ha alcunchè di romanzesco che dà ancora maggior risalto alla sua personalità eccezionale.

Nato nel 1865 a Breslavia da famiglia israelita, distintosi in gioventù per le sue idee sovversive che gli resero difficile il soggiorno in patria, lasciò a vent'anni la Germania per l'America del Nord che lo ospitò poi fino alla sua morte. Di corporazione piccola, rachitico e quasi deforme egli minacciò di essere respinto dalle autorità americane che controllavano l'arrivo degli emigranti. In America iniziò la sua carriera come semplice disegnatore ed entrò poi alla G. E. Co. salì rapidamente al principale posto scientifico della grande Casa americana, posto che tenne per quasi trent'anni fino alla sua morte.

Pubblichiamo qui una recentissima fotografia dello Steinmetz, favoriti dal nostro benemerito socio Ing. J. W. Lieb di New York, e a nome dell'«Elettrotecnica» inviamo all'A. I. E. E. che ha perduto in lui uno dei più valorosi e conosciuti suoi membri, le nostre vive condoglianze.

MAURIZIO LEBLANC

Annunciamo ai lettori la morte di Maurizio Leblanc, vice-presidente del Comitato di redazione della R. G. E., avvenuta a Parigi il 27 dello scorso ottobre.

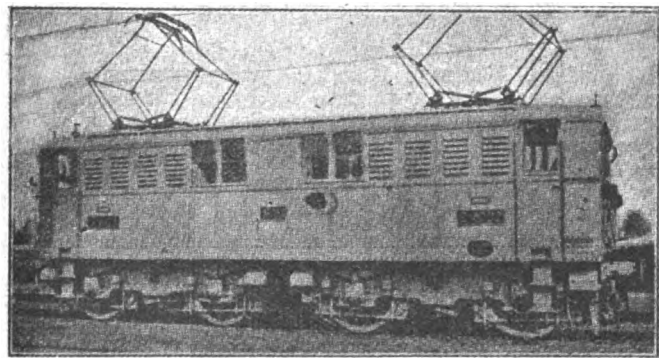
La scienza e la tecnica perdono con Lui un eminente cultore, un Uomo dotato in sommo grado di quello che si potrebbe chiamare il Genio inventivo.

Ancora nel pieno vigore delle sue facoltà intellettuali, Maurizio Leblanc stava proprio ora occupandosi di trovare la soluzione pratica di diversi problemi ch'Egli si era recentemente proposti come conseguenza delle idee moderne sulla costituzione della materia. La morte l'ha colto sulla breccia come un soldato sul campo.

Alla famiglia ed ai Colleghi francesi, le nostre vive condoglianze.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Nuovo locomotore francese (E.R.I. 2 Dic. 1922, pag. 872. — Il primo locomotore per corrente continua a 1500 V, dei Chemins de Fer du Midi, è stato provato sulla linea Pau-Lourdes, già elettrificata, col sistema monofase, prima della guerra. È stato costruito dalla Società francese di costruzioni elettriche. Esso serve per treni merci, treni locali passeggeri ed espressi passeggeri su forti pendenze; pesa 80 tonn, cioè 20 tonn per asse; ogni carrello ha 2 motori, ciascuno atto a dare 186 kW in servizio continuo e 260 kW durante un'ora.



Lo sforzo di trazione è di kg 7480, con velocità massima oraria di 96 km; la trasmissione del moto si compie a mezzo di doppie coppie di ingranaggi, una a ciascuna estremità del motore. Il controller e i circuiti di regolazione sono alimentati a 120 V da un gruppo motore-dinamo, che fornisce anche l'energia per luce, riscaldamento, motori dei compressori e dei ventilatori, uno per ogni carrello, che raffreddano i motori principali. Sotto il centro della cabina di manovra è disposto il gruppo motore dinamo, mentre che agli estremi di essa sono i 2 gruppi motore-compressore. Qualora più locomotori fossero uniti per un sol treno, i circuiti a bassa tensione sarebbero connessi in parallelo.

e. m. a.

CONDUTTURE.

Pali speciali economici per grandi linee di trasporto. — L'Ing. L. Perotto ci segnala un tipo speciale di palo costruito dalla Società Elettrica Sarda per le sue linee a 70 000 volt Santa Chiara del Tirso-Guspini-Cagliari, della lunghezza di circa 150 km.

Si tratta di un palo misto composto di una struttura in legno montata su di una base di cemento armato.

La base del palo è costituita da un cavalletto in cemento armato avente una altezza totale di m. 5,40 (m. 1,70 sotto terra e m. 3,70

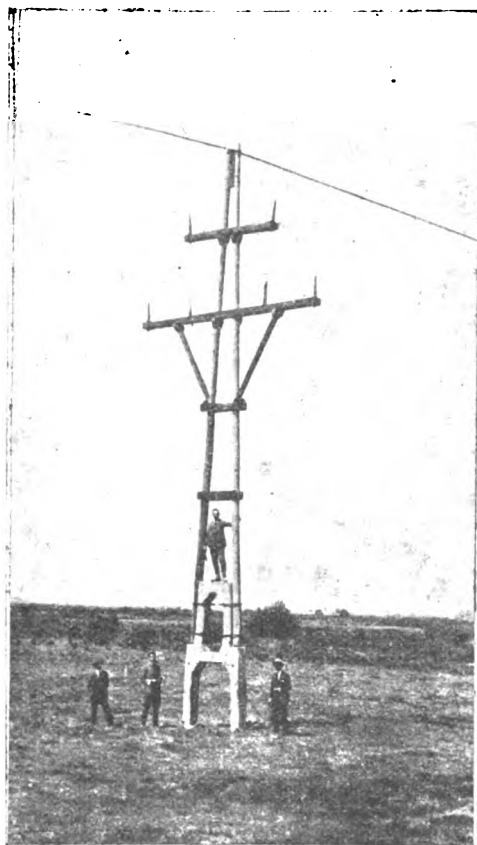
fuori terra). L'incastellatura in legno, fissata alla base da quattro robusti collari di ferro, è composta di due pali di pino iniettati lunghi 12 m, concatenati fra loro mediante traverse di legno e sollevata da terra di m 2.50. L'altezza totale del palo, fuori terra, risulta di m 14,50.

Le caratteristiche della linea montata su questi pali sono:

Campata media di 150 m.

Conduttori: sei corde di rame della sezione di 50 mm².

Filo di terra tasato in testa ai pali: corda di acciaio di 30 mm² di sezione.



Questi pali sono stati calcolati per resistere alla massima sollecitazione del vento sul palo e sui fili in direzione normale alla linea, ed alla sollecitazione del vento sul solo palo nel senso longitudinale alla linea.

Per il caso di rottura di fili, sono previsti pali rompitratta ogni 4 km circa.

Il costo di un palo di questo tipo, completamente montato in opera, è minore della metà di un palo in ferro montato nelle stesse condizioni. L'incastellatura in legno essendo esposta completamente all'aria, ha una durata superiore alle ordinarie palificazioni in legno con base interrata e non richiedendo nessuna manutenzione, nemmeno la verniciatura, mantiene completamente guadagnata la economia di capitale iniziale.

Anche gli incendi, che nelle campagne meridionali sono frequenti, non possono impensierire poiché l'armatura in legno è sollevata da terra di m 2,50; inoltre il ricambio dell'armatura si riduce ad una operazione rapida dato il modo col quale è fissata alla base.

Il cavalletto in cemento vien costruito sul posto e rappresenta già da solo una notevole economia, per la sua piccola cubatura, rispetto al basamento in calcestruzzo di un palo in ferro equivalente. Vengono in tal modo facilitati anche i trasporti che costituiscono una difficoltà sempre notevole nella costruzione delle linee. g. g.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

Il «Heavisidion». Un istrumento per la risoluzione meccanica delle lunghe linee di trasmissione (J. Am. I. E. E., febbraio 1923, pag. 127. — L'apparecchio costruito da A. Karapetoff fu chiamato Heavisidion in omaggio al celebre elettrotecnico Oliver Heaviside. Nel costruire l'apparecchio, l'A. si è proposto di rendere possibile di determinare a priori, con celerità ed esattezza, le caratteristiche della corrente e della tensione in una linea di trasmissione, per ogni condizione di carico e per qualunque tensione di arrivo, e di poter studiare l'effetto di un qualsiasi cambiamento nelle costanti della linea, o nel carico, nella tensione, nella lunghezza, ecc. Inoltre l'apparecchio permette di determinare la potenza dei condensatori sincroni che si volessero installare in un dato punto per ottenere una certa tensione.

La figura 1 rappresenta l'apparecchio completo. Come si vede esso risulta di una serie di bracci impennati in un punto e collegati da parallelogrammi deformabili. Le diverse sbarre possono essere così disposte da rappresentare le relazioni vettoriali fra tensione

e corrente in un punto qualunque della linea. L'apparecchio viene messo a punto inizialmente tenendo conto delle costanti della linea.

I collegamenti cinematici sono disposti in modo che quando l'apparecchio è regolato in modo da dare risultati esatti per un punto qualunque della linea, per esempio l'estremità ricevente, esso segna esattamente anche per ogni altro punto.

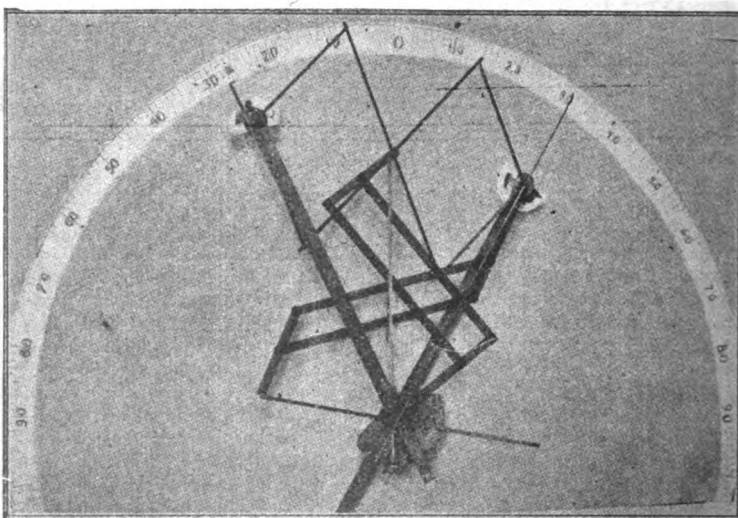


Fig. 1.

Le divisioni del circolo graduato corrispondono alla lunghezza dei tratti di linea; spostando due bracci in senso opposto per uno stesso numero di divisioni, l'apparecchio è a punto per segnare i dati relativi ad un altro tratto di linea.

L'apparecchio considera esattamente tutte le caratteristiche della linea, tenendo conto della induttanza, della capacità e delle perdite distribuite lungo di essa. Per dimostrare la precisione dell'istrumento l'A. riporta il calcolo di due linee e fa vedere come i dati ricavati col suo dispositivo concordino in modo del tutto soddisfacente coi risultati del calcolo.

Per mettere a punto l'apparecchio occorre conoscere prima certe quantità, per determinare le quali l'A. ha predisposto una serie di abachi grafici.

R. S. N.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

La sera del 22 corrente numerosissimi convennero i Soci alla riunione indetta per uno scambio di idee sugli argomenti che formeranno oggetto della Conferenza internazionale di Parigi, allo scopo anche di illuminare i Colleghi della Sezione che parteciperanno alla conferenza.

Il Presidente Semenza, dopo aver inviato un saluto ed un augurio, a nome della Sezione, al Consocio Prof. Baroni, rimasto ferito nel recente disastro edilizio, e di aver ricordato la scomparsa dello Steinmetz e di Maurizio Leblanc, passò ad esporre le origini e gli scopi della Conferenza internazionale, passando poi in rassegna gli argomenti che saranno posti in discussione a Parigi. Su molti di tali argomenti, e soprattutto su quanto ha attinenza agli isolatori, si ebbe una animatissima e interessante conversazione a cui parteciparono ripetutamente col Presidente i Colleghi: Alessandri, Campos, Cangia, Giorgi, Manfredi, Norsa, Passerini, Rebora, Sacchetto, Vannotti, ed altri.

La riunione si chiuse col voto espresso dall'Ing. Campos che i Delegati italiani al loro ritorno vogliano in una nuova riunione informare i Colleghi di quanto si è trattato a Parigi.

*

Personalia

Con recente deliberazione il Consiglio Comunale di Milano ha nominato il Prof. Luigi Zunini suo rappresentante nel Consiglio di Amministrazione della Cassa di Risparmio delle Province Lombarde.

L'Ing. E. M. Azzolini che già da tempo dirige l'Ufficio tecnico della Società Generale Italiana Accumulatori Elettrici, è stato recentemente nominato Procuratore della Società stessa.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La Conferenza internazionale di Parigi e la Commissione elettrotecnica internazionale.

Come annunciammo, si è tenuta a Parigi, dal 26 novembre al 1° dicembre, la seconda Conferenza internazionale per lo studio dei problemi relativi alle reti ad altissima tensione. Riservandoci di dare nel prossimo numero un ampio resoconto dei lavori della Conferenza, vogliamo qui rilevare la parte importante presa ai lavori stessi dalla Delegazione italiana, guidata dal nostro Presidente generale, Ing. Del Buono.

Per quanto i rapporti italiani presentati alla Conferenza non fossero numerosi, i colleghi Barbagelata, Cangia, Del Buono, Manfredi, Norsa, Semenza, Soleri e Vannotti intervennero ripetutamente nelle discussioni, richiamando l'attenzione dei convenuti sull'importante sviluppo raggiunto dai nostri impianti, e sui progressi delle nostre industrie.

La delegazione italiana fu fatta segno a cordiali accoglienze da parte dei colleghi francesi e al nostro Presidente fu riservato uno dei posti di Vice-Presidente della Conferenza.

Pubblichiamo invece più avanti il resoconto della Riunione tenutasi pure a Parigi il 3 corrente, del Consiglio della Commissione Elettrotecnica Internazionale, nel quale si è, fra l'altro, proceduto alla elezione della nuova Presidenza; ed è col più vivo compiacimento che possiamo annunciare come la presidenza stessa sia stata affidata all'Italia: l'Ing. Guido Semenza è stato, infatti, acclamato Presidente della Commissione Internazionale per il prossimo biennio. Siamo certi che egli, colla sua ben nota attività, saprà imprimere un ritmo più celere ai lavori della Commissione, che devono disgiustamente compiersi attraverso a difficoltà grandissime che ne inceppano lo svolgimento. La creazione, in seno alla C. E. I. di un Comitato d'azione, e le nuove procedure già adottate per iniziativa del Semenza, costituiscono, infatti, un primo, considerevole passo in tale direzione.

Funzionamento di grandi linee in parallelo.

I continui progressi dei sistemi di trasporto dell'energia elettrica e i molteplici collegamenti fra impianti diversi hanno fatto sì che il caso, considerato un tempo come normale, della grande linea di trasporto a servizio di estremità non è più che un caso particolare assai raro. Una semplificazione alquanto convenzionale e scolastica dei casi senza confronto più complessi, che i progettisti e gli esercenti di linee di trasporto si trovano ogni giorno di fronte. Già il problema della ripartizione del carico fra due linee, diverse per caratteristiche elettriche e per tracciato e collegate in parallelo alla partenza e all'arrivo si presenta assai di frequente; ed è appunto prendendo le mosse da tale problema e servendosi del metodo Del Buono per il calcolo delle linee, che i colleghi CASTELLANI e MELINOSSI hanno ideato un procedimento analitico e grafico, i cui pregi di semplicità e di chiarezza riteniamo lo faranno esaminare con interesse da molti lettori. Il metodo si presenta allo studio dei casi più complessi come ad es. quello di una intera maglia con vari nodi di alimentazione e di erogazione ed è per di più molto opportunamente illustrato da alcuni esempi numerici ispirati alla effettiva pratica delle reti di trasporto e di distribuzione dell'energia elettrica.

Impianti Breda.

Proseguiamo in questo fascicolo la descrizione degli Impianti Breda. L'odierna puntata è particolarmente dedicata alla centrale di Pont St. Martin e il lettore troverà molti interessanti dati sul macchinario elettrico in essa installato.

LA REDAZIONE.

Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

□ GLI IMPIANTI DELLA S. I. P. BREDAS IN VALLE LYS □ □ □ □ □

(Continuazione, v. N. 33)

Macchinario.

Turbine. — Le turbine principali (fig. 28) sono Pelton a due getti, delle Costruzioni Meccaniche Riva.

Esse hanno le seguenti caratteristiche:

salto $H=525$ m; portata $Q=2,5$ m³/s; giri 504 al l' (14 000 HP).

Le ruote e le pale sono in acciaio; il distributore è a due getti

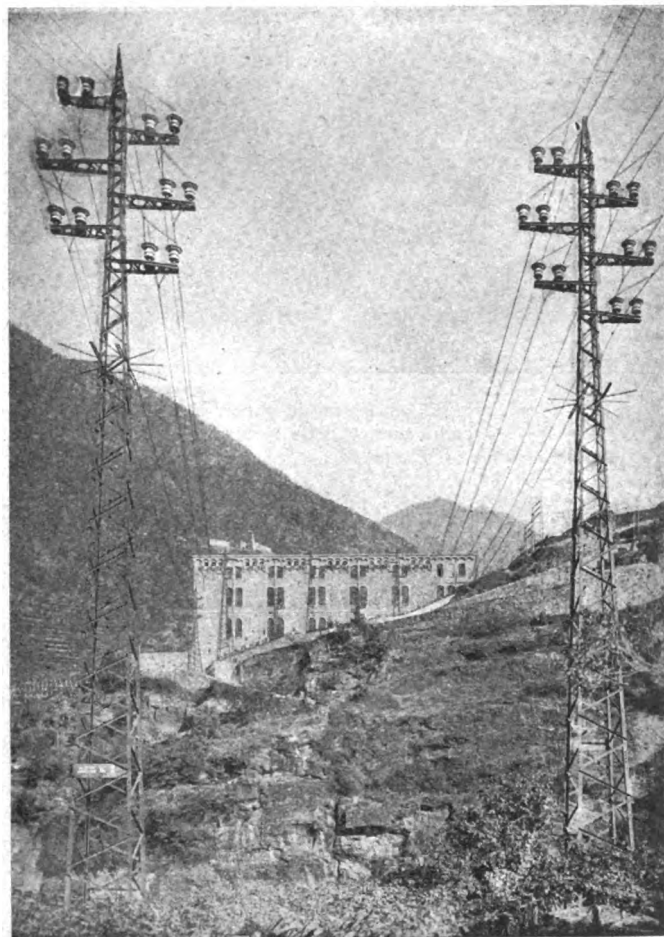


Fig. 23. — Stazione trasformatrice colle linee in partenza a 75 000 V.

circolari con regolazione a spina e deviatori automatici a tegolo; la cassa e il coperchio sono in ghisa; l'albero di acciaio fucinato; i supporti a lubrificazione automatica con circolazione d'acqua. Il regolatore autonomo è del ben noto tipo da molti anni costruito dalla Casa, con il dispositivo di sicurezza che in caso di rottura della cinghia impedisce la fuga della macchina.

Nel contratto furono stabilite le seguenti garanzie:

Rendimenti: 79 % a piena apertura; 80 % a 3/4; 77 % a metà;

scarto di velocità con un PD^2 di 110 000 kgm^2 nelle masse rotanti: $12 \div 14\%$ per stacco del pieno carico; $5-6\%$ per mezzo carico; 3% per $1/4$ del carico.

Le turbine da 7000 (fig. 27) furono fornite dalle Officine Elettromeccaniche di Rivarolo. Sono pure Pelton a un solo getto con tegolo deviatore, per $Q = 1,25 \text{ m}^3/\text{s}$; $H = 525 \text{ m}$; giri 504.

Esse furono previste per funzionare anche a 420 giri, riducendosi la potenza a 6500 HP.

Furono garantiti i rendimenti di 82, 81, 76, 72 % rispettivamente a piena apertura, a $3/4$, $1/2$, $1/4$ di apertura.

Scarto di velocità: 15, 10, 5, 3 % rispettivamente per stacco di tutto il carico, di $3/4$, di $1/2$, $1/4$, con un PD^2 di 55 000 kgm^2 .

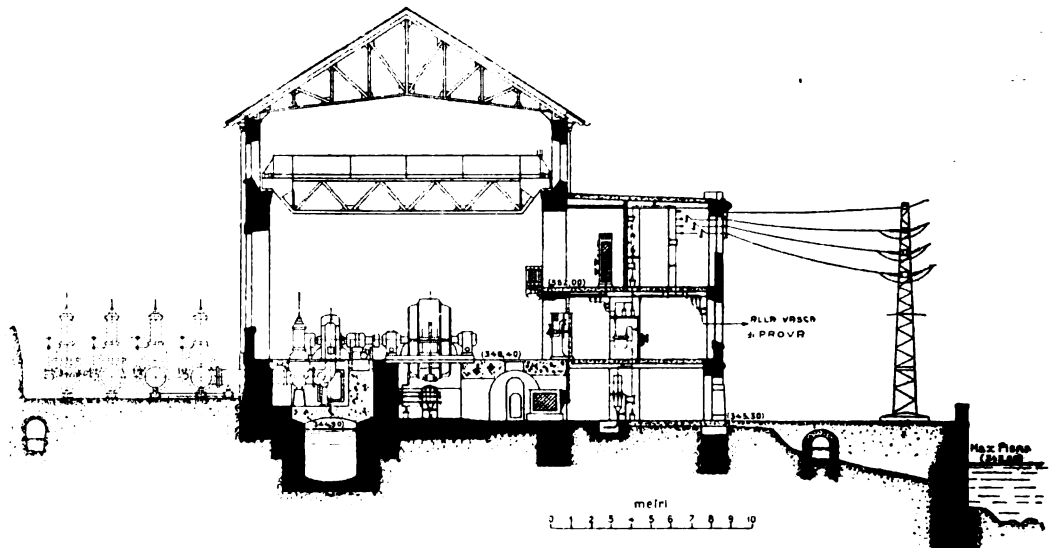


Fig. 24. — Centrale di Pont S. Martin - Sezione trasversale.

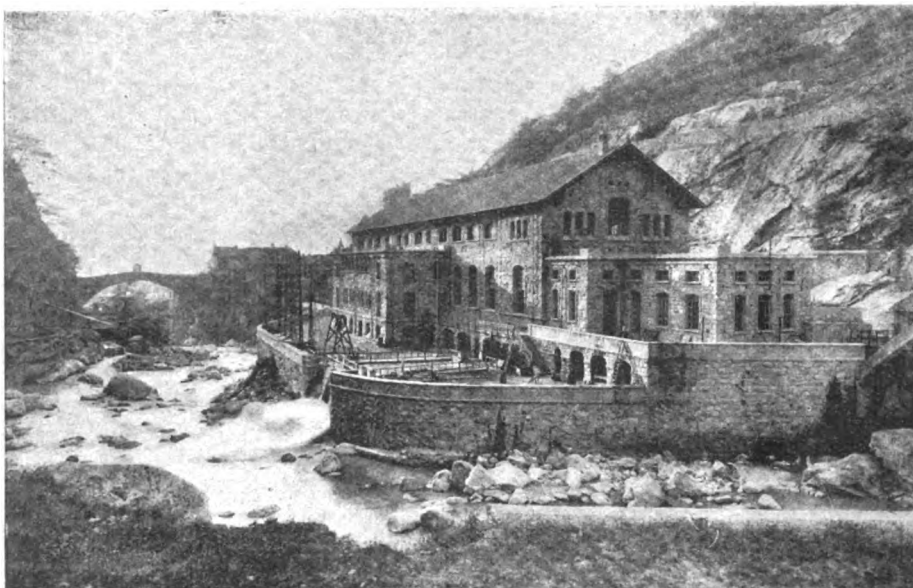


Fig. 25. — Centrale generatrice di Pont S. Martin collo scarico delle turbine e il Ponte Romano.

Le turbine hanno le ruote in acciaio, con pale pure di acciaio fissate alla ruota con bulloni.

Il distributore è ad un getto circolare con regolazione a spina e deviatore automatico a tegolo; l'ago è in acciaio foderato di bronzo; con testa riportata pure in bronzo; l'ugello ricambiabile è provvisto all'estremità di anello in bronzo durissimo.

La cassa e il coperchio sono in ghisa; i supporti sono a lubrificazione automatica con raffreddamento a circolazione d'acqua.

L'albero è in acciaio fucinato, provvisto di appositi apparecchi radiatori per impedire l'uscita dell'acqua dalla cassa.

Il regolatore è autonomo a pressione d'olio, tipo astatico; con variagiri a mano e ad elettromagnete per comando di quadro; con dispositivo per impedire la fuga in caso di rottura della cinghia di comando.

Pure delle Officine Rivarolo sono le due piccole Pelton per le eccitrici, per $Q = 0,11 \text{ m}^3/\text{s}$; $H = 525 \text{ m}$; giri 800 (600 HP).

Per queste turbine fu previsto un ren-

dimento di 81, 80, 75, 71 % rispettivamente a pieno carico, a $3/4$, $1/2$, $1/4$.

Nel collaudo e nell'esercizio si constatò che in generale tutte le turbine bene corrispondevano alle prescrizioni dei contratti.

Eccitrici. — L'eccitazione separata fu imposta dal fatto che, come già si è detto, in un primo progetto gli alternatori da 6125 kVA dovevano essere accodati sullo stesso asse a quelli da 12 250 kVA: disposizione che escludeva le eccitrici coassiali. Quando si addivenne alla separazione dei gruppi, i gruppi di eccitazione erano già ordinati e non si riteneva più conveniente mutare sistema. Tuttavia nell'estremità degli alberi degli alternatori furono previsti dei fori filettati per l'eventuale applicazione futura di eccitrici accoppiate (¹).

Le dinamo eccitrici sono due, ciascuna sufficiente per l'intera Centrale. Furono costruite

(¹) In questi giorni si sta appunto provvedendo alla applicazione di una eccitatrice accoppiata su uno dei due alternatori da 12 250 kVA.



Fig. 26. — Interno della Centrale di Pont S. Martin.

dalle Officine Elettromeccaniche di Rivarolo e sono ciascuna per 400 kW, a 230 V, 800 giri. Pesano cadauna 6000 kg circa. Furono provate presso il costruttore caricandole l'una sull'altra col metodo di

ventilante. Furono in origine previsti del tipo chiuso, ma in seguito, per le difficoltà incontrate nella sistemazione dei sotterranei della centrale, si eliminarono le chiusure laterali, lasciando che gli alter-

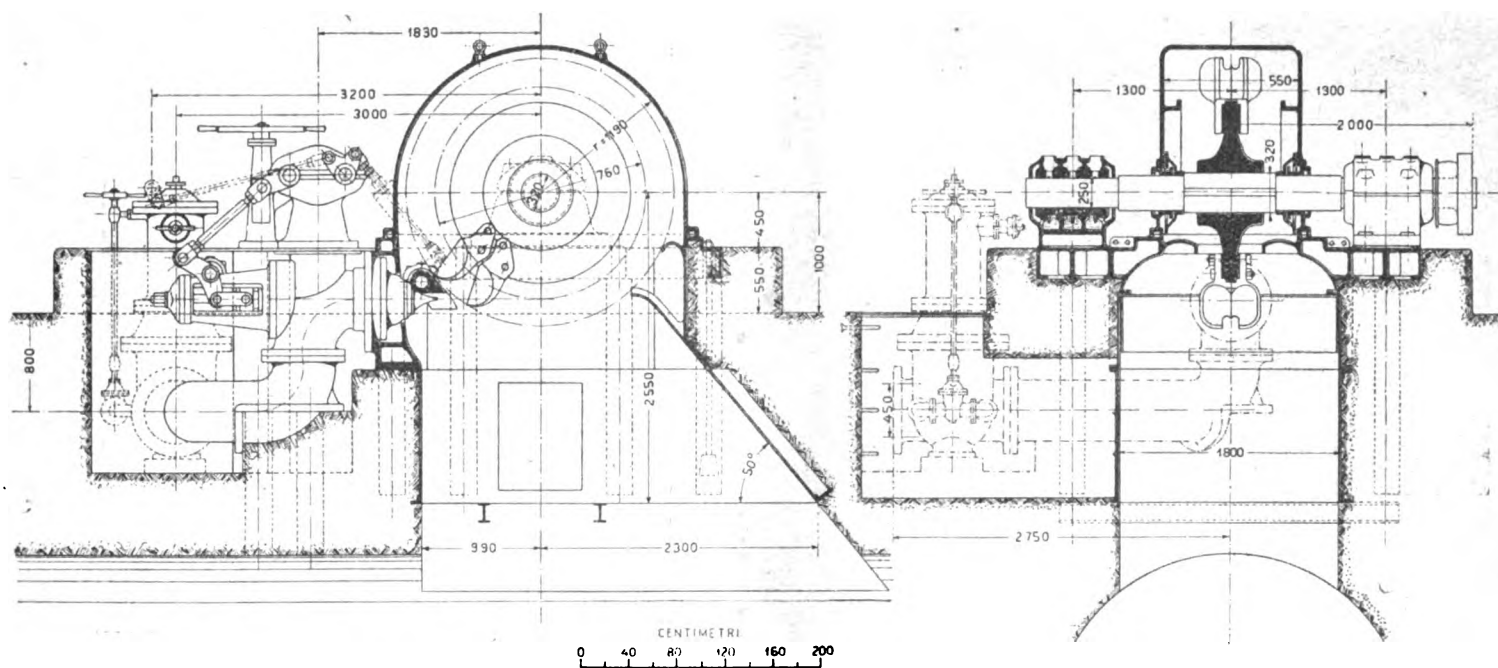


Fig. 27. — Turbine Pelton da 7000 HP.

$H = 525$ m; $Q = 1.25$ m³/s; $P = 7000$ HP; $N = 504$ /l'

circolazione dell'energia e diedero ottimi risultati pienamente confermati nell'esercizio. Il rendimento effettivo è risultato del 90% a metà carico e del 91 % a pieno carico.

natori aspirassero dall'ambiente della Centrale, scaricando l'aria calda nel sotterraneo.

Nella volta del sotterraneo, sotto la sala macchine sono previste

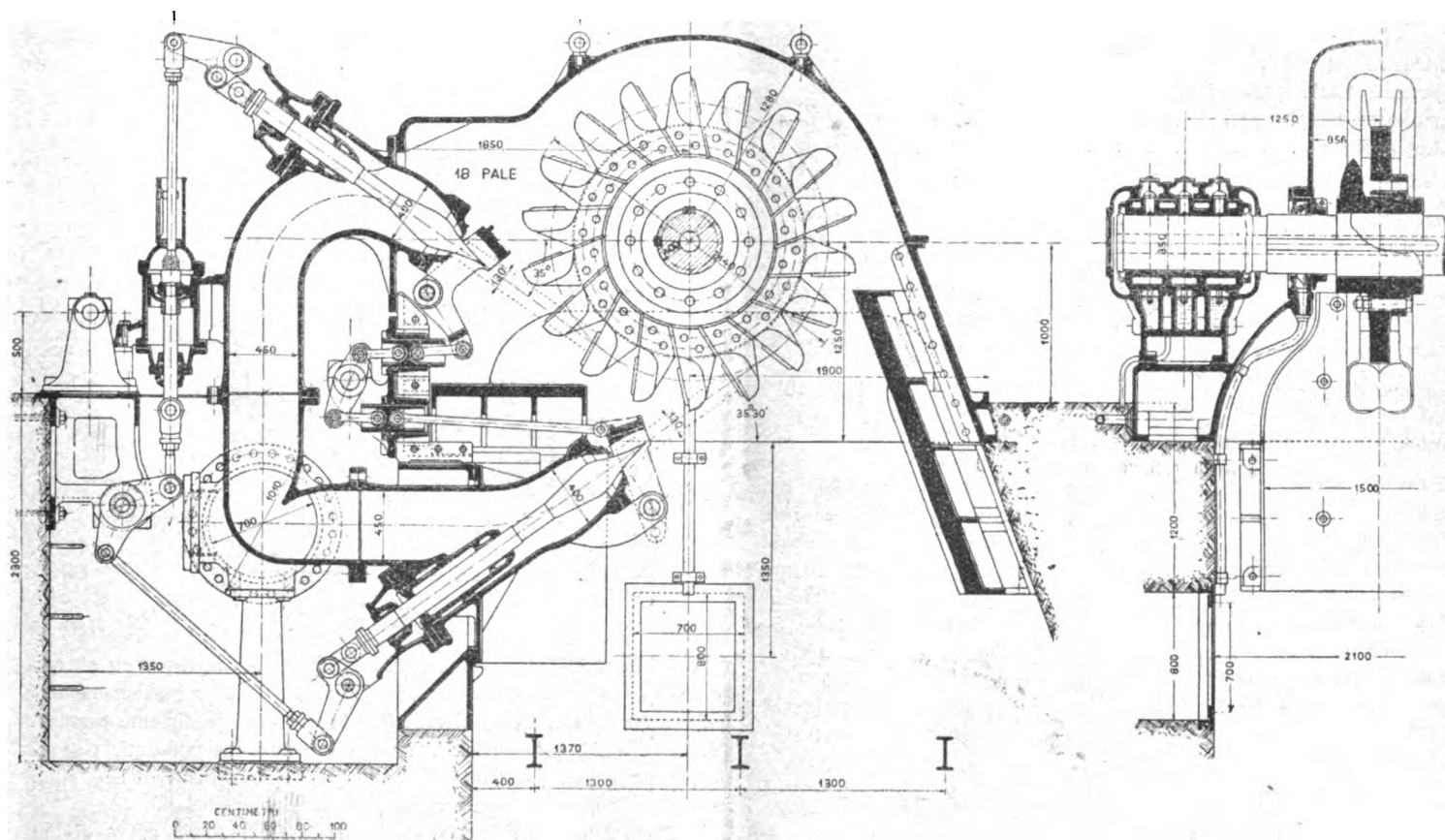


Fig. 28. — Turbine Pelton da 14 000 HP.

$H = 525$ m; $Q = 2.5$ m³/s; $P = 14 000$ HP; $N = 504$ /l'

Alternatori. — Gli alternatori trifasi forniti dal *Tecnomasio Italiano Brown Boveri*, sono dell'ordinario tipo ad asse orizzontale, auto-

delle aperture a griglia, normalmente chiuse, che permettono durante l'inverno di immettere in centrale una parte dell'aria calda.

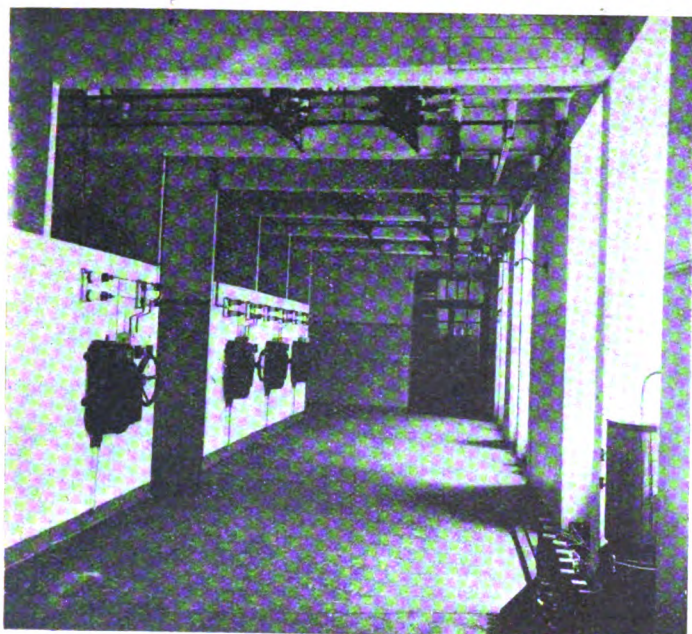


Fig. 29. — Centrale di Pont S. Martin - Sbarre a 6000 V, e comandi interruttori di macchina.

Riportiamo qui le principali caratteristiche costruttive dei due tipi di alternatore.

	Tipo da 12 250 kVA	Tipo da 6125 kVA
Giri normali	504	500
Numero poli	10	12
Frequenza normale	42	50
Tensione normale	6000—6600 V	6800—7500 V
Corrente per fase	1180—1070 A	520—472 A
Peso totale alternatore (circa) . . kg.	102 000	56 000

Statore.

Diametro interno cm.	250	250
Spessore totale pacco lamiera . cm.	140	85
Larghezza compl. spazi di ventilaz. cm.	24	13
Altezza pacco	35,9	28,5
Fori	N. 120 di 26×75 mm	N. 144 di 26×70 mm
Conduttori per foro	semichiusi 2	aperti 7
Densità di corrente A/mm ²	2,62	2,95
Collegamento	stella	doppia stella
Peso ferro (approssimato) . . . kg.	29 000	13 000
Peso rame (approssimato) . . . kg.	3650	1250
Costante di Arnold $\frac{D^2 b N}{P}$	38×10^4	$43,7 \times 10^4$

Rotor.

Diametro esterno cm.	246	247
Poli	fusi con le ruote	fusi con le ruote
Espansioni	massicce, riportate	lamellate, riportate
Piattine avvolgimento	1.8×65 mm	1.2×60 mm
Numero spire per polo	87	120
Peso rame (approssimato) . . . kg.	2800	2050
Corrente massima di eccitazione . . .	400 A.	200 A.
Velocità periferica m/s.	65	65,2
Peso totale rotor (approssimato) . kg.	37 000	22 000
PD ² kg. m ²	90 000	56 000
Diametro perni cm.	35	30
Tensione eccitazione	220 V	220 V

A complemento riportiamo nelle fig. 34 e 37 le principali caratteristiche di funzionamento dei due alternatori, desunti dalle prove di collaudo.

La fig. 34 dà le caratteristiche degli alternatori da 12 250 kVA. In essa la corrente iniziale di corto circuito data dalla caratteristica corrispondente, è quella che si ha dopo esaurito il primo fenomeno transitorio di rapida durata, ossia quella limitata dalla reattanza in-

terna della macchina e che un interruttore automatico, comunque rapido, è in generale chiamato a interrompere.

La fig. 35 dà le perdite a vuoto in funzione della tensione e la fig. 36 dà le perdite totali e le curve di rendimento per diverse condizioni di funzionamento, nonché la curva delle garanzie di rendimento che, come si vede, furono notevolmente superate.

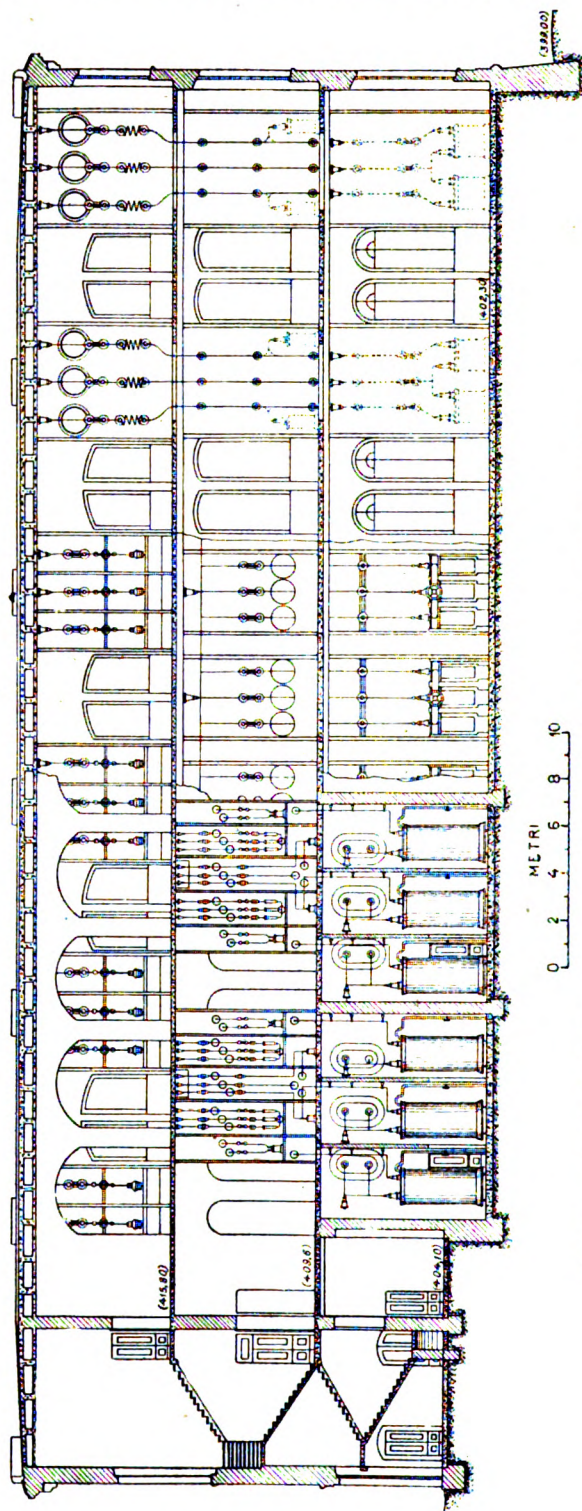
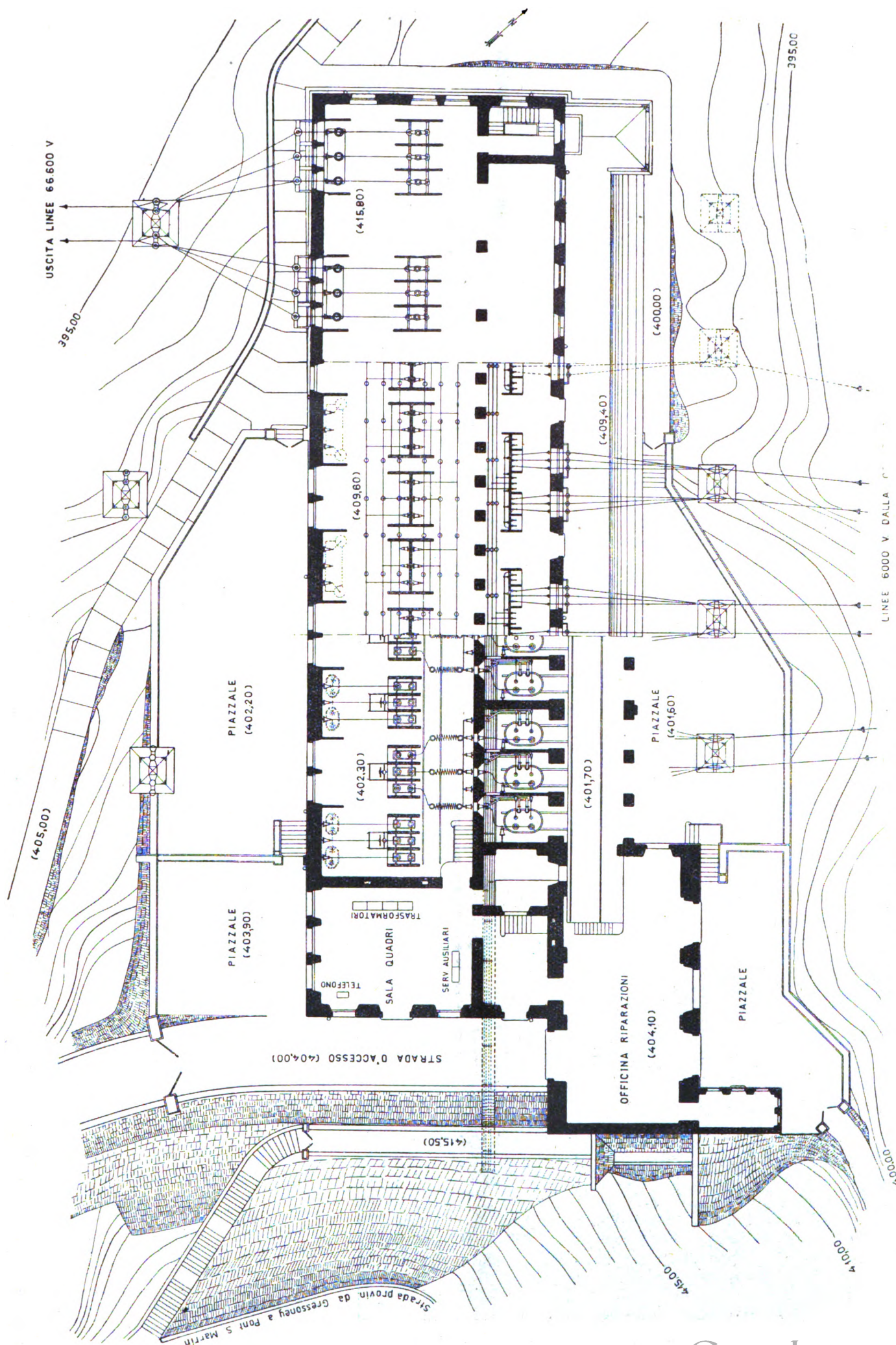


Fig. 30. — Impianto di Pont S. Martin - Sezione longitudinale della Stazione trasformatrice.

Le figg. 37, 38, 39 e 40 danno gli stessi elementi per gli alternatori da 6125 kVA; si è considerato sempre il doppio funzionamento a 42 e a 50 periodi. Come si vede le differenze nel rendimento passando dall'una all'altra frequenza sono praticamente insignificanti, ciò che conferma come, dal punto di vista del macchinario elettrico, simili centrali a doppia frequenza siano perfettamente razionali.

Degli alternatori fu rilevata anche la forma della curva di tensione, che risultò praticamente sinusoidale.

Trasformatori. — I trasformatori elevatori, costruiti dal Tecnomasio Italiano Brown Boveri, sono monofasi, della potenza ciascuno di 4100 kVA, 6600/42400 volt, tipo a nuclei, in olio con serpentino interno a circolazione d'acqua. Pesano ciascuno 30 000 kg circa, completi con 7000 kg circa d'olio.



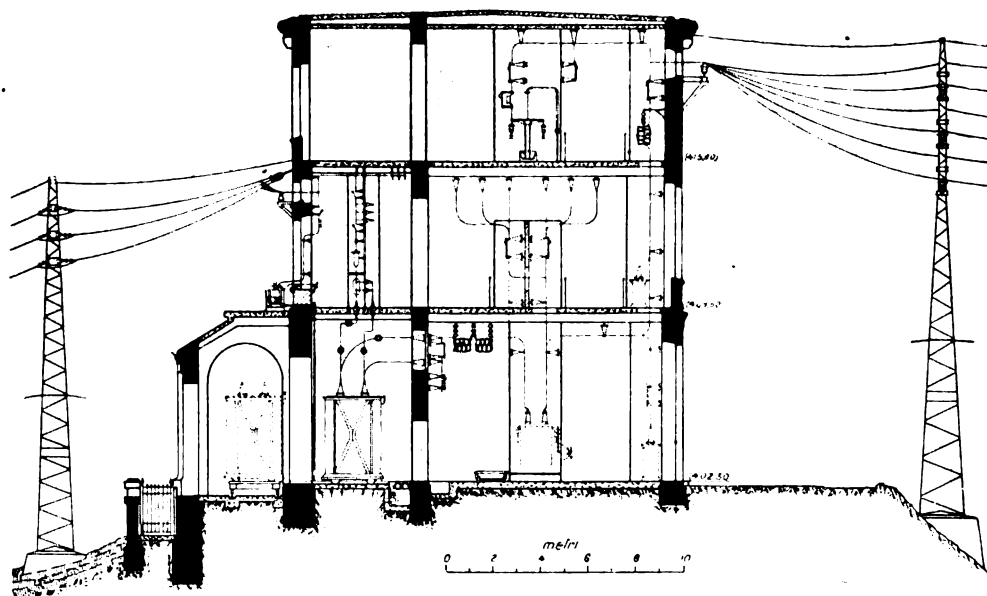


Fig. 32. — Impianto di Pont S. Martin - Sezione trasversale della Stazione trasformatrice.

L'adozione dei monofasi fu consigliata dalla necessità di poter funzionare coll'alta tensione (secondario) collegata a triangolo per servizio a 50 periodi, 45 000 V circa ⁽²⁾, o a stella, per servizio a 42 periodi 75 000 volt. Con trasformatori trifasi sarebbe stato necessario montare sei passanti sul coperchio del cassone con sensibile complicazione costruttiva. Anche la questione del peso (data l'ubicazione della stazione trasformatrice) e della rapidità della consegna contribuirono alla scelta. I primari sono sempre collegati a triangolo: così col servizio a 50 periodi è possibile, quando sia in funzione un solo alternatore da 6125 kVA, il funzionamento con due soli trasformatori monofasi collegati a V.

Le curve delle figure 41, 42, 43 e 44 desunte dalle prove di collaudo danno le caratteristiche di funzionamento in una terna di trasformatori coi due collegamenti.

Come appare dallo schema della fig. 45 e dalle figure 30 e 31, sono attualmente installate tre terne di trasformatori e precisamente la prima verso valle e le due più a monte, mentre fra l'una e le altre sono predisposte celle per altri sei trasformatori monofasi. La ragione della disposizione è storica: deriva dal fatto che mentre logicamente si sarebbe dovuti installare ordinatamente i successivi trasformatori andando da monte verso valle (seguendo cioè la disposizione stessa adottata per gli alternatori in centrale), quando doveva iniziarsi il

(2) Attualmente a 45000 volt funziona solo la linea per Ivrea.

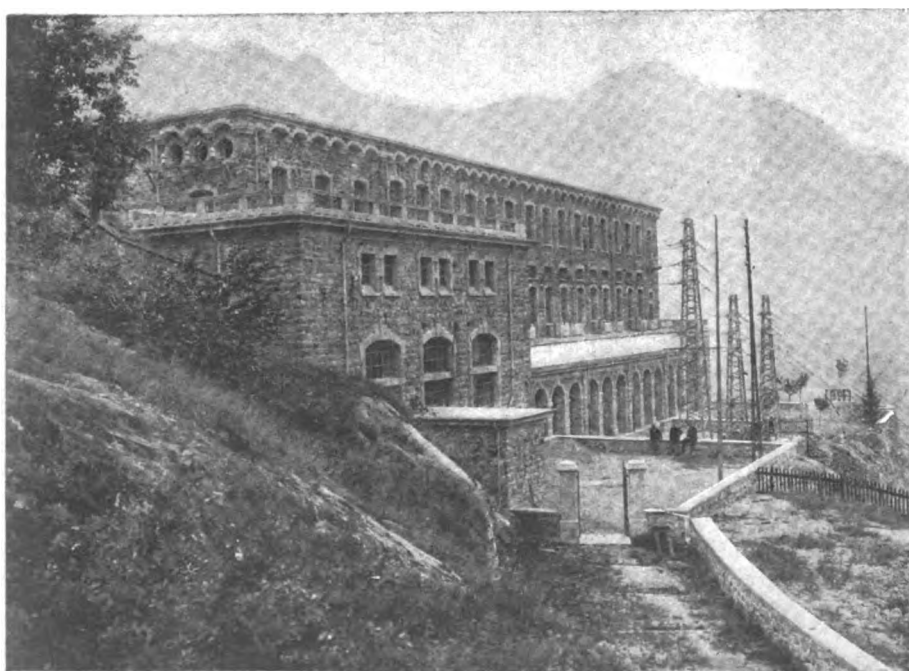


Fig. 33. — Stazione trasformatrice da monte, colle linee a 6000 V in arrivo dalla Centrale.

servizio della stazione trasformatrice solo la parte verso valle era ultimata cosicchè ci si piazzarono i primi tre trasformatori. Gli altri giunsero a fabbricato finito e furono piazzati al loro giusto posto nelle prime celle verso monte. Si sarebbero poi dovuti trasportare i tre primi trasformatori ad occupare la settima, ottava e nona cella; ma essi rimasero in definitiva dov'erano, anche se si dovette perciò mantenere la disposizione tortuosa e disimmetrica della linea di collegamento, quale appare dalla fig. 4 (a sinistra in basso), perchè... non v'è che il provvisorio che sia definitivo, e perchè, in un secondo tempo, per far fronte ad esigenze di servizio, si erano dovuti installare in una cella intermedia, come risulta dalla stessa fig. 4, due trasformatori trifasi da 1000 kVA acquistati d'occasione.

Schema e quadro. — I concetti che hanno informato lo schema e la disposizione materiale del quadro, risultano abbastanza chiaramente dall'esame delle figg. 45 e 46.

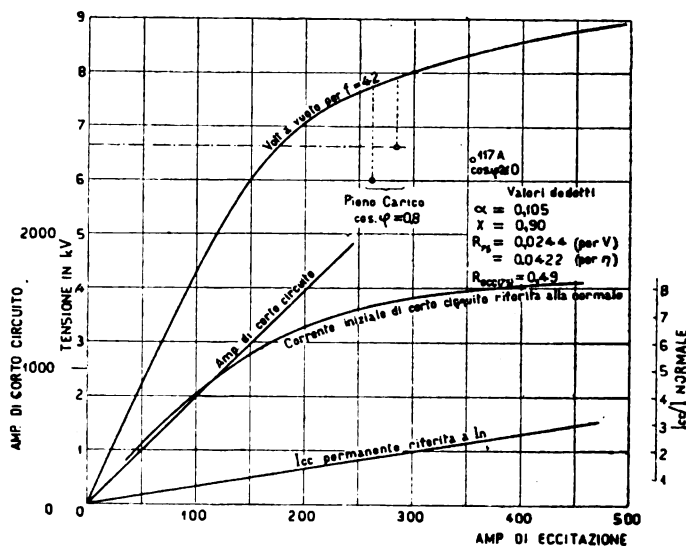


Fig. 34. — Caratteristiche degli alternatori da 12250 kVA.

Per l'eccitazione, è adottata, per le ragioni surricordate, l'eccitazione separata con due eccitatrici l'una di riserva all'altra. Si ha un doppio sistema di sbarre (la sbarra negativa è però comune) a cui possono essere indifferentemente collegate le due eccitatrici ed i circuiti di campo dei vari alternatori. La regolazione della tensione è pertanto affidata ai reostati di campo degli alternatori.

I circuiti a bassa tensione (6000 ÷ 7500 V) furono originariamente ispirati al concetto che alternatore e terna di trasformatori elevatori costituissero normalmente un gruppo unico. I due primi alternatori da 12250 kVA, verso monte, dovevano alimentare le due prime terne di trasformatori; i due alternatori da 6125 kVA ciascuno dovevano essere collegati normalmente alla terza terna di trasformatori, mentre ai due altri alternatori da 12250 kVA previsti come ampliamento massimo della centrale avrebbero dovuto corrispondere la quarta e quinta terna di trasformatori. Data l'interposizione della breve linea di collegamento fra centrale e stazione trasformatrice furono previsti due sistemi di sbarre ausiliarie di smistamento: uno in centrale fra alternatori e linee, l'altro alla stazione trasformatrice fra linee e trasformatori. In più, in centrale, fu predisposto un secondo sistema di sbarre per poter alimentare i servizi locali con qualunque alternatore. Lo schema effettivo, quale risulta dalle figu-

re 45 e 46 risponde a questi concetti, con la sola variante dovuta allo spostamento di una terna di trasformatori del quale già si è detto.

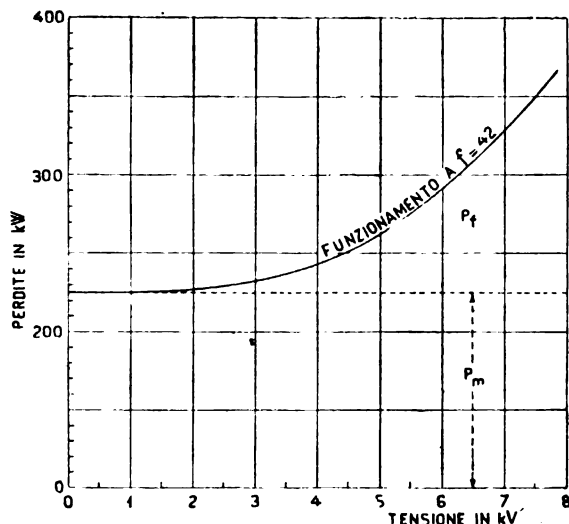


Fig. 35. — Perdite a vuoto degli Alternatori da 12250 kVA.

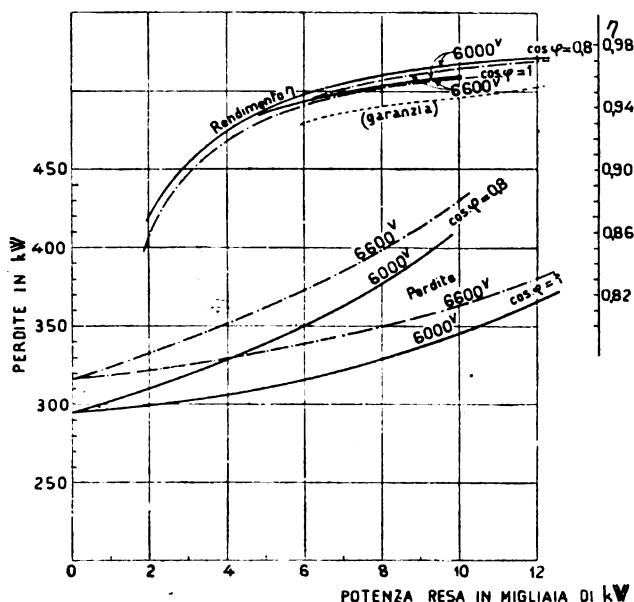


Fig. 36. — Perdite totali e rendimento degli Alternatori da 12250 kVA.

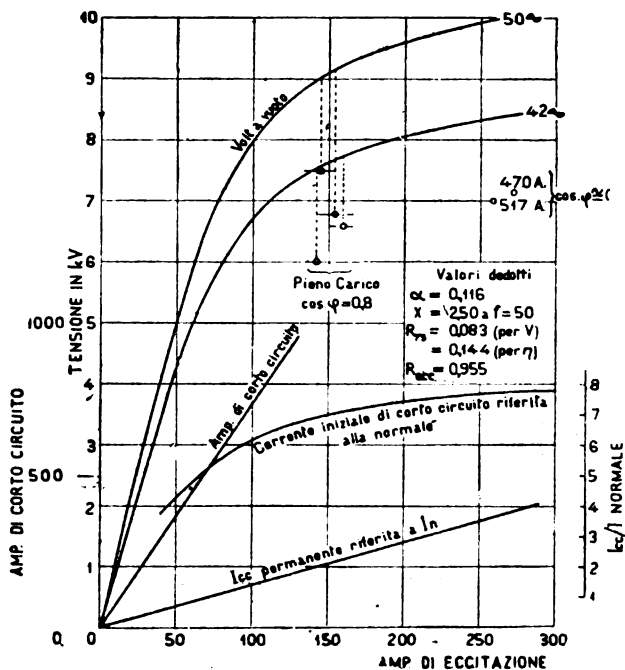


Fig. 37. — Caratteristiche degli Alternatori da 6125 kVA.

Per l'alta tensione, subito all'uscita da ciascuna terna di trasformatori si ha il giuoco di coltelli per passare rapidamente dal collega-

mento a stella a quello a triangolo. Poi, dopo l'interruttore, si ha un doppio sistema di sbarre da cui si derivano, alternate con i trasformatori, le varie linee. Coltelli sezionatori lungo le sbarre permettono di effettuare vari servizi indipendenti. Attualmente le linee, in partenza o in arrivo, sono sei.

La protezione contro le sovra correnti è affidata essenzialmente alla diseccitazione automatica degli alternatori, la quale a sua volta

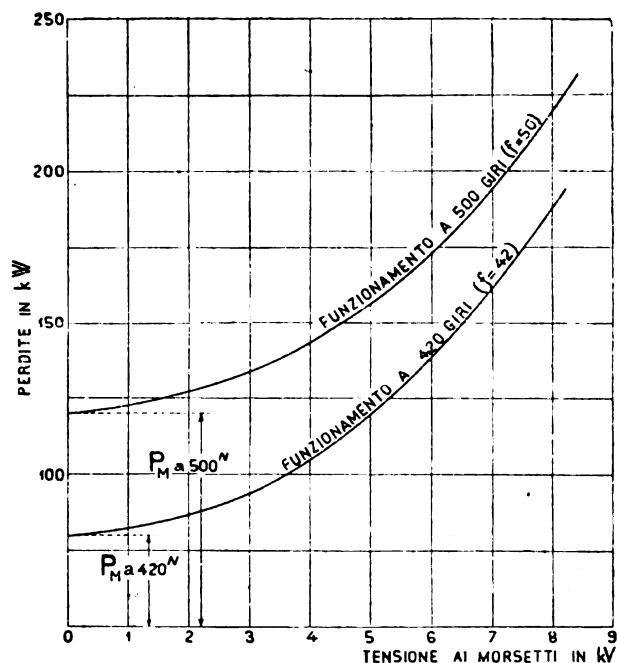


Fig. 38. — Perdite a vuoto degli Alternatori da 6125 kVA.

dipende da tre relais di massima inseriti su ciascuna fase degli alternatori dalla parte del neutro, coll'intermediario dei riduttori di corrente.

Crediamo che la centrale di Pont S. Martin sia stata la prima in Italia ad adottare il concetto (oggi assai diffuso) di montare i relais di massima sul neutro degli alternatori, in modo che essi agiscano anche in caso di corto circuito interno della macchina. I tre relais,

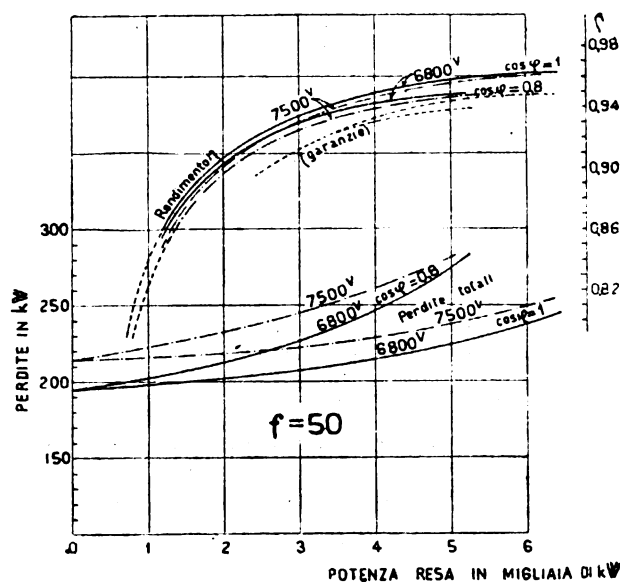


Fig. 39. — Perdite e rendimento degli Alternatori da 6125 kVA a funzionamento a $f=50$.

coll'intermediario di un secondo relais ausiliario, quando la corrente in una delle tre fasi supera il valore per cui essi sono stati tarati, mettono in moto un motorino ausiliario il quale comanda il reostato di campo del corrispondente alternatore diseccitandolo. L'intera corsa del cursore del reostato si compie in 3-5 secondi e quando il cursore giunge alla fine della sua corsa, esso interrompe completamente l'eccitazione e successivamente chiude un contatto che provoca l'apertura dell'interruttore di macchina. Questo pertanto si ottiene automaticamente, sempre e solo quando l'alternatore si sia già diseccitato.

Le caratteristiche degli alternatori sono tali che con il cursore sui primi tasti la corrente permanente di corto circuito è inferiore alla normale cosicché, teoricamente, il sistema di diseccitazione dovrebbe cessare di funzionare prima che il cursore sia arrivato alla fine della sua corsa. In pratica, per l'inerzia delle masse in movimento, in generale, il sistema compie tutta la sua corsa e provoca l'apertura degli interruttori, i quali però si trovano sempre a funzionare con corrente molto ridotta.

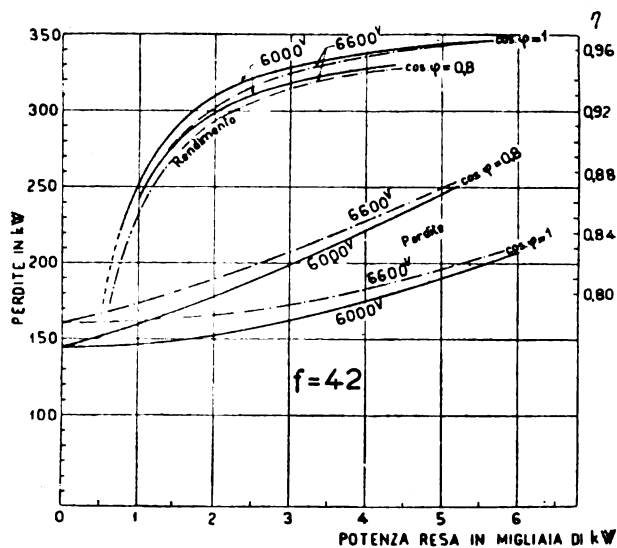


Fig. 40. — Perdite e rendimento degli Alternatori da 6125 kVA a funzionamento a $f=42$

Nel caso di guasti interni della centrale durante il funzionamento in parallelo con altre centrali, contro il pericolo di ritorno di energia dall'esterno, sono montati sul secondario dei trasformatori elevatori degli ordinari relais wattmetrici a ritorno di energia, i quali comandano gli interruttori sull'alta tensione.

Da notarsi che con questa disposizione tali relais non interverrebbero in caso di guasti interni dei trasformatori, per il che sarebbe stato necessario far alimentare i relais stessi da riduttori posti sul-

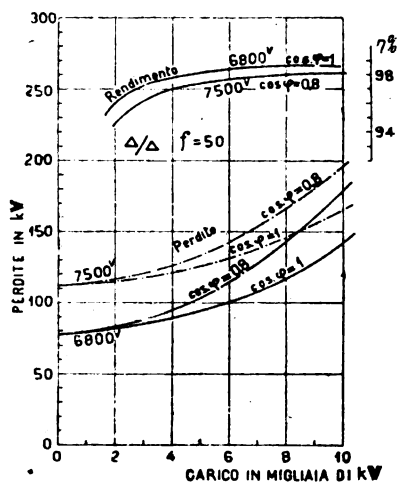


Fig. 41. Perdite e rendimento di una terna di trasformatori a $f=50$.

l'alta tensione; ma uno dei concetti a cui è stato ispirato tutto il progetto è stata l'abolizione di riduttori di misura sull'alta tensione, sia per ragioni economiche, sia perchè tali riduttori sull'alta tensione rappresentano in generale dei punti deboli negli impianti.

Infine, gli interruttori sull'alta tensione dei trasformatori sono muniti di ordinari relais a massima azione ritardata, inseriti direttamente sull'alta tensione, tarati in modo da intervenire di regola dopo la diseccitazione.

Per le protezioni contro le sovra tensioni sui circuiti a 6000-7500 volt (collegamenti fra centrale e stazione trasformatrice) sono stati installati degli ordinari scaricatori a cilindretti, ma essenzialmente la linea aerea ha la protezione di una tripla corda di terra su ciascuna palificazione; all'entrata della linea a 6000 volt nella stazione trasformatrice, sono previste delle vasche in cui possono essere immersi tre elettrodi collegati ai tre fili di linea, in modo da

assorbire una potenza di qualche centinaio di kilowatt; tali reostati avrebbero dovuto essere messi in funzione solo in caso di temporali locali e furono previsti quando fu deciso di adottare una linea di collegamento aerea, contrariamente al primitivo progetto che prevedeva un collegamento con cavi.

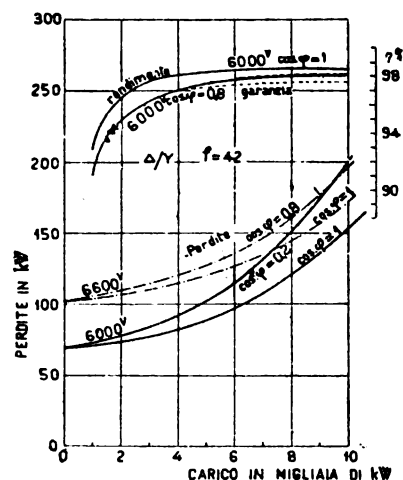


Fig. 42. Perdite e rendimento di una terna di trasformatori a $f=42$.

Sull'alta tensione la protezione contro le sovratensioni è affidata esclusivamente agli scaricatori a getto liquido derivati all'uscita di ciascuna linea e a un sistema di bobine Campos (fig. 48). In esercizio non si sono avuti finora inconvenienti dovuti a sovra tensioni.

Misure. — Come si detto, per il concetto di abolire tutti i riduttori sull'alta tensione, tutte le misure sono eseguite sulla bassa ten-

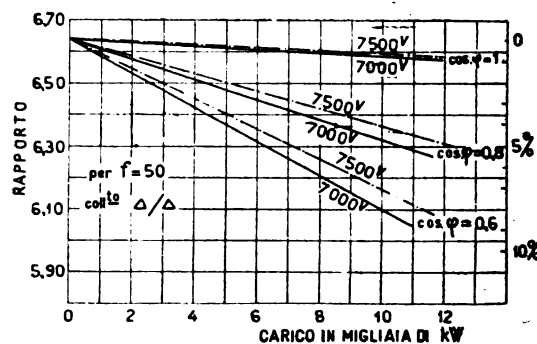


Fig. 43. Rapporti effettivi di una terna di trasformatori a $f=50$.

sione a 6000-7500 volt; ogni alternatore è munito degli strumenti che risultano chiaramente dalla fig. 46, alimentati da un gruppo di riduttori di corrente e di tensione.

Per la totalizzazione della potenza e dell'energia prodotta dalle macchine, sono previsti due wattmetri registratori; uno per il servizio a 42 periodi e l'altro per quello a 50 periodi; mediante appo-

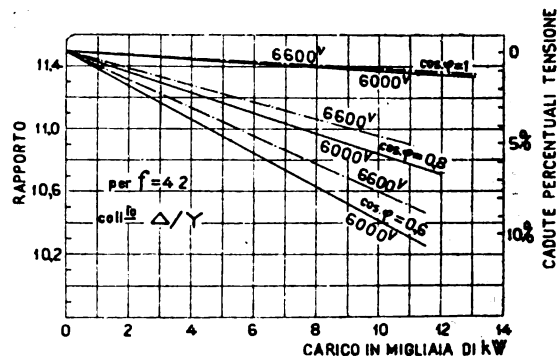


Fig. 44. Rapporti effettivi di una terna di trasformatori a $f=42$.

siti commutatori, ciascun wattmetro può essere alimentato, in parallelo, dai secondari dei riduttori di corrente dei vari alternatori; per tal modo il wattmetro a 50 periodi può registrare la totalità della potenza prodotta dai vari alternatori funzionanti a 50 periodi e analogamente l'altro wattmetro per il servizio a 42 periodi.

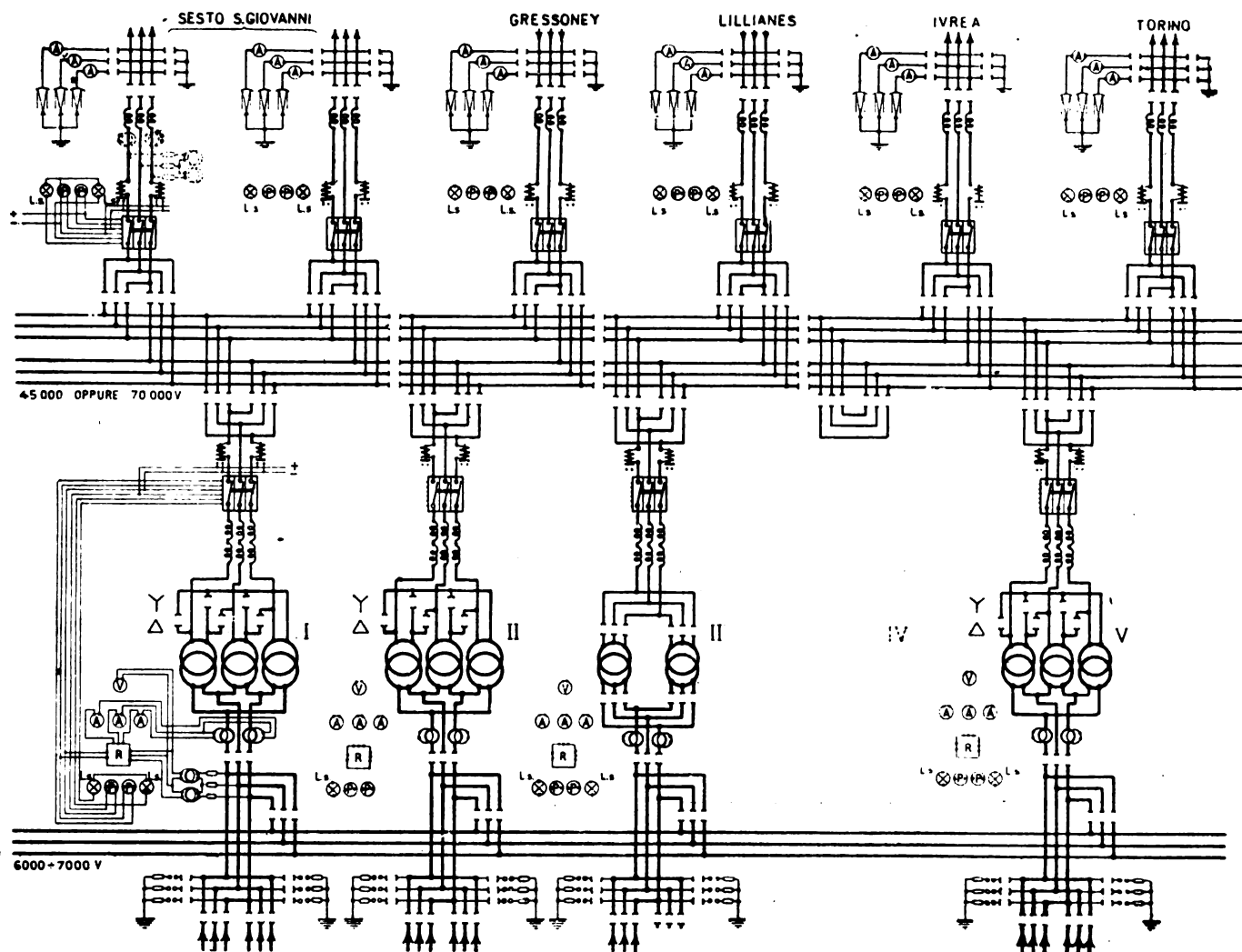


Fig. 45. — Schema della stazione trasformatrice.

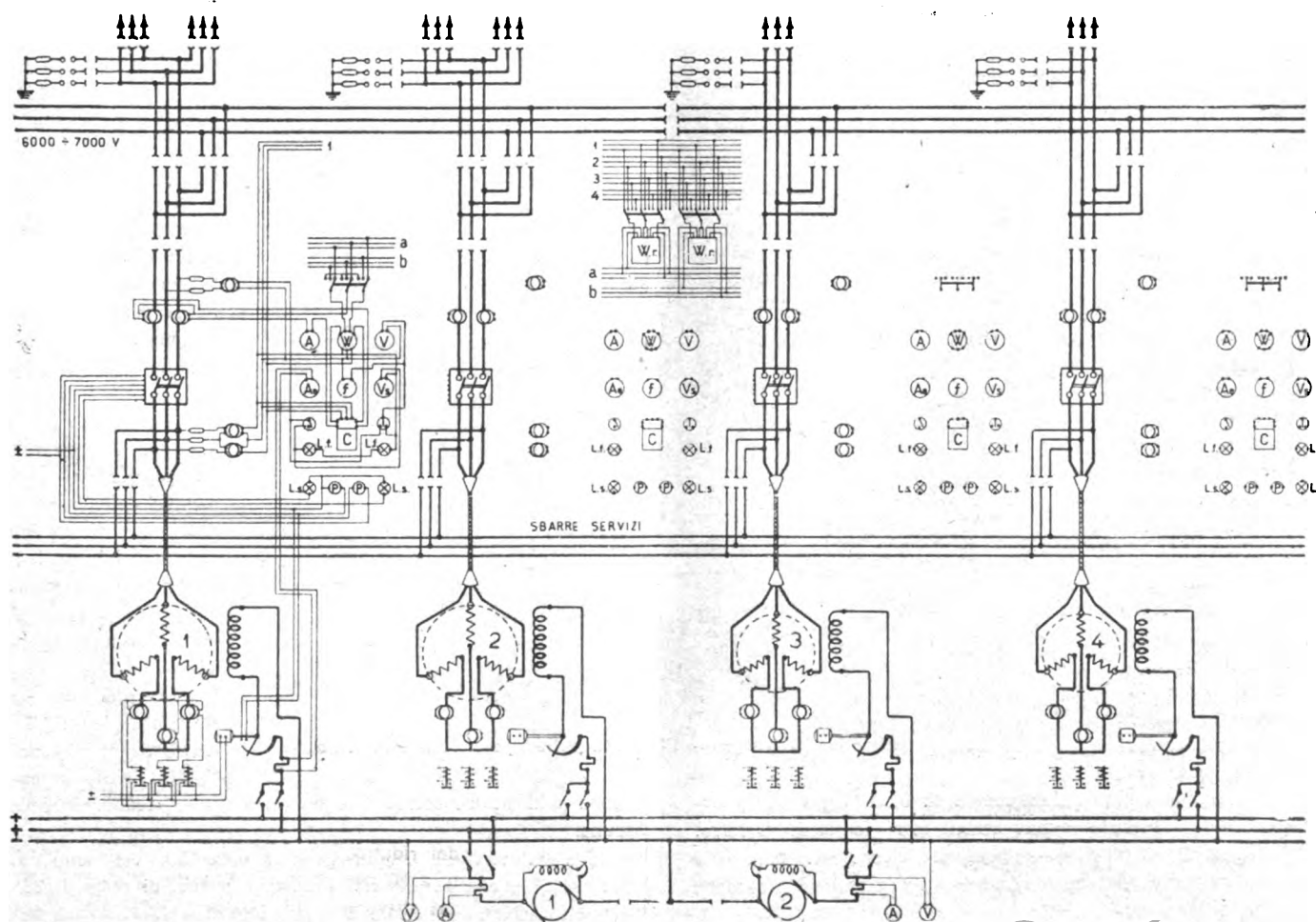


Fig. 46. — Schema generale della Centrale.

si è adottato il sistema cellulare per terne e non per le singole fasi, ottenendo così uguale sicurezza alle persone durante l'esercizio e maggiore visibilità dello schema. Le celle sono in tavelloni. Per l'alta tensione si è tenuta una distanza di 60 cm fra fase e terra e di 1 m fra le fasi (fig. 47).

* *

IMPIANTO DEL VARGNO.

Di tale impianto — che, secondo i progetti, comporterebbe la creazione dei due bacini del Vargno e del Balma e la centrale di Fontainemore — venne finora eseguito solo lo sbarramento al lago del Vargno portandone l'invaso a 1 250 000 m³.

Si tratta di una diga arcuata in muratura a secco, sistemata a mano, inquadrata in cordone regolari nei due sensi longitudinale e trasversale (1).

La tenuta è assicurata da un taglione di guardia, di spessore di m 2.50 spinto fino a trovare la roccia, e da una struttura impermeabile costituita da una muratura di rivestimento in calcestruzzo di cemento, intonaco di cemento liscio e strato di bitume asfaltico. Qua-

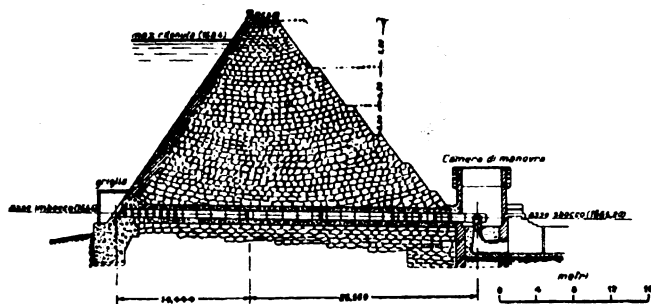


Fig. 50. — Serbatoio del Vargno - Sezione della Diga.

lora il comportamento della diga lo rendesse necessario, si eseguiranno anche (a protezione del bitume) delle solette in cemento armato a libera dilatazione, pre le quali sono già state previste delle lesene sporgenti verso acqua.

La diga è lunga in cresta circa 130 m. e l'altezza massima di ritenuta sull'asse di presa è di 18 m. Lo sfioratore lungo 18 m. è a quota 1684.

Il tubo di presa attraversa il corpo della diga ed è intercettabile mediante una valvola a farfalla.

Per ora l'acqua si scarica direttamente nel Pacoulla — emissario del lago — da cui immette poi nel canale da Guillemore a Pont S. Martin; sul solo salto di questa centrale un m³ d'acqua del Vargno equivale ad 1 kWh.

(1) Maggiori chiarimenti su questo tipo di diga vi sono nell'articolo dell'ing. L. Mangiagalli sull'« impianto di Hône » in *Elettrotecnica*, 5 di cembre 1921.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

L'ELETTROTECNICA — Ogni annata	L. 60,—
più per postali	9,—
Abbonamento (nel Regno)	60,—
(estero)	70,—
Un numero separato (nel Regno)	2,50
(estero)	3,—
più per postali	1,—
STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:	
Vol. I. — II ^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente	20,—
più per postali	2,—
Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia	20,—
più per postali	3,—
Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).	20,—
L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)	2,50
più per postali	0,80
CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia	1,—
più per postali	0,50
NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici	3,—
più per postali	1,—
NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche	4,—
più per postali	1,—

SUL COMPORTAMENTO DI PIÙ LINEE DI TRASMISSIONE D'ENERGIA FUNZIONANTI IN PARALLELO

CLAUDIO CASTELLANI • GIUSEPPE MELINOSSI



:: :: :: Comunicazione alla Sezione di Livorno :: :: ::

1. — La maggior parte dei numerosi studi fatti finora sulle linee di trasmissione d'energia elettrica riguarda il caso di una sola linea a servizio d'estremità fra una Centrale generatrice ed un centro di consumo.

Ma col sempre crescente estendersi di linee, col nascere di nuovi centri di consumo lungo le linee esistenti, con la necessità di provvedere al trasporto di quantità di energia sempre maggiori, presenta interesse notevole il problema dello studio della linea di trasmissione non presa a sè, ma come facente parte di un aggruppamento di linee, o di una grande rete.

È vero che dovendosi progettare un feeder ad alta tensione che riunisca due centri di una rete esistente, come accade assai frequentemente di dover fare, si può considerare il feeder stesso come linea a servizio d'estremità; ma non è inutile studiare in qual modo le caratteristiche della nuova linea possano influire sulla distribuzione delle correnti e delle tensioni nelle linee già esistenti, così da poter scegliere razionalmente la soluzione che porti al minimo di perdite.

Uno studio recente (1) tratta il caso di due linee collegate in parallelo fra loro sia all'estremità generatrice, sia all'estremità ricevente, costituenti cioè il più semplice fra i sistemi ad anello chiuso, e la trattazione è svolta secondo un sistema grafico che ci sembra assai complicato.

Riteniamo perciò non inutile esporre come applicando semplicemente gli ordinari metodi di calcolo delle linee di trasmissione allo studio dei problemi relativi al funzionamento delle reti con anelli chiusi, si possa giungere a predeterminare la distribuzione delle correnti e delle tensioni in ogni punto di una rete, comunque complessa.

2. — Cominciamo a considerare il caso più semplice di due linee trifasi ad alta tensione che corrono fra una centrale generatrice ed un centro di utilizzazione, chiuse in parallelo ad ambedue le estremità e senza cabine intermedie.

Nel caso più generale in cui si voglia tener conto di tutte le costanti della linea ed anche del fatto che esse sono uniformemente distribuite (come deve essere per lunghe linee ad alta tensione), potremo adottare uno qualunque dei metodi di calcolo, più o meno approssimati, che sono ormai di uso generale.

Noi abbiamo scelto il metodo Del Buono (2) come quello che meglio si presta all'interpretazione grafica. La superiorità di questo metodo su altri consimili, i quali, partendo tutti dall'integrazione delle equazioni differenziali della linea e dallo sviluppo in serie degli integrali generali, ci danno la tensione e la corrente in un punto qualunque della linea come somme vettoriali di tanti vettori quanti sono i termini della serie considerati, sta nel fatto che il metodo Del Buono dà invece la tensione e la corrente in un punto qualunque della linea come somma di tre soli vettori, qualunque sia il numero di termini della serie considerati, cioè il grado di approssimazione.

Ricordiamolo brevemente:

Dalle equazioni differenziali di linea:

$$dI = y \cdot E \cdot dx$$

$$dE = z \cdot I \cdot dx$$

(indicando con E ed I la tensione e la corrente in un punto generico della linea distante x dall'estremità ricevente e con y e z l'ammettenza e l'impedenza per unità di lunghezza della linea nel punto considerato), Del Buono giunge alle espressioni vettoriali:

$$E = E_0 + M Y Z E_0 + N Z I_0$$

$$I = I_0 + M Y Z I_0 + N Y E_0$$

dove

E_0 indica la tensione all'estremità ricevente;

I_0 indica la corrente all'estremità ricevente;

$Y = g + jb$ l'ammettenza di tutta la linea dall'estremità ricevente al punto considerato;

$Z = r + jx$ l'impedenza di tutta la linea c. s.;

(1) Prof. REVESSI: Le curve caratteristiche degli spostamenti angolari. *Elettrotecnica*, 1 luglio 1923, Vol. X n. 20. pag. 455.

(2) Ing. DEL BUONO. Calcolazione e misura delle lunghe linee di trasmissione. Vol. XVII, Atti Ass. El. It. Fasc. 20, anno 1913, pag. 999.

e nelle quali:

$$M = \mu + j\nu = \frac{1}{2} + \frac{YZ}{4!} + \frac{Y^2 Z^2}{6!} + \dots + \frac{Y^n Z^n}{2(n+1)!} + \dots$$

$$N = \mu + j\nu = (1) + \frac{YZ}{3!} + \frac{Y^2 Z^2}{5!} + \dots + \frac{Y^n Z^n}{(2n+1)!} + \dots$$

così E risulta dalla somma di tre vettori:

1) E_0 tensione all'estremità ricevente;

2) $M Y Z E_0$ dove $Y Z E_0$ è la caduta di tensione che si avrebbe nella linea per la corrente di carica $Y E_0$ supponendo le costanti Y e Z concentrate anziché ripartite ed M è il coefficiente di correzione per tener conto appunto della loro uniforme distribuzione.

3) $N Z I_0$ dove $Z I_0$ è la caduta di tensione dovuta alla corrente di lavoro all'estremità ricevente I_0 quando si supponga Z concentrata anziché distribuita ed N è un coefficiente di correzione per tener conto appunto dell'uniforme distribuzione di Z .

Analogamente la corrente I è la somma di tre vettori:

1) La corrente I_0 all'estremità ricevente;

2) La corrente di carica che la linea assorbirebbe sottoposta alla tensione $Z I_0$ cioè alla caduta di tensione dovuta alla corrente di lavoro;

3) La corrente di carica che la linea assorbirebbe sottoposta alla tensione d'esercizio in arrivo E_0 .

Detto $m = \sqrt{\mu^2 + \nu^2}$ il valore assoluto di M , $n = \sqrt{\mu^2 + \nu^2}$ il valore assoluto di N , $y = \sqrt{g^2 + b^2}$ il valore assoluto di Y , $z = \sqrt{r^2 + x^2}$ il valore assoluto di Z ; il vettore $N Y Z E$ ha per valore assoluto il prodotto $n z y e_0$ ed è sfasato rispetto ad E_0 dell'angolo $\eta + Z + \psi$ dove $\eta = \arctg \frac{\nu}{\mu}$, $\frac{\nu}{\mu} Z = \arctg \frac{b}{g}$, $\psi = \arctg \frac{x}{r}$ il vettore $N Z I_0$ ha per valore assoluto il prodotto $n z i_0$ ed è sfasato rispetto ad E_0 dell'angolo $\xi + \psi + \varphi$ dove $\xi = \arctg \frac{\nu}{\mu}$ e φ è l'angolo di I_0 rispetto ad E_0 .

3. — Ritornando al nostro argomento e considerando le due linee funzionanti in parallelo fra un'estremità generatrice A e un centro di consumo B , indicando con gli indici 1 e 2 le grandezze relative alle linee (1) e (2) avremo per la linea (1):

$$E_1 = E_0 + M_1 Y_1 Z_1 E_0 + N_1 Z_1 I_0 \quad I_1 = I_0 + M_1 Y_1 Z_1 I_0 + N_1 Y_1 E_0$$

e per la linea (2):

$$E_2 = E_0 + M_2 Y_2 Z_2 E_0 + N_2 Z_2 I_0 \quad I_2 = I_0 + M_2 Y_2 Z_2 I_0 + N_2 Y_2 E_0$$

Per la condizione di parallelo dovremo avere:

$$E_0 = E_1 = E_2 \quad E_1 = E_2 = E \quad I_0 + I_2 = I_0 \quad I_1 + I_2 = I$$

chiamando I_0 la corrente totale assorbita all'estremo ricevente ed I la corrente totale erogata dalla generatrice. Cioè avremo:

$$M_1 Y_1 Z_1 E_0 + N_1 Z_1 I_0 = M_2 Y_2 Z_2 E_0 + N_2 Z_2 I_0$$

da cui:

$$(M_1 Y_1 Z_1 - M_2 Y_2 Z_2) E_0 = N_2 Z_2 I_0 - I_0 (N_1 Z_1 + N_2 Z_2)$$

da cui:

$$I_0 = \frac{N_2 Z_2 I_0 - (M_1 Y_1 Z_1 - M_2 Y_2 Z_2) E_0}{N_1 Z_1 + N_2 Z_2} \quad \text{ed analogamente:}$$

$$I_0 = \frac{N_1 Z_1 I_0 - (M_2 Y_2 Z_2 - M_1 Y_1 Z_1) E_0}{N_1 Z_1 + N_2 Z_2} \quad \text{e ponendo}$$

$$N_1 Z_1 + N_2 Z_2 = \Delta \text{ avremo:}$$

$$I_0 = \frac{N_2 Z_2}{\Delta} I_0 - \frac{(M_1 Y_1 Z_1 - M_2 Y_2 Z_2)}{\Delta} E_0$$

$$I_0 = \frac{N_1 Z_1}{\Delta} I_0 + \frac{(M_1 Y_1 Z_1 - M_2 Y_2 Z_2)}{\Delta} E_0$$

Il secondo termine di queste espressioni è indipendente dalla corrente di lavoro prelevata all'estremo ricevente ed è quindi la corrente circolante a vuoto nel sistema costituito dalle due linee.

Considerando quindi il sistema delle due linee funzionante a vuoto (quando cioè nessuna corrente è prelevata all'estremo ricevente), abbiamo una corrente di circolazione data dalla differenza vettoriale fra le tensioni a vuoto che si avrebbero all'estremità generatrice (qualora le due linee fossero considerate alimentate separatamente) divisa per la somma vettoriale delle impedenze delle due linee, corrette rispettivamente dei coefficienti N_1 ed N_2 .

La corrente di lavoro invece si suddivide nelle due linee in parti inversamente proporzionali alle impedenze corrette $N_1 Z_1$ ed $N_2 Z_2$ delle due linee e spostate fra loro di fase della differenza angolare fra $N_1 Z_1$ ed $N_2 Z_2$.

4. — La costruzione grafica si presta assai bene all'interpretazione di questi risultati.

Nella fig. (1) il punto E_0 rappresenta l'estremo del vettore tensione comune alle due linee all'estremità ricevente.

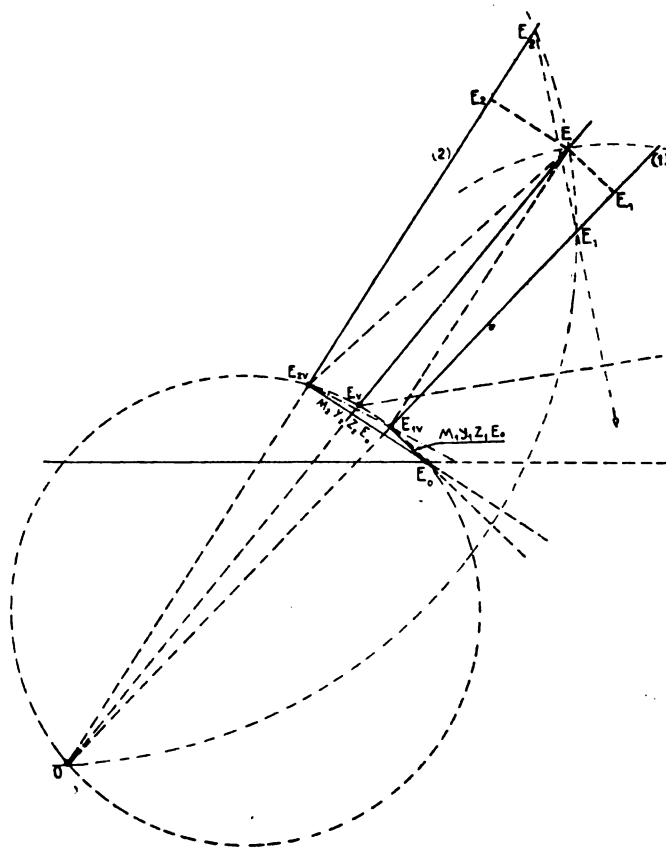


Fig. 1.

Considerando le due linee alimentate separatamente, le due tensioni a vuoto che si avrebbero all'estremità generatrice vengono ad avere per estremi i punti E_{1v} ed E_{2v} , tali che $E_0 E_{1v} = M_1 Y_1 Z_1 E_0$ ed $E_0 E_{2v} = M_2 Y_2 Z_2 E_0$.

Supponendo le due linee chiuse in parallelo anche all'estremità generatrice, avremo la tensione $E_{1v} E_{2v}$ applicata al circuito formato dalle due linee in serie di impedenza totale $\Delta = N_1 Z_1 + N_2 Z_2$ essa genera una corrente di circolazione I_{cv} tale da produrre nelle due linee rispettivamente le cadute di tensione $N_1 Z_1 I_{cv}$ e $-N_2 Z_2 I_{cv}$ che hanno appunto per effetto di riportare le due tensioni E_{1v} ed E_{2v} al valore comune E_v .

La costruzione del punto E_v è semplice se si pensa che i vettori $N_1 Z_1 I_{cv}$ ed $N_2 Z_2 I_{cv}$ fanno fra loro l'angolo $180^\circ - [(\xi_1 + \psi_1) - (\xi_2 + \psi_2)]$ e stanno nel rapporto scalare $\frac{N_1 Z_1}{N_2 Z_2}$; il punto E_v si troverà quindi sul cerchio capace di detto angolo e passante per E_{1v} ed E_{2v} ; inoltre dovrà trovarsi sul cerchio d'Apollonio che divide il segmento $E_{1v} E_{2v}$ in parti inversamente proporzionali ad $n_1 z_1$ ed $n_2 z_2$.

Supponiamo adesso di nuovo le due linee chiuse in parallelo all'estremità ricevente ed alimentate separatamente; inoltre supponiamo che la corrente prelevata all'estremità ricevente sia in fase con la tensione; i punti E_1 ed E_2 rappresentanti le tensioni all'estremità generatrice si troveranno sulle rette (1) e (2) tali che $E_{1v} E_1 = N_1 Z_1 I_0$ ed $E_{2v} E_2 = N_2 Z_2 I_0$; queste rette passeranno per un punto O del cerchio prima considerato capace appunto dell'angolo fra $N_1 Z_1$ ed $N_2 Z_2 = 180^\circ - [(\xi_1 + \psi_1) - (\xi_2 + \psi_2)]$ e passante per i punti E_{1v} ed E_{2v} .

Supponiamo che il carico prelevato resti costante e sia distribuito in modo qualunque (essendo sempre per ambedue le linee a $\cos \phi = 1$) e siano E_1 e E_2 gli estremi dei vettori tensione all'estremità generatrice; se chiudiamo le due linee in parallelo anche in partenza la tensione $E_1 E_2$ viene ad agire sul circuito d'impedenza Δ e troveremo il punto E , estremo della tensione in partenza comune alle due linee con una costruzione analoga a quella precedentemente descritta per il punto E_v .

I due punti E e E_v sono allineati col punto d'incontro O delle due rette (1) e (2): infatti al variare del carico (sempre con $\cos \phi = 1$) il punto E si sposta sulla retta OE poichè gli angoli $E_1 \hat{O} E_2$, $E \hat{O} E_1$, $E \hat{O} E_2$ dipendono dagli argomenti di $N_1 Z_1$, $N_2 Z_2$ e Δ e sono quindi indipendenti dal valore della corrente. Sulla retta $O E$ si

troverà dunque anche il punto E_v corrispondente ad una erogazione nulla.

Le correnti delle due linee saranno quindi non più in fase con la tensione all'estremo ricevente, ma spostate degli angoli $E_1 \hat{E}_{1v}$ e $E_2 \hat{E}_{2v}$ e E rispettivamente.

I segmenti $E E_{1v}$ ed $E E_{2v}$ ci danno con le loro lunghezze i valori scalari di $n_1 z_1 i_{01}$ ed $n_2 z_2 i_{02}$, dai quali dividendo per $n_1 z_1$ e $n_2 z_2$ si avranno i valori di i_{01} e i_{02} ; cioè i segmenti suddetti ci rappresentano, se pure in due scale diverse, i valori delle correnti nelle due linee; così pure il segmento $E_v E$ ci dà in una certa scala il valore della corrente I_0 in arrivo.

Quindi il sistema delle due linee in parallelo si comporta come una unica linea per la quale la caduta di tensione è la somma del vettore $E_0 E_v$ dovuto alla corrente a vuoto e del vettore $E_v E$ dovuto alla corrente di lavoro I_0 attraverso l'impedenza $Z = \frac{1}{\frac{1}{N_1 Z_1} + \frac{1}{N_2 Z_2}}$.

5. — Al variare dell'angolo φ fra corrente e tensione in arrivo le tre rette $E_{1v} E_1$, $E_{2v} E_2$, $E_v E$ ruotano intorno ai punti E_{1v} , E_{2v} e E_v rispettivamente di un angolo φ continuando ad incontrarsi su un punto del cerchio passante per E_{1v} ed E_{2v} , già più volte considerato.

Considerando la corrente totale I_0 costante e facendo variare φ il vertice E del triangolo $E_{1v} E E_{2v}$ si sposta su di un cerchio di centro E_v ; si vede quindi come la differenza dei fattori di potenza con i quali lavorano le due linee in parallelo vari col variare del fattore di potenza del carico complessivo.

Le linee di corrente costante sono quindi cerchi di centro E_v ; le linee di potenza costante sono rette normali ad $E_v E$; le linee di $\cos \varphi$ costante sono raggi passanti per E_v e facenti con $E_v E$ angoli uguali a φ .

Per trovar la ripartizione del carico fra le due linee, dato il carico complessivo ed il suo fattore di potenza in arrivo, si ricerchi sulla retta corrispondente al carico considerato il punto d'intersezione con la retta del $\cos \varphi$ del carico stesso; si congiunga questo punto E con E_{1v} e con E_{2v} ; i tre segmenti $E E_v$, $E E_{1v}$, ed $E E_{2v}$ divisi rispettivamente per Δ , $N_1 Z_1$ ed $N_2 Z_2$ ci daranno in grandezza e fase la corrente totale e quella delle due linee.

Tirando dal punto E le normali alle due rette (1) e (2) di $\cos \varphi = 1$ si hanno per ciascuna delle due linee le potenze trasportate nelle relative scale e le normali stesse ci danno le potenze reattive trasportate dalle due linee.

6. — Nella costruzione da noi fatta si considerano le due linee funzionanti alla stessa tensione; nel caso più generale che ciò non sia, cioè che le due linee siano accoppiate alle due estremità attraverso due trasformatori, si può ancora usare il metodo indicato riducendo una delle due tensioni in arrivo secondo il rapporto di trasformazione a vuoto del trasformatore in arrivo, in modo che le due tensioni ven-

Consideriamo ora il caso assai più complesso dello studio di un anello costituito, come è indicato nella fig. 2, da vari tronchi di diverse caratteristiche, agli estremi dei quali vengono derivati od immessi diversi carichi dati (questi carichi si intendono determinati dalla sola corrente e dall'angolo di fase, cioè dati in ampère e $\cos \varphi$ ed indipendenti quindi dalla tensione); eccetto naturalmente il carico di un nodo, il quale risulterà dal complesso di tutti gli altri e dalle perdite dei vari tronchi di linea (generalmente questo nodo si farà coincidere con una centrale generatrice). Anche in questo caso si può applicare il metodo proposto, con l'aiuto di un procedimento di falsa posizione.

Supponiamo infatti sezionato l'anello nel nodo A , corrispondente ad una stazione generatrice, e, partendo da un nodo di utilizzazione B per il quale si ritenga prefissata la tensione, si risalga verso A secondo i due lati dell'anello, supponendo che il carico di B sia comunque ripartito fra le due vie, ed in ogni nodo componendo vettorialmente la corrente prelevata od immessa nel nodo con quella di linea.

Si arriverà in A con due tensioni diverse E_1 ed E_2 : chiudendo ora l'anello in A la tensione data dalla differenza vettoriale $E_1 E_2$ agirebbe sul circuito formato dai diversi tronchi in serie ed avente l'impedenza $\Delta = N_1 Z_1 + N_2 Z_2 + N_3 Z_3 + N_4 Z_4 + N_n Z_n$ e darebbe luogo ad una corrente di circolazione $I_0 = \frac{E_1 E_2}{\Delta}$. Se componiamo vettorialmente questa corrente con quelle precedentemente trovate nei vari tronchi avremo una nuova distribuzione delle correnti, che sarà quella effettiva con grande approssimazione, a meno cioè delle differenze delle correnti di carica dei vari tronchi sottoposti, con la nuova distribuzione di correnti, a tensioni diverse da quelle precedentemente ricavate.

Generalmente questa approssimazione è più che sufficiente ai bisogni della pratica specialmente se si parte da una ripartizione del

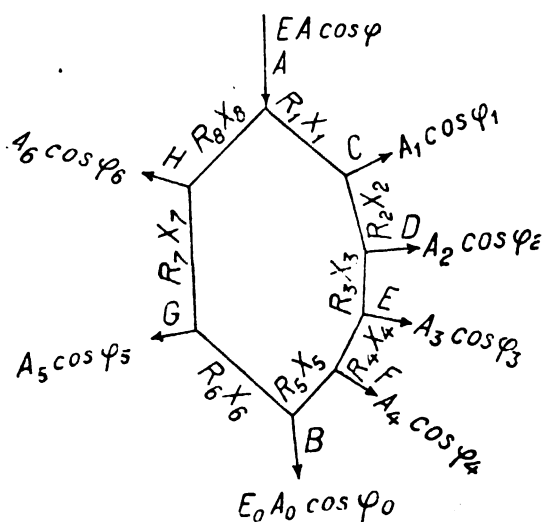


Fig. 2.

gano rappresentate in due diverse scale dallo stesso vettore; inoltre si deve tener conto delle reattanze e delle resistenze degli avvolgimenti dei trasformatori aggiungendole a quelle delle linee, per quanto riguarda la caduta di tensione dovuta alla corrente di lavoro; e delle ammettenze dei trasformatori, per quanto riguarda la caduta di tensione dovuta alla corrente a vuoto.

Il caso di tre linee in parallelo si risolve considerando la linea fittizia equivalente a due qualunque e studiandone il funzionamento in parallelo con la terza.

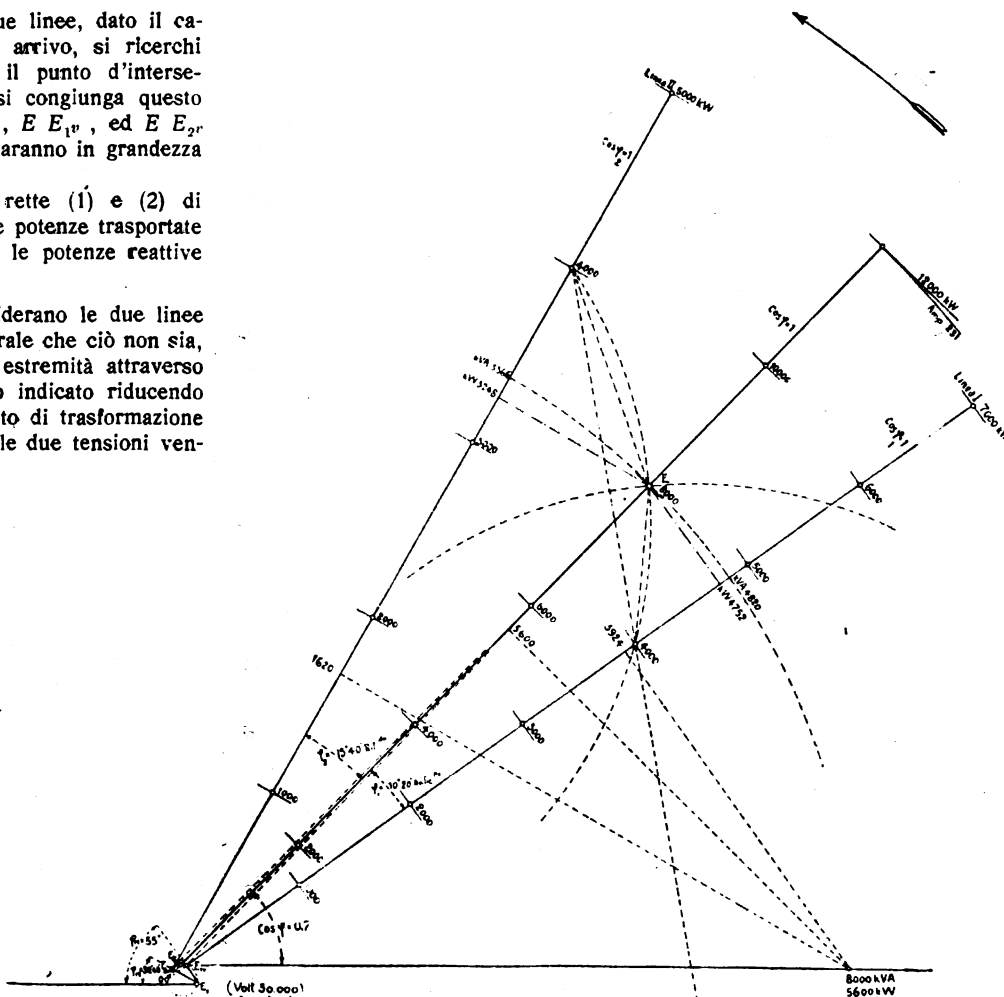


Fig. 3.

carico di B che non sia troppo lontana dal vero; in ogni modo ripetendo il calcolo con la nuova distribuzione delle correnti si può arrivare a risultati comunque approssimati.

ESEMPI

Esempio 1).

Due linee alla stessa tensione d'esercizio chiuse in parallelo alle due estremità.

Linea 1) Lunghezza km 120. Due terne di treccia di rame da

34,5 mmq (diametro mm 7,5) con fili disposti ai vertici di un esagono regolare di lato = cm 80.

Linea 2) Lunghezza km 120. I terna di treccia da 66,6 mmq (diam. mm 11,2) con fili posti ai vertici di un triangolo equilatero di lato = 180 cm.

Le due linee, di cui la seconda fu armata in previsione di un esercizio con la tensione di 60 000 volt, sono attualmente esercite ambedue alla tensione di 30 000 volt, chiuse in parallelo all'estremità generatrice e ricevente. Applicando il calcolo grafico sopradescritto al sistema delle due linee si ha la fig. 3.

Le costanti delle due linee risultano:

$$\begin{aligned} \text{Linea 1)} \quad R_1 &= 29,5 \text{ ohm} & Z_1 &= 36 [35^\circ] \text{ Ohm} \\ X_1 &= 20,6 \text{ " } & Y_1 &= 376 \cdot 10^{-6} [90^\circ] \text{ mho} \\ B_1 &= 376 \cdot 10^{-6} \text{ mho} \\ G_1 &= 0 \end{aligned}$$

$$\text{da cui: } M_1 = 0,5 [0^\circ] \quad N_1 = 0,999 [0^\circ] \quad N_1 Z_1 = 35,95 [35^\circ] \text{ Ohm} \\ N_1 Y_1 = 375 \cdot 10^{-6} [90^\circ] \text{ mho}$$

$$\begin{aligned} \text{Linea 2)} \quad R_2 &= 26,6 \text{ Ohm} & Z_2 &= 52,7 [59^\circ, 12'] \text{ Ohm} \\ X_2 &= 45,4 \text{ " } & Y_2 &= 339 \cdot 10^{-6} [90^\circ] \text{ mho} \\ B_2 &= 339 \cdot 10^{-6} \text{ mho} \\ G_2 &= 0 \end{aligned}$$

$$\text{da cui } M_2 = 0,5 [0^\circ] \quad N_2 = 0,995 [0^\circ] \\ N_2 Z_2 = 52,4 [59^\circ, 12'] \quad N_2 Y_2 = 337 \cdot 10^{-6} [90^\circ] \text{ mho}$$

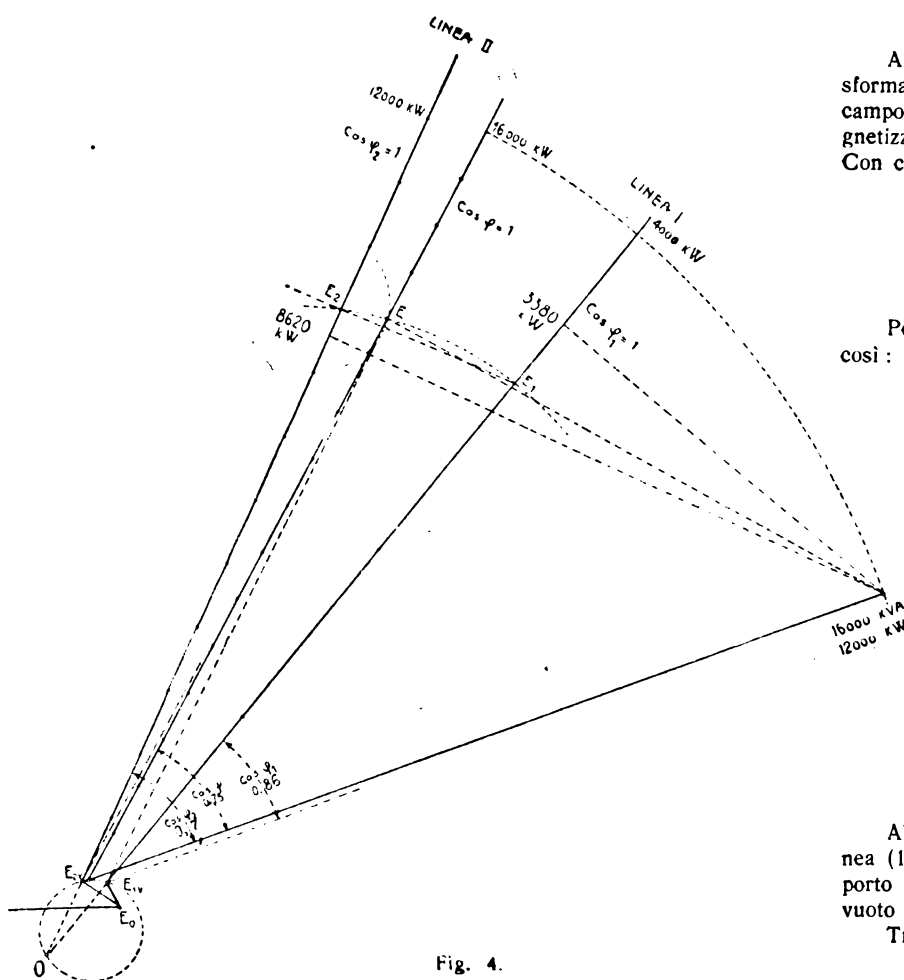


Fig. 4.

Dal punto comune E_0 si ottengono i due punti E_{1v} ed E_{2v} portando i vettori $E_0 E_{1v} = M_1 Y_1 Z_1 E_0 = \text{volt } 117 [125^\circ]$ ed $E_0 E_{2v} = M_2 Y_2 Z_2 E_0 = \text{volt } 154 [149^\circ, 12']$. Con la costruzione già descritta si trova il punto E_r e la linea $O E_r$. (Data la scala del disegno e per maggiore esattezza la costruzione del punto E_r è stata eseguita costruendo il cerchio capace dell'angolo $180^\circ - 24^\circ, 12'$ ed il cerchio d'Apollonio per il punto E corrispondente al carico complessivo di 8000 kW e una ripartizione qualunque di carichi fra le due linee, e trovando poi l'intersezione della retta $O E$ col cerchio capace dell'angolo $180^\circ - 24^\circ, 12'$ e passante per E_{1v} ed E_{2v} .

Supponiamo che all'estremità ricevente si abbia un carico complessivo di 8000 kW a $\cos \varphi = 1$.

Le due linee si ripartiscono il carico nella misura seguente:

Linea 1) kW 4752 kVA 4820 con angolo φ_1 in anticipo di $10^\circ, 20'$ $\cos \varphi_1 = 0,986$.

Linea 2) kW 3248 kVA 3366 con angolo φ_2 in ritardo di $15^\circ, 40'$ $\cos \varphi_2 = 0,964$.

Questa ripartizione non corrisponde alla maggiore economia di perdite in linea: infatti la ripartizione più economica agli effetti delle

perdite sarebbe stata quella inversamente proporzionale alle resistenze ohmiche delle due linee e cioè:

Linea 1) kW 4220 kVA 4220 $\cos \varphi_1 = 1$.

Linea 2) kW 3780 kVA 3780 $\cos \varphi_2 = 1$.

Le perdite totali in questo secondo caso sarebbero di kW 1000, mentre con la ripartizione del carico che si ha effettivamente, le perdite complessive sommano a kW 1097.

La non trascurabile differenza dell'ordine del 10 % del valore complessivo delle perdite, potrebbe ridursi a mezzo di speciali accorgimenti; per esempio: aggiungendo in serie alla linea (1) delle spirali di induttanza opportunamente dimensionate.

Per un prelievo all'estremità ricevente di kW 5600 con $\cos \varphi = 0,7$, equivalenti ancora a 8000 kVA, la ripartizione fra le due linee è quella segnata in figura.

Esempio 2) (Vedi fig. 4).

Due linee funzionanti in parallelo a diverse tensioni d'esercizio chiuse alle due estremità mediante trasformatori.

Linea 1. Tensione d'esercizio 30 000 volt.

Lunghezza km 100 di 1 terna di filo da 50 mmq (8 mm di diametro) posta ai vertici di un triangolo equilatero di lato = 100 cm.

$$\begin{aligned} R_1 &= 34 \text{ Ohm} & Z_1 &= 49,8 [46^\circ, 30'] \\ X_1 &= 36,2 \text{ " } & Y_1 &= 319 \cdot 10^{-6} [90^\circ] \\ G_1 &= 0 & M_1 &= 0,4995 [0^\circ] \\ B_1 &= 319 \cdot 10^{-6} \text{ mho} & N_1 &= 0,998 [0^\circ] \end{aligned}$$

All'estremità ricevente il parallelo è chiuso attraverso un trasformatore di rapporto a vuoto 30 000/5000. Si è supposto che nel campo di variazione della tensione da vuoto a carico, la corrente magnetizzante e le perdite nel ferro siano proporzionali alla tensione. Con ciò il trasformatore è rappresentabile con le sue caratteristiche:

$$\begin{aligned} R &= 1,6 \text{ Ohm (in scala 30 000)} \\ X &= 6,4 \text{ " } \\ G &= 27 \cdot 10^{-6} \text{ mho} \\ B &= 58 \cdot 10^{-6} \text{ " } \end{aligned}$$

Per l'insieme formato dalla linea e dal trasformatore abbiamo così:

$$\begin{aligned} R_1 \text{ corr} &= 35,5 \text{ Ohm} & Z_1 \text{ corr} &= 55,3 [50^\circ, 5'] \\ X_1 \text{ corr} &= 42,4 \text{ " } \end{aligned}$$

Vettore $E_0 E_{1v}$ (espresso in per cento della tensione E_0) = $0,8 \% [116^\circ, 20']$.

$Z_1 \text{ corr } I_0$ (corrisp. a 1000 kW a $\cos \varphi_1 = 1$) = (espresso in per cento della tensione E_0) = $6,16 \% [50^\circ, 5']$.

Linea 2).

Tensione d'esercizio 60 000 volt.

Lunghezza km 100 di 1 terna di treccia di 86 mmq (diam 10,2 mm) disposta ai vertici di un triangolo equilatero di lato = 180 cm.

$$\begin{aligned} R_2 &= 26 \text{ Ohm} & Y_2 &= 404 \cdot 10^{-6} [89^\circ] \\ X_2 &= 41,6 \text{ " } & Z_2 &= 51,1 [58^\circ] \\ G_2 &= 6 \cdot 10^{-6} \text{ mho} & M_2 &= 0,4985 [9^\circ] \\ B_2 &= 404 \cdot 10^{-6} \text{ " } & N_2 &= 0,9937 [12^\circ] \end{aligned}$$

Alle due estremità generatrice e ricevente il parallelo con la linea (1) è chiuso rispettivamente a mezzo di un trasformatore di rapporto a vuoto 60 000/30 000 e con un trasformatore di rapporto a vuoto 60 000/5000.

Trasformatore estremità generatrice: (in scala 60 000).

$$\begin{aligned} R &= 2,43 \text{ Ohm} & Z &= 12,1 [78^\circ, 25'] \\ X &= 11,85 \text{ " } \\ G &= 13 \cdot 10^{-6} \text{ " } & Y &= 34,5 \cdot 10^{-6} [-67^\circ 55'] \\ B &= 32 \cdot 10^{-6} \text{ " } \end{aligned}$$

Trasformatore estremità ricevente: (in scala 60 000)

$$\begin{aligned} R &= 2,6 \text{ Ohm} & Z &= 12,4 [77^\circ, 55'] \\ X &= 12,15 \text{ Ohm} \\ G &= 12,8 \cdot 10^{-6} \text{ mho} & Y &= 32 \cdot 10^{-6} [-66^\circ, 25'] \\ B &= 29,3 \cdot 10^{-6} \text{ mho} \end{aligned}$$

Per il complesso della linea e dei due trasformatori si ha:

$R_2 \text{ corr.} = 30,88 \text{ Ohm}$; $X_2 \text{ corr.} = 65,35 \text{ Ohm}$; $Z_2 \text{ corr.} = 72,3 [64^\circ, 42']$.

Vettore $E_0 E_{2v}$ (espresso in per cento della tensione E_0) = $1,44 \% [146^\circ, 45']$.

Vettore $Z_2 \text{ corr. } I_0$ (corrispondente a 1000 kW a $\cos \varphi_2 = 1$ ed espresso in per cento della tensione E_0): = $2,015 \% [64^\circ, 42']$.

Nella fig. 4 si è supposto di prelevare dal complesso delle due linee un totale di kW 12 000 con $\cos \varphi = 0,75$ all'estremità ricevente.

La ripartizione di detto carico fra le due linee risulta:

Linea 1) kW 3380 kVA 3930 $\cos \varphi_1 = 0,86$;

Linea 2) kW 8620 kVA 12 300 $\cos \varphi_2 = 0,7$.

Per la distribuzione più economica agli effetti delle perdite si dovrebbe avere:

Linea 1) kVA 2860 $\cos \varphi_1 = 0,75$;

Linea 2) kVA 13 140 $\cos \varphi_2 = 0,75$.

L'aumento di perdite che si ha per la disuniforme ripartizione del carico è di kW 85.

La fig. (4) ci dà anche la ripartizione della potenza reattiva trasportata dalle due linee, e cioè:

Linea 1) potenza reattiva kVA 2000;

Linea 2) potenza reattiva kVA 8620

la cui somma corrisponde naturalmente ai 10620 kVA reattivi del carico totale.

Nell'esempio secondo abbiamo preso particolari valori dei rapporti di trasformazione a vuoto dei trasformatori alle due estremità, in modo che il loro prodotto risultasse uguale ad 1.

In generale il metodo così come descritto per l'esempio secondo si applica quando appunto il prodotto dei rapporti di trasformazione dei quattro o meno trasformatori che possono trovarsi alle due estremità nell'anello formato dalle due linee — considerati in serie — sia uguale ad 1.

Nell'Esempio 2: Rapporto di trasformazione a vuoto dell'estremità generatrice linea N. 1 (senza trasformatore) = 1.

Rapp. di trs. a vuoto estr. ric. linea (1) = 6

" " " " " " (2) = $\frac{1}{12}$

" " " " gen. " (2) = 2

che danno il prodotto 1.

Se il prodotto dei rapporti di trasf. a vuoto fosse diverso da 1, ciò avrebbe per effetto di spostare i due punti E_{1v} ed E_{2v} rispetto ad E_0 lungo il raggio che riunisce l'origine dei vettori (fuori del disegno) con i punti E_{1v} ed E_{2v} .

Variando così il rapporto di trasformazione a vuoto di uno dei trasformatori ad es., quello dell'estremità generatrice della linea (2) si ha modo di spostare il punto E_2 , di variare la corrente a vuoto nel sistema delle due linee e di variare la ripartizione del carico.

Il metodo descritto ci dà la maniera di trovare appunto il più opportuno rapporto di trasformazione per una data ripartizione.

Così se vogliamo render minima la corrente a vuoto nel sistema delle due linee basterà, con una conveniente variazione del rapporto di trasformazione a vuoto, portare il punto E_{2v} sul piede della normale tirata dal punto E_{1v} al raggio che unisce l'origine delle coordinate (fuori del foglio) col punto E_{1v} .

Esempio 3. — (Vedi fig. 5).

Una linea in cavo sotterraneo alla tensione d'esercizio di 10 000 volt (tensione delle macchine generatrici) ed una linea aerea alla tensione d'esercizio di 30 000 volt, accoppiate in parallelo alle due estremità mediante trasformatori di rapporto a vuoto = 3.

Linea 1. — Lunghezza km. 15. Due cavi trifasi di sezione per ogni conduttore di 100 mmq. tensione all'estremità ricevente volt 10 000.

$$\begin{aligned} R_1 &= 1,275 \text{ Ohm} & Z_1 &= 1,593 [37^\circ, 5'] \\ X_1 &= 0,960 \text{ " } & Y_1 &= 1865 \cdot 10^{-6} [90^\circ] \\ G_1 &= 0 & M_1 &= 0,499 [0^\circ] \\ B_1 &= 1865 \cdot 10^{-6} \text{ mho} & N_1 &= 0,999 [0^\circ] \end{aligned}$$

$M Y Z E_0 = 0,14 \% [127^\circ, 5']$ (espresso in per cento della tensione in arrivo). $N Z I^\circ$ (corrispondente a 1000 kVA $\cos = 1$) = $1,59 \% [37^\circ, 5']$ (espresso in per cento della tensione in arrivo).

Linea 2. — Lunghezza km 20. — I terna di treccia da 50 mmq. (diametro mm 10,2) disposta ai vertici di un triangolo equilatero di lato = 100 cm. Tensione d'esercizio 30 000 volt. Alle due estremità tale linea è chiusa in parallelo con la linea (1) mediante trasformatori di rapporto a vuoto = 3.

$$\begin{aligned} R_2 &= 6,84 \text{ Ohm} & Z_2 &= 8,75 [38^\circ, 5'] & M_2 &= 0,5 [0^\circ] \\ X_2 &= 5,44 \text{ " } & Y_2 &= 45 \cdot 10^{-6} [90^\circ] & N_2 &= 1 [0^\circ] \\ G_2 &= 0 \\ B_2 &= 45 \cdot 10^{-6} \text{ mho} \end{aligned}$$

Trasformatori: ciascuno (scala 30 000):

$$\begin{aligned} R &= 1,2 \text{ Ohm} & Z &= 1,38 [73^\circ, 55'] \\ X &= 4,2 \text{ " } & Y &= 103,7 \cdot 10^{-6} [-66^\circ] \\ G &= 42 \cdot 10^{-6} \text{ mho} \\ B &= 95 \cdot 10^{-6} \text{ " } \end{aligned}$$

Per il complesso della linea e dei due trasformatori:

$$\begin{aligned} R_2 \text{ corr} &= 9,23 \text{ Ohm} \\ X_2 \text{ corr} &= 13,84 \text{ " } \\ Z_2 \text{ corr} &= 16,6 [56^\circ, 20'] \text{ Ohm} \end{aligned}$$

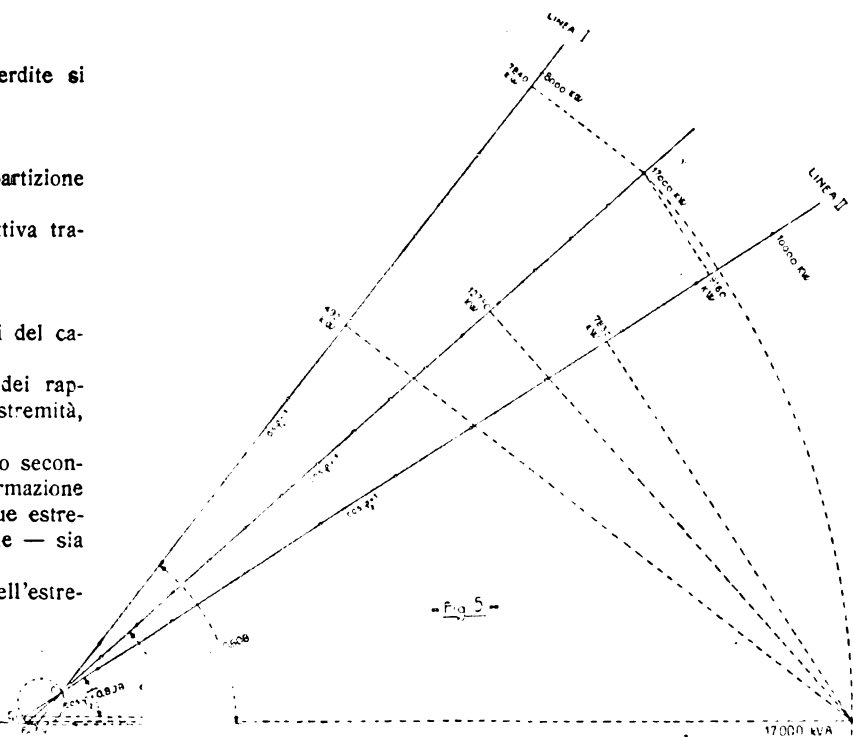


Fig. 5.

Vettore $E_0 E = 0,17 \% [-4^\circ, 10']$ (espresso in per cento della tensione E_0).

Vettore $Z_2 \text{ corr } I_{02}$ (per 1000 kVA a $\cos \varphi_2 = 1$) = $1,85 \% [56^\circ, 20']$ (espresso in per cento della tensione E_0).

Ripartizione dei carichi e delle potenze reattive come da fig. 5.

CONVENZIONI PER I CAVI SOTTOMARINI E PER LA RADIOTELEGRAFIA □

Riteniamo opportuno portare a conoscenza dei nostri lettori due importanti provvedimenti presi dal R. Governo in fatto di comunicazioni elettriche, i quali segnano un nuovo vigoroso indirizzo per lo sviluppo di esse. Essi sono, l'approvazione di due Convenzioni con Società private, una per i cavi telegrafici sottomarini e l'altra per le Stazioni radio adibite al servizio pubblico.

Diamo di entrambe un cenno riassuntivo.

A) Convenzione con la Compagnia Italiana dei Cavi telegrafici sottomarini per la posa di un cavo telegrafico sottomarino fra l'Italia e l'America del Sud, di altro cavo fra l'Italia e la Grecia e di un terzo fra l'Italia e le Azzorre o altre isole dell'Atlantico. (R. D. n. 427 del 18 febbraio 1923 - Gazzetta Ufficiale del 12 aprile 1923 - n. 86).

La Convenzione ha la durata di 50 anni. La Compagnia si impegna a collegare con cavo l'Italia con la Spagna, il Brasile, l'Uruguay, la Repubblica Argentina e, subordinatamente al consenso dei rispettivi Governi, con le isole Canarie e del Capo Verde. Le condizioni tecniche dei cavi dovranno essere tali da permettere la corrispondenza in duplice. La Compagnia avrà in Roma, e potrà avere anche nelle principali città d'Italia un Ufficio proprio, collegato con traslazione pneumatica alla Centrale telegrafica dello Stato e detto Ufficio farà diretto servizio di accettazione e recapito dei telegrammi via cavo, salvo il controllo di funzionari dell'Amministrazione telegrafica.

Saranno inoltrati per i cavi oltre i telegrammi che porteranno la relativa indicazione di via, tutti i telegrammi in partenza dall'Italia per l'America del Sud, ed eventualmente per le isole Canarie e del Capo Verde senza indicazione di via, purchè la rapidità di trasmissione non sia inferiore a quella delle altre vie esistenti. Inoltre, se la potenzialità del cavo lo consentirà, sarà inoltrata anche la corrispondenza per la Spagna ed il transito per la Spagna. Infine saranno inoltrati per il cavo anche i telegrammi di transito attraverso l'Italia e diretti all'America del Sud, purchè la condizione suddetta di rapidità sia soddisfatta e la tariffa italiana non sia superiore a quella della via meno costosa.

La Compagnia inoltrerà per il cavo tutti i telegrammi per l'Italia e paesi al di là che potrà raccogliere in America, nella Spagna ed in altri Stati europei, e così pure il traffico tra la Spagna, o in tran-

sito attraverso la Spagna e l'America del Sud, e fra gli Stati dell'America del Sud, posando all'uopo nuove sezioni di cavo, ove l'intensità del traffico le rendessero necessarie.

Il R. Governo si riserva piena libertà di esercitare o dare in concessione stazioni radio per il servizio telegrafico con l'America del Sud e con qualsiasi paese estero. Per i primi dieci anni della Convenzione il R. Governo garantisce alla Compagnia, sotto determinate condizioni, un traffico minimo annuale di 5 milioni di parole. Per le prove e riparazioni del cavo Nord dell'Equatore sarà concesso l'uso della R. N. «Città di Milano».

L'immersione dell'intero cavo e l'attuazione di esso dovrà eseguirsi entro quattro anni dalla data di pubblicazione della Convenzione nella «Gazzetta Ufficiale». La posa del cavo tra l'Italia e la Grecia è subordinata alla concessione del permesso di approdo da parte del Governo ellenico. Anche per detto cavo è stato stabilito un minimo garantito di un milione di parole all'anno.

La posa del cavo Italia-Malaga-Azzorre è subordinata alla concessione di approdo a Malaga e alle Azzorre, che risulta sia stata già data dai rispettivi Governi. Detto cavo dovrà formare una comunicazione con l'America del Nord per mezzo di altro cavo esistente o da posare entro lo stesso tempo fra le Azzorre e l'America del Nord di proprietà di altra Compagnia estera, con la quale la Compagnia italiana ha già presi gli opportuni accordi.

In un primo tempo sarà consentito che il nuovo cavo telegrafico sottomarino fra l'Italia e l'America del Sud, abbia in comune col cavo Italia-Azzorre il tratto Italia-Malaga finché l'intensità giornaliera si mantenga al disotto di 30 mila parole al giorno e la densità del traffico nelle ore di più intenso lavoro non determini sensibile ritardo nel corso dei telegrammi.

Dopo l'attuazione del cavo con le Azzorre e fino a quando non venga attivato il servizio fra l'Italia e l'America del Sud mediante il cavo Malaga-Buenos Aires, saranno istradati per il cavo Italia-Azzorre tutti i telegrammi con l'America del Sud, essendo stati presi opportuni accordi al riguardo tra la Compagnia italiana e le Compagnie estere interessate.

Opportune cautele sono state stabilite nella Convenzione per la nazionalità italiana del personale sociale direttivo, amministrativo, tecnico ed operatore e per le cariche del Consiglio di Amministrazione, sindacali, ecc., e per il controllo da parte del R. Governo.

B) *Convenzione con la Società Italiana per servizi radioelettrici «Italo Radio» per l'impianto e l'esercizio di Stazioni radiotelegrafiche.* (R. D. n. 2217 del 23 settembre 1923 - Gazzetta Ufficiale del 29 ottobre 1923 - n. 254).

Il Governo italiano accorda alla Italo Radio la concessione, per la durata di 23 anni, delle seguenti stazioni radiotelegrafiche da adibire al servizio pubblico:

1) Stazioni radiotelegrafiche di Coltano (vecchia e nuova) da ampliare ed adibire al traffico con le Americhe del Nord e del Sud e ad altri traffici del regime extra-europeo;

2) Stazioni esistenti a Genova e Trieste, nonché quella da costruire a Napoli, da adibire al traffico costiero marittimo ed al servizio interno;

3) Stazioni da impiantare nei pressi di Roma, da adibire al traffico europeo, ultraoceanico e specialmente coll'America del Sud;

4) Stazioni da impiantare nei pressi di Milano, da destinare principalmente al traffico europeo.

È escluso dalla concessione il servizio così detto di Broadcasting, il servizio radiotelefonico, ed il servizio delle stazioni a bordo delle navi, per i quali servizi e per qualsiasi altro, non considerato fra quelli dati in concessione, il Governo si riserva ampia libertà di azione.

La Italo Radio, con sede in Roma, sorta con capitale sociale di L. 7.000.000 assume l'impegno di elevare il proprio capitale sociale a 60.000.000 di lire italiane. A garantire l'italianità della società è stabilito nello Statuto della Società stessa:

a) che il 55 % delle azioni siano nominative, intestate a cittadini italiani e depositate alla Banca d'Italia;

b) che i due terzi dei consiglieri di amministrazione siano cittadini italiani ed uno di nomina governativa;

c) che il Presidente ed il Consigliere delegato (o i consiglieri delegati) siano italiani o di gradimento del Governo italiano.

d) che tutti i sindaci siano cittadini italiani, ed uno di nomina del Ministero delle Finanze.

La nomina governativa di un consigliere e di un sindaco non implica alcuna responsabilità da parte del Governo neppure nei riguardi dell'andamento amministrativo della Società. Non potranno essere apportate modificazioni alle disposizioni statutarie senza preventivo consenso del Governo italiano.

Poiché il Governo italiano ha ottenuto dalla Compagnia Telefunken in conto riparazioni il macchinario e la relativa messa in opera per la stazione r. t. di Roma, della potenza di 500 kW, tale macchi-

nario sarà ceduto in uso alla Italo Radio. L'acquisto del terreno occorrente per il suddetto impianto, la costruzione dei fabbricati e del radiatore, e tutto il completamento delle costruzioni della stazione, nonché quella parte della messa in opera del materiale e del macchinario non compresa nel contratto di vendita della Telefunken, saranno effettuate a cura e spese della Italo Radio. La stazione sarà attivata entro due anni, dalla data di approvazione del progetto di massima, da parte del Ministero Poste e Telegrafi.

Per l'uso di tutte le stazioni esistenti, e del macchinario ottenuto in conto riparazioni, la società si obbliga a corrispondere al Governo per tutta la durata della concessione un canone annuo di uso di L. 1.000.000. Lo Stato inoltre percepisce una quota degli introiti e delle tasse radio.

Il Governo italiano si impegna di appoggiare alle stazioni radiotelegrafiche concesse il traffico qui appresso indicato, sempreché non porti la indicazione «per filo».

Servizio extra-europeo. — Tutti i telegrammi con l'indicazione di «via Italo Radio» e tutti quelli senza indicazione di via, diretti a quei paesi nei quali esista una comunicazione radiotelegrafica diretta o indiretta e nei quali fino alla data della stipulazione della presente convenzione non esiste alcun impegno dello Stato che lo obblighi ad istradare il traffico per altra via. (Qui giova notare che la convenzione Radio è posteriore a quella per il Cavo).

Servizio europeo. — Tutti i telegrammi a destinazione della Francia, Germania, Inghilterra, Cecoslovacchia, Norvegia, Jugoslavia, Ungheria, Rumania, Bulgaria e Turchia con l'indicazione di «via Italo Radio» e tutti quegli altri telegrammi che lo Stato, d'accordo con la Società, riterrà opportuno istradare a mezzo delle stazioni radiotelegrafiche concesse.

Servizio costiero. — Tutti i telegrammi spettanti alle stazioni di Genova, Napoli e Trieste in base alle convenzioni internazionali.

Servizio interno italiano. — Tutti i telegrammi istradati «via Italo Radio» e tutti quelli che lo Stato riterrà opportuno istradare a mezzo delle stazioni di Milano, Genova, Napoli e Trieste, specialmente in caso di interruzioni delle vie telegrafiche ordinarie. La Società avrà il diritto di trasmettere per via radio a mezzo delle proprie stazioni tutti i telegrammi provenienti dalle diverse città del Regno che devono essere istradati per la via radio all'estero e viceversa. La Società potrà esercitare questo diritto nel caso che non sia messo a sua esclusiva disposizione un collegamento diretto speciale.

La società concessionaria non potrà attivare lo scambio della corrispondenza radio telegrafica se non con stazioni per le quali abbia ottenuto la preventiva approvazione del Governo italiano, il quale si riserva il diritto di esigere dalla Società l'attivazione del servizio anche con altre stazioni di suo gradimento. La Società si obbliga, ogni qualvolta il Governo lo richieda, di fare servizio di ricezione e trasmissione di radiotelegrammi da e per le stazioni coloniali italiane.

La Italo Radio dovrà, per quanto possibile, acquistare in Italia da Ditte italiane, il materiale necessario agli impianti. La Italo Radio si impegna di organizzare entro un periodo di mesi 18 dalla pubblicazione del decreto di approvazione della presente convenzione la fabbricazione in Italia di apparecchi e dispositivi coperti da brevetti della G. f. d. T. Telefunken, della Compagnie Général de T. s. F. e della Société Française Radio Électrique e in genere di organizzare la fabbricazione in Italia di materiali radioelettrici secondo le possibilità e le necessità del mercato industriale.

Il personale sociale direttivo, amministrativo, tecnico ed esecutivo della Italo Radio dovrà essere di nazionalità italiana o di gradimento del Ministero delle Poste e Telegrafi. Quest'obbligo si estende anche, per quanto sarà consentito, alle stazioni estere che eventualmente potrebbero essere impiantate od esercitate per conto della Italo Radio. Un terzo almeno del personale dirigente, tecnico, operatore, o comunque impiegato nelle stazioni deve appartenere ai ruoli dei militari in congedo (riserva navale o dell'esercito). I radiotelegrafisti dovranno essere abilitati al servizio secondo il disposto dell'art. 17 del R. Decreto 8 febbraio 1923, n. 1067.

In via eccezionale la Società potrà essere autorizzata ad impiegare personale straniero unicamente durante l'impianto e l'avviamento delle stazioni non oltre però i sei mesi di esercizio di ciascuna stazione e limitatamente alla medesima. L'avviamento deve considerarsi ultimato dopo sei mesi dalla prima prova. Il numero delle persone straniere non dovrà in nessun caso superare un quarto del contingente totale del personale addetto a ciascuna stazione. L'impiego di personale straniero dovrà essere limitato ai soli servizi tecnici di impianto e di manutenzione del macchinario ed al servizio commerciale: il personale operatore (telegrafisti e radiotelegrafisti) ed amministrativo, dovrà essere esclusivamente italiano. Durante i lavori di ingrandimento della Stazione di Coltano sarà vietato al personale straniero di lavorare nei locali adibiti al traffico regolare della stazione. Dopo il primo semestre di esercizio di ciascuna stazione la Società non potrà impiegare personale straniero.

Durante l'impianto, l'avviamento e l'esercizio delle stazioni dovrà essere consentita la presenza di personale governativo, il quale, oltre ad esercitare il controllo tecnico cui il R. Governo ha diritto dovrà essere istruito e posto in grado di assumere il funzionamento e la direzione dei servizi, in caso di necessità, a richiesta del Governo. La Italo Radio si impegna di eseguire il montaggio delle stazioni concesse con operai italiani e prevalentemente con personale che prestò servizio specializzato nella R. Marina, nel R. Esercito e nell'Amministrazione postale telegrafica. Tutte le modalità e condizioni espresse riguardo alla nazionalità del personale dovranno essere intese come patto di assoluto rigore, senza del quale l'Amministrazione non avrebbe fatto luogo alla presente convenzione.

La Italo Radio dichiara di poter cedere e cede al R. Governo per tutta la durata della presente convenzione il diritto di utilizzare per i suoi propri servizi di indole militare i brevetti presenti e futuri appartenenti alla Compagnie Générale de Télégraphie sans fil e alla G. f. d. T. Telefunken, sempre che tale utilizzazione avvenga in apparecchi costruiti da officine o arsenali dello Stato. Dichiara anche di poter autorizzare ed autorizza il R. Governo per tutta la durata della convenzione, a riprodurre e modificare negli arsenali e stabilimenti governativi i tipi di apparecchi fabbricati dalle due suddette Compagnie, senza che queste possano pretendere compensi di sorta per diritto di brevetto, alla condizione che tali apparati così fabbricati dovranno essere solamente utilizzati dallo Stato per i servizi da esso direttamente esercitati a scopo militare.

La Società concessionaria impiegherà 20.000.000 di lire nell'acquisto di azioni delle Compagnie Radiotelegrafica Brasileira e Transradio International Radiotelegrafica Argentina, nelle quali sono interessate la Compagnie Générale de Télégraphie sans fil e la Telefunken, in modo che la Italo Radio sia rappresentata nei Consigli di Amministrazione delle suddette Compagnie e possa godere per le comunicazioni degli stessi vantaggi che godono le grandi società francesi e tedesche sopra menzionate.

Alla fine della concessione il R. Governo rientra in possesso dei terreni, edifici e materiali dati in uso, per le stazioni di Genova, Trieste, Coltano e Roma, restando a carico della società concessionaria l'indennizzo allo Stato per tutti i deterioramenti che agli edifici ed al materiale risultassero apportati.

A nessuno sfuggirà la grande importanza di questi due provvedimenti, che mettono l'Italia in una posizione eminente in fatto di comunicazioni elettriche. Ci sembra che possa forse sorgere qualche dubbio sulla convenienza economica delle due convenzioni da parte della Ditta assuntrice, perchè i mezzi ora contemplati sono di gran lunga esuberanti rispetto al traffico esistente. Ma la Convenzione dei Cavi salvaguarda notevolmente la Ditta, perchè vi è contemplato un minimo garantito per i primi dieci anni; non così quella Radio, che presenta alee, a nostro giudizio, assai rilevanti.

Non ci resta quindi che augurare che la bella iniziativa nel campo radiotelegrafico abbia pieno successo, così che la nuova Compagnia italiana possa vivere di rigogliosa vita propria e non diventi una secondaria appendice delle potenti industrie estere sotto l'egida delle quali essa sta sorgendo.

G. P.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Regolazione preventiva o correttiva?

Riceviamo:

Bologna, 30 ottobre 1923.

Spett. Redaz. del giornale «L'Elettrotecnica» — Milano

Mi riferisco all'interessante studio dell'Ing. Albertazzi comparso sull'Elettrotecnica del 15 ottobre, ed approfittando del cortese e simpatico invito dell'Autore ad una critica serena al sistema da lui proposto, entro senz'altro in argomento.

La regolazione dinamometrica proposta dall'Ing. Albertazzi è basata sul principio che: per un dato momento di torsione e per una data apertura del distributore della turbina, esiste pure una determinata velocità angolare. A mio parere, la corrispondenza fra i tre elementi indicati, teoricamente esatta, è di difficile realizzazione pratica. Infatti, la relazione fra apertura del distributore e momento torcente si può determinare «a priori» soltanto col calcolo, quindi approssimativamente, mentre se essa viene determinata «a posteriori», per via sperimentale, richiede un sistema costruttivo che deve far corrispondere alle escursioni dell'indice delle variazioni dei momenti torcenti, le corrispondenti posizioni dell'apertura del distributore, un sistema costruttivo cioè che dovrebbe variare ed essere studiato e stabilito caso per caso, la qual cosa rappresenterebbe un punto debole del sistema, nel suo aspetto industriale. Inoltre, la relazione fra apertura del distributore ed il momento torcente, non rimane fissa ed inalterata, perchè varia:

1) col variare del salto utilizzabile (condizione questa che ha particolare importanza negli impianti a bassa caduta, ove a variazioni di poche decine di centimetri nei livelli possono corrispondere variazioni notevoli nella coppia motrice della turbina).

2) collo stato di conservazione degli organi della distribuzione, i quali, per gli inevitabili giuochi e consumi dovuti all'uso, alterano la corrispondenza fra le aperture effettive della turbina e quelle nominali segnate dall'indicatore del grado delle aperture stesse.

Da tali due considerazioni consegue che, mentre teoricamente è possibile individuare la posizione di apertura di una turbina corrispondente ad un determinato momento di torsione e ad una prestabilita velocità, praticamente questa esatta corrispondenza sarà difficilissima, se non impossibile, da raggiungere, e l'apparecchio che dovesse realizzarla richiederebbe correzioni frequenti, la qual cosa lo renderebbe poco pratico e sicuro.

Altra considerazione, di ordine teorico, da opporsi al sistema in discussione, è la seguente: L'indice delle variazioni dei momenti torcenti, dovendo comandare (anche se aiutato da un relais soccorritore) il distributore del servomotore principale del regolatore per ottenere che ad ogni posizione della sua escursione corrisponda la posizione di apertura che determina nella turbina il momento motore identico al momento di torsione indicato dall'indice stesso:

1) deve avere una certa energia, cioè deve essere capace di sforzi sufficienti a superare, senza perdere di sensibilità, indurimenti nei sistemi di distribuzione del servomotore, provenienti da cause accidentali (ad es. impurità nell'olio di circolazione) che peraltro frequentemente nell'esercizio si verificano. Un indice debole avrà per conseguenza un apparecchio delicato, quindi poco apprezzato in pratica.

2) deve passare dal valore zero (o presso allo zero: «marcia a vuoto») al valore massimo, corrispondente alla potenza massima sviluppata dalla turbina, mantenendo la sua sensibilità elevatissima. Inoltre il campo in cui deve operare tale organo sensibile, può essere vastissimo, crescendo col crescere della potenza della turbina, e varia anche col tipo di impianto poichè il rapporto fra momento torcente corrispondente alla massima potenza e quello corrispondente alla sua marcia a vuoto è ben lungi dall'essere un numero costante, ma varia invece colle caratteristiche della Turbina.

L'esperienza dimostra in genere che tutte le disposizioni indicatrici «a vasta scala», quando operano presso lo zero, o sono inesatte, o sono debolissime, inadatte quindi ad essere utilizzate per trasmettere ad organi di comando le loro indicazioni. Si può facilmente presumere che la disposizione di regolazione dinamometrica per tali ragioni, avrà una sensibilità non costante per diversi apparecchi, e certamente deficiente in prossimità dello zero, mentre è precisamente nella marcia a vuoto (in cui deve cogliersi l'accoppiamento in parallelo dei generatori elettrici) che occorre e si richiede dal regolatore la massima sensibilità.

Ben diverso è il comportamento di uno qualunque dei tipi normali tachimetrici, dove l'organo sensibile (tachimetro, sia a masse rotanti, che a fluido in pressione) opera in un campo ristrettissimo (prossimo alla velocità di regime) e tale quindi da essere costruito in modo da accoppiare ad una energia sufficiente, una sensibilità quasi perfetta, tanto è vero che coi moderni tachimetri si raggiunge una sensibilità il cui coefficiente è prossimo all'unità (0,990 : 0,995).

Il problema della regolazione è di uguagliare il momento motore al momento resistente variabile, ma ad una velocità fissa e prestabilita, e, data la sensibilità e la energia dei moderni regolatori tachimetrici, ed essendosi superato l'inconveniente della sopraregolazione coi tipi compensati, ritengo quindi sia difficile risolvere il problema della regolazione con sistema che prescindendo dal controllo tachimetrico, che si vorrebbe invece sostituire con miglioramento.

Passando all'esame dello schema proposto dall'Ing. Albertazzi per realizzare la regolazione dinamometrica, si può fare una prima obiezione al «recipiente elastico stagno» con isolamento dalle parti in rotazione mediante guarnizioni, una delle quali, per mezzo di premistoppa a rotazione. Ora, non potendosi in modo assoluto (dato che il tempo può essere lunghissimo) evitare le piccole perdite (tenute presenti le notevoli pressioni in giuoco) l'apparecchio, dopo un certo tempo, si bloccherà e rimarrà inattivo, dato che, sia il tipo proposto a cilindri tangenziali, che quello con tratto filettato dell'estremità dell'albero o con chiavetta elicoidale, raggiungeranno la «fine corsa» e non potranno più imprimere i loro movimenti all'indice manometrico.

Ricorrere a periodiche iniezioni di olio per supplire alle perdite, sarà sempre un palliativo assai criticabile.

Una seconda obiezione si riferisce al tipo proposto con chiavetta elicoidale, o con estremità filettata dell'albero, che è da presumersi di scarsa sensibilità dati gli sforzi notevolissimi, crescenti colla potenza da trasmettersi, che vengono ad esercitarsi sulle superfici striscianti che debbono imprimere il movimento al dinamometro. Inoltre sarei grato all'Ing. Albertazzi, se volesse illuminarmi sul modo col quale il sistema di trasmissione dall'accoppiamento al dinamometro, funziona identicamente nei due sensi. La vite, o la chiavetta elicoidale, se l'inclinazione del filetto è minore dell'angolo di attrito, è completamente irreversibile; se l'inclinazione è maggiore (fino ai limiti tollerabili dalle pratiche inclinazioni) è però sempre male utilizzata per la reversibilità.

Non vedo quindi come, dopo avvenuto un incremento nel momento torcente, se avviene una diminuzione del medesimo, il dinamometro e l'accoppiamento ritornino esattamente nella posizione corrispondente al nuovo valore del momento di torsione.

Concludendo, per le considerazioni suesposte, fra la regolazione preventiva potenziometrica e la regolazione correttiva tachimetrica, ritengo sia ancora il caso di attenersi a quest'ultima, perchè l'altra strada può condurre ad apparecchi molto più costosi e, probabilmente, meno sensibili.

ALFREDO CALZONI.

*

L'Ing. Albertazzi così risponde:

Stim. Sig. Redattore Capo della Rivista «L'Elettrotecnica»

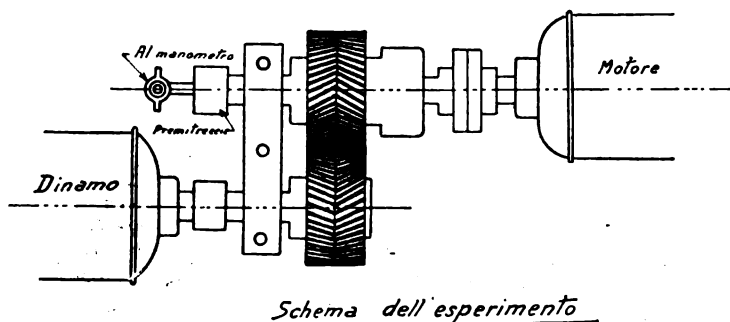
Sono grato all'Ing. Alfredo Calzoni di aver accolto il mio invito alla critica di uno studio il cui obiettivo dichiarato era appunto di sollevare una discussione.

E poichè il cortese contraddittore mi chiede anche un chiarimento, aggiungo due parole sul tema, come premessa alle quali confermo essersi voluto, con l'articolo pubblicato nel n. 29, porre un problema, e non già risolverlo.

Le obiezioni avanzate non attaccano naturalmente il principio (che si riconosce «teoricamente esatto») della corrispondenza fra momento di torsione, apertura del distributore e velocità angolare; si asserisce invece che esso sia di difficile realizzazione pratica, dal che conseguirebbe la necessità di uno studio «caso per caso» dell'apparecchio di regolazione.

La traduzione meccanica di qualsiasi principio teorico esige senza dubbio quelle correzioni e tarature e rettifiche di cui fanno fede in qualunque apparecchio del genere tutti gli organi di «messa a punto» che si può dire siano tanto più numerosi quanto più dall'apparecchio stesso si esige precisione e prontezza.

Nè si può forse affermare in linea generale che qualunque regolatore tachimetro possa servire a qualunque macchina da regolare; per gruppi e tipi, simili apparecchi sono studiati; analogamente potrebbe essere per un diverso principio applicato.



Fi. 1.

È vero poi che la relazione fra apertura del distributore e momento torcente varia col variare del salto utilizzabile, e nello stesso mio articolo ho citato tale autocritica del Poncelet al suo regolatore di tipo preventuale. Ove tale variazione resulti relativamente considerevole — caso non frequente nei moderni impianti — la circostanza rilevata può sconsigliare l'adozione di un regolatore particolarmente non adatto.

Le influenze delle usure e dei «giochi» sul funzionamento si possono probabilmente «riprendere» in un regolatore dinamometrico, così come si correggono e si recuperano le usure in diversi organi di altri meccanismi similari.

Dubita l'Ing. Calzoni che l'indice delle variazioni dei momenti torcenti abbia sufficiente energia e specialmente, tanto questo elemento, come le sensibilità possano riuscire deficienti «in prossimità dello zero» (marcia a vuoto) grande essendo l'ampiezza dell'escursione dell'indice in un regolatore dinamometrico, a differenza che nel tachimetrico. È questa certamente una caratteristica che esige uno studio speciale, che può anche rivelare difficoltà pratiche notevoli; tuttavia si può osservare che anche per condurre un alternatore a vuoto il momento torcente può non essere tanto prossimo a zero mentre poi non sempre l'ampiezza del campo d'azione di un apparecchio è dannosa, più facile essendo in tal caso il conseguimento dell'elemento precisione. Con pressioni idrostatiche poi l'energia necessaria si può ottenere facendole agire sopra superfici relativamente ampie, il che è quasi sempre fattibile.

(Ricordiamo per quel che può valere, come negli impianti di bordo numerosissimi regolatori Bayle (di tipo realmente preventuale, dinamometrico, a molla) controllano correttamente la distribuzione dei gruppi elettrogeni, alimentati sovente dalla «calderina» che fra i generatori di vapore non è esemplare per regolarità e costanza di pressione).

Un rilievo incidentale mi sembra voglia essere considerato: «il rapporto — ricorda l'Ing. Calzoni — fra momento torcente corrispondente alla massima potenza e quello corrispondente alla marcia a vuoto è ben lungi dall'essere un numero costante, ma varia invece colle caratteristiche della turbina». Poichè la variazione di tale rapporto segue una certa legge traducibile in una certa curva, non può il modo cinematico della trasmissione fra l'«indice» e il servomotore tenerne conto? così come è necessario tenere in conto implicitamente la differenza del rendimento ai diversi carichi?

Sullo schema, due obiezioni di carattere pratico: la possibilità delle perdite di fluido e della reversibilità delle indicazioni, sulla quale l'Ing. Calzoni chiede lo si voglia illuminare. Sono lieto di poterlo fare, allegando non una induzione, ma un fatto; un risultato

Particolare del giunto idraulico

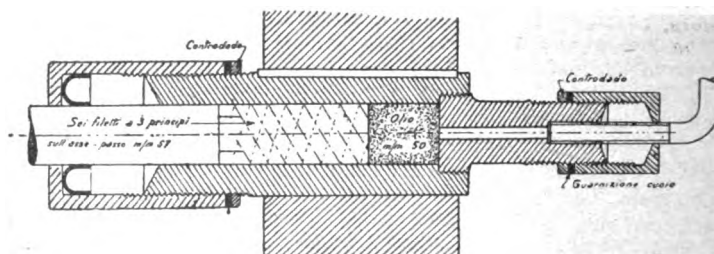


Fig. 2.

cioè d'esperienza. La stessa obiezione essendomi prospettata nel descrivere lo schema, ho voluto applicare a un gruppo motore-dinamo il modo proposto di misura del momento torcente: ecco nello schizzo qui riportato lo schema della disposizione.

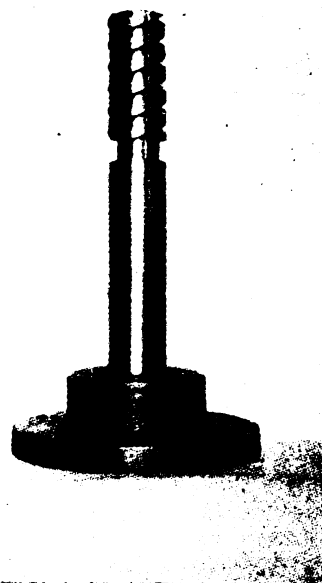


Fig. 3.

Il motore è da 6 cav. 500 V, 1000 giri. La dinamo 220 V, 5 Amp. Accoppiamento per ruote dentate 1/1 adottato allo scopo di ridurre la lunghezza del foro nell'albero. Cuscinetti di legno. Cattivi risultati

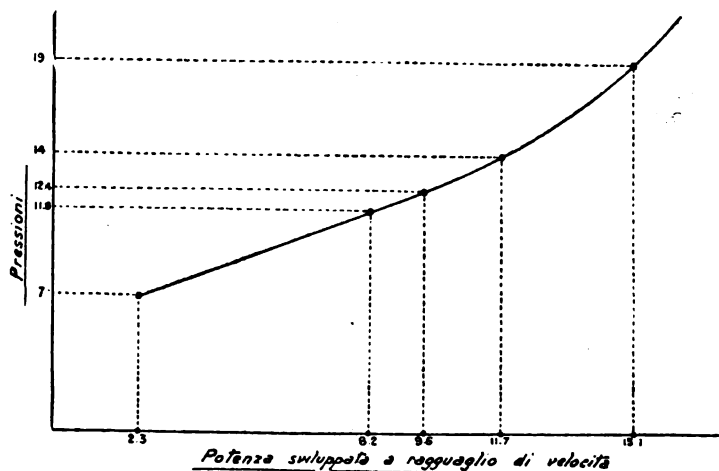


Fig. 4.

si ebbero con una guarnizione comune a treccia grassata: ben diversi dopo la sostituzione — come è riportata sullo schizzo — di un anello di cuoio; la «chiavetta elcoidale» è qui costituita da sei fletti a tre principi (vedasi anche fotografia del tratto filettato) a forte passo:

i punti rilevati alle prove stanno abbastanza bene sopra una curva; la curva fu seguita dall'indicatore di pressione nei due sensi, cioè il dinamometro ritorna alla posizione corrispondente al minore momento di torsione (dopo averne segnato uno più grande) inseguito a distacco parziale o totale di carico. Non con la prontezza desiderabile, però, (2 1/2 a 3'') il che forse si può attribuire alla elasticità della guarnizione anolare e alla eccessiva capacità della camera del premitecchio sostituito, nonché alla laminazione dell'olio attraverso la filettatura, ché se questa prontezza non fosse migliorabile, il sistema sarebbe per tale difetto, da scartare. Perdite sì, dalle guarnizioni; nessuna del premitecchio che connette la parte fissa del tubo manometrico alla parte rotante. Conseguenze che se si adottasse un recipiente « elastico stagno » cilindro di lamiera corrugata, serbatoio lenticolare deformabile, o, nell'esperimento, cilindro di cuoio le perdite forse si potrebbero evitare.

Non mi sento in grado di trarre conclusioni: il mio scritto era pieno di prudenti riserve sull'applicabilità del metodo e sulla « resistenza al cimento della prova pratica ». Poiché alcune delle obiezioni fatte da una così specifica competenza sembrano superabili, qualcuno dei dubbi si è mitigato dopo la critica.

Evidentemente, poiché scopo della regolazione è il controllo della velocità, l'agire, anziché su questa, su i suoi fattori è metodo meno diretto che quello correttivo; resta a vedere se a ciò si possa trovare compenso nel vantaggio dell'intervento meglio tempestivo.

E questo è compito dell'esperienza industriale, mentre sembra che chi studia non debba tenere inespresa un'idea che — se basata, s'intende, su principi rigorosamente esatti — può essere lo spunto di nuove ricerche in un campo in cui le colonne d'Ercole non devono né possono esistere.

Genova, 12 novembre 1923.

A. ALBERTAZZI.

:: SUNTI E SOMMARI ::

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

A. PALM — I tubi a vuoto e la misura del valore massimo di tensioni alternate. (Zeitschrift für technische Physik, 1923, pag. 233 e seg.).

Nelle prove di rigidità dielettrica degli isolanti, la sollecitazione che tende a perforarli è proporzionale al valore massimo dell'onda di tensione applicata. Questo fatto è noto da molto tempo, ma la difficoltà di misurare esattamente, durante le suddette prove, i valori massimi di un'onda di tensione ha indotto all'uso di altri metodi di misura, come il confronto preventivo delle indicazioni dei voltmetri con quelle di spinterometri, ecc. Però, soprattutto per grandi macchinari, si possono, nella prova, verificare notevoli variazioni nella forma dell'onda con conseguenti inaspettate perforazioni. E d'altronde eseguire, durante le prove di macchinario, misure con lo spinterometro a sfere, non sempre è consigliabile, perché così il macchinario stesso verrebbe ad essere assoggettato alle sollecitazioni supplementari dovute alla scarica nello spinterometro.

Fra i metodi proposti per determinare i valori massimi della tensione durante le prove di rigidità dielettrica, senza assoggettare a sforzi supplementari gli apparecchi in prova, è notevole quello mediante valvola ionica, voltmetro e condensatore, dovuto al Dott. Clayton H. Sharpe e descritto da B. J. Craighead nella General Electric Review del febbraio 1919.

Il Dott. A. Palm, invece, ha cercato di utilizzare, per questo genere di misure, la proprietà, che presentano i tubi a vuoto, di avere una determinata tensione di luminescenza (« Glimmspannung »). Teoricamente, per elettrodi di certe dimensioni e per un dato gas ad una certa pressione, l'inizio della luminescenza dovrebbe verificarsi sempre per una unica differenza di potenziale fra gli elettrodi, indipendentemente dal modo di variare con il tempo della tensione applicata; ma l'esperienza ha dimostrato che spesso intervengono grandi deviazioni da questo caso ideale.

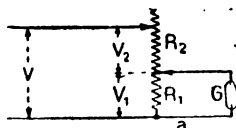


Fig. 1.

Scopo dello studio è stato quello di ricercare le condizioni nelle quali esso caso ideale può verificarsi. Dopo molte serie di delicatissime esperienze eseguite con vari metodi, con frequenze da 10 a 10⁶ periodi e con varie forme di tubi, l'A. è arrivato alla conclusione, che si possono effettivamente costruire dei tubi a vuoto la cui tensione di luminescenza sia unica, costante col tempo, indipendente dalle influenze esterne, dalla forma della curva, dalla frequenza e dalla temperatura.

Questi tubi che potremo chiamare « campioni » devono essere completamente stagni; è consigliabile l'impiego di gas inerti e particolarmente di una miscela di Neon (75 %) e di Elio (25 %) ad una determinata pressione, variabile con le dimensioni. L'impiego di que-

sti gas permette di scoprire la più piccola imperfezione nella tenuta, perché anche una minima traccia di aria innalza considerevolmente la tensione di luminescenza. Lo stesso succede se il tubo non è stato pulito bene, prima del riempimento con i gas. Le prove migliori si sono avute con elettrodi di alluminio cilindrici e coassiali, di raggio rispettivamente di 10 e 14 mm e in cui la pressione del gas era di 12 mm di mercurio.

Con i tubi campione le misure del valore massimo di tensione alternate si possono fare mediante dispositivi potenziometrici di cui la fig. 1 dà lo schema. In essa è indicato con G il tubo a vuoto, la cui tensione di luminescenza sia V_v ; il valore massimo della tensione da misurare sia V .

Si ha ovviamente:

$$V = V_v \cdot \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right) \quad (1)$$

Si diminuisca, ora, la resistenza R_2 finché nel tubo G comincino gli effluvi, finché cioè sia $V_v = V_v$. Allora si ha la relazione

$$V = V_v \cdot \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right) \quad (2)$$

L'unica variabile è la resistenza R_2 che dà, quindi, una misura diretta del valore massimo cercato V .

Le equazioni (1) e (2) valgono solo fino all'inizio degli effluvi, perché, subito dopo, parallelamente alla resistenza R_1 circola una corrente, la quale può servire in molti modi come segnale che è stato raggiunto il giusto valore di R_2 . All'uopo si può valersi direttamente del fenomeno luminoso stesso, che accompagna l'effluvio; oppure si può inserire in α un amperometro sensibile, o un telefono, o infine inserire un voltmetro agli estremi di R_1 e determinare il momento in cui le sue indicazioni diminuiscono, per effetto appunto della corrente in G.

In luogo delle resistenze R_1 ed R_2 si possono adoperare dei condensatori, e allora lo schema è rappresentato nella fig. 2.

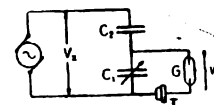


Fig. 2.

I condensatori C_1 e C_2 hanno delle capacità da 10² a 10⁴ cm; C_1 è regolabile; T è un telefono. Se C_1 è un condensatore a manovella, si può scrivere

$$C_1 = a \alpha \quad (3)$$

dove α è una costante e α è l'angolo di rotazione. La relazione (2), si trasforma nella

$$V_x = V_v \left(\frac{C_2}{C_1} + 1 \right) = a_1 \alpha + a_2 \quad (4)$$

dove a_1 e a_2 sono costanti.

Il condensatore C_1 può essere provvisto di una scala in volt, invece che di una scala in gradi, e allora vi si può leggere direttamente la tensione V_x cercata, nel momento in cui il telefono T segnala l'inizio degli effluvi, sia che si mantenga V_x costante e si vari C_1 , sia viceversa che si lasci fisso C_1 ad un dato valore desiderato e si innalzi la tensione di V_x gradatamente.

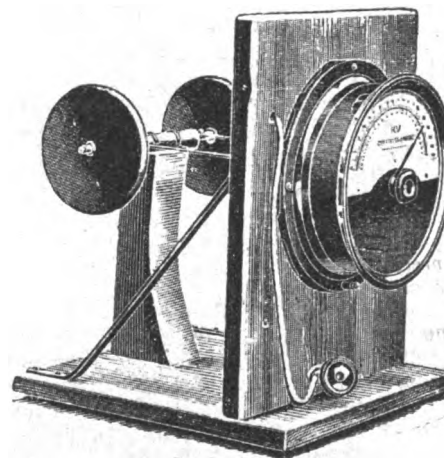


Fig. 3.

Per misure fra un conduttore ad alta tensione e la terra si adoperano ancora i condensatori con uno schema uguale a quello di fig. 2; naturalmente C_1 , T e G si mettono verso terra e allora il condensatore C_2 deve poter sopportare l'intera tensione. Per misure fra due conduttori ad alta tensione, tutto deve essere isolato; il condensatore

C, si può regolare a distanza mediante un fioretto, e il telefono può essere collegato a un tubo isolante, come quelli per telefoni ad alta tensione. La fig. 3 rappresenta un apparecchio per misure da 0.6 a 40 kV; la scala del condensatore variabile è ben ampia, e visibile da lontano.

Questo sistema di misura, come detto, è praticamente indipendente dalla frequenza e si presta quindi benissimo alle misure radio-telegrafiche; invece i risultati non sono esatissimi quando la tensione ha carattere di un impulso unico, come nel caso di un'onda di sovratensione. Però anche in questo caso il metodo può servire, nel senso di determinare entro quali limiti essa sovratensione si sia verificata. Se ad es. si inserisce su una rete a 10 kV, un tubo con dispositivo potenziometrico regolato in modo da cominciare a funzionare a 40 kV di tensione massima: esso sarà sensibile solo a sovratensioni di valore superiore a 40 kV. Mediante un relais e un apparecchio registratore si potrà sapere se e quando il tubo ha funzionato a ricavarne utili dati sulle sovratensioni e gli eventuali altri fenomeni concomitanti verificatisi nella rete. Si possono anche installare vari tubi regolati, ad es., uno per 30 kV, un altro per 40 kV, un terzo per 50 kV di tensione massima, ecc., e, dal loro funzionamento parziale, determinare appunto entro quali valori si è verificata la sovratensione.

a. d. v.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

L. JULLIEN — Il nuovo impianto radiotelefonico della Torre Eiffel.
(L'onde elect., agosto 1923, N. 20, anno 2°, pag. 437).

L'A. descrive la nuova installazione radiotelefonica della Torre Eiffel. La più importante novità introdotta consiste nell'adozione del

pletato dai due cilindri coassiali O, P, di rame rosso, che costituiscono l'anodo e fra i quali circola l'acqua di refrigerazione. Le varie parti sono collegate da giunti metallici a pressatrecce munite di guarnizioni di caoutchouc speciale.

Due pompe per il vuoto, una preparatoria ed una molecolare, disposte in serie, sono in permanenza connesse alla base C del triodo. La pompa preparatoria (fig. 2), immersa, per ragioni di tenuta e di refrigerazione, in una cassa di olio, può realizzare un vuoto di 1/50 di mm di mercurio. Essa è costituita da un rotore cilindrico C alloggiato in un tubo T ed in contatto con esso secondo una generatrice; due alette V_1 e V_2 , costantemente sospinte verso l'esterno dalla molla R ed aventi la esatta lunghezza del cilindro e del tubo, dividono il corpo di pompa in due parti nelle quali, durante il moto, si realizzano rispettivamente l'aspirazione (a sinistra) e la compressione (a destra). Due flangie terminali, una valvola S ed un motorino completano l'apparecchio.

Nella pompa molecolare (fig. 3) il cilindro rotore costituisce la parete mobile di due lunghi tubi elicoidali, a sezione decrescente, completati dal cilindro fisso la cui superficie interna è opportunamente conformata. Le molecole di aria si incanalano in questi due tubi e, per attrito, sono evacuate. Il cilindro mobile è azionato a 4500 giri da un motorino asincrono il cui rotore H, protetto dalla scatola K di metallo ad alta resistenza elettrica, gira nel vuoto.

Nell'impianto della Torre Eiffel, il triodo di Holweck, alimentato a 5000 V, è collegato direttamente all'antenna e, in ottime condizioni di rendimento (circa l'80 %), può fornire ad essa intorno ad 8 kW di potenza oscillatoria. La sua eccitazione è indipendente; a tal uopo il circuito di griglia è collegato, mediante un accoppiamento induttivo variabile, ad un circuito oscillante al quale due triodi Neuron, alimentati anch'essi a 5000 V, possono fornire circa 1 kW di

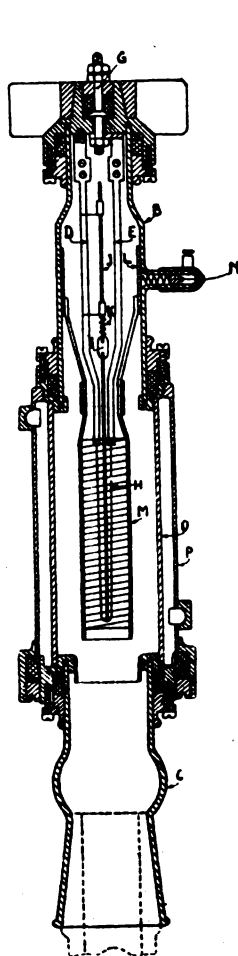


Fig. 1.

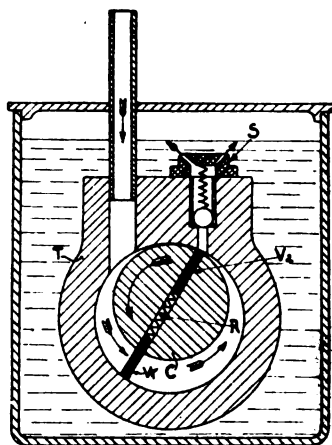


Fig. 2.

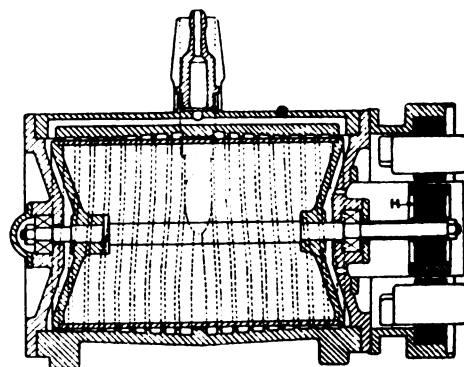


Fig. 3.

I - TRIODO HOLWECK.
II - TRIODI DI ECCITAZIONE.
III - TRIODI MODULATORI.
IV, V - TRIODI AMPLIFICATORI.
L - INDUTTANZA DI ANTENNA.
C - CONDENSATORE DI ANTENNA.
L' - INDUTTANZA PER LE CARICHE STATICHE DELL'ANTENNA.
C₁, C₂, C₃ - CONDENSATORI DI PROTEZIONE DELLA GENERATRICE A 5000 VOLT.

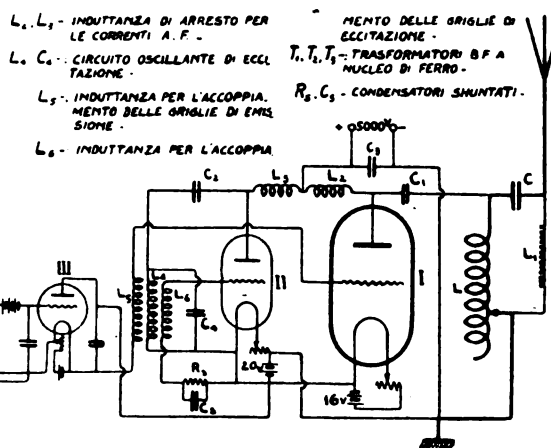


Fig. 4.

triodo smontabile di Holweck, del quale la fig. 1 mostra una sezione longitudinale. Il filamento H, di tungsteno, lungo 36 cm., è costituito da due V alimentati in parallelo, è sostenuto da due supporti metallici D ed E ed è mantenuto teso da uno stelo di molibdeno J, interrotto al centro da un isolatore I e spinto in basso dalla molla K. Uno dei due supporti è connesso direttamente alla testa metallica del triodo, la quale è munita di alette per facilitare la irradiazione del calore; l'altro è collegato invece al perno isolato G. La griglia M è costituita da un filo di molibdeno avvolto ad elica (diametro 1,8 cm.; passo 0,3 cm.); è sostenuta da tiranti collegati per mezzo di due anelli terminali ed è mantenuta a posto dal collare L che si adatta a sfregamento dolce nella parte B del triodo. Questa parte, così come la base C, è in vetro; una protuberanza tubolare vi permette il passaggio della connessione elettrica N della griglia. L'involucro è com-

pletato dai due cilindri coassiali O, P, di rame rosso, che costituiscono l'anodo e fra i quali circola l'acqua di refrigerazione. Le varie parti sono collegate da giunti metallici a pressatrecce munite di guarnizioni di caoutchouc speciale.

Due pompe per il vuoto, una preparatoria ed una molecolare, disposte in serie, sono in permanenza connesse alla base C del triodo. La pompa preparatoria (fig. 2), immersa, per ragioni di tenuta e di refrigerazione, in una cassa di olio, può realizzare un vuoto di 1/50 di mm di mercurio. Essa è costituita da un rotore cilindrico C alloggiato in un tubo T ed in contatto con esso secondo una generatrice; due alette V_1 e V_2 , costantemente sospinte verso l'esterno dalla molla R ed aventi la esatta lunghezza del cilindro e del tubo, dividono il corpo di pompa in due parti nelle quali, durante il moto, si realizzano rispettivamente l'aspirazione (a sinistra) e la compressione (a destra). Due flangie terminali, una valvola S ed un motorino completano l'apparecchio.

Nella pompa molecolare (fig. 3) il cilindro rotore costituisce la parete mobile di due lunghi tubi elicoidali, a sezione decrescente, completati dal cilindro fisso la cui superficie interna è opportunamente conformata. Le molecole di aria si incanalano in questi due tubi e, per attrito, sono evacuate. Il cilindro mobile è azionato a 4500 giri da un motorino asincrono il cui rotore H, protetto dalla scatola K di metallo ad alta resistenza elettrica, gira nel vuoto.

Nell'impianto della Torre Eiffel, il triodo di Holweck, alimentato a 5000 V, è collegato direttamente all'antenna e, in ottime condizioni di rendimento (circa l'80 %), può fornire ad essa intorno ad 8 kW di potenza oscillatoria. La sua eccitazione è indipendente; a tal uopo il circuito di griglia è collegato, mediante un accoppiamento induttivo variabile, ad un circuito oscillante al quale due triodi Neuron, alimentati anch'essi a 5000 V, possono fornire circa 1 kW di

U. Ru.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benefici della Associazione.

CRONACA

Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Il giorno 3 dicembre si è riunito a Parigi il Consiglio della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Erano presenti i Signori:

Mailloux (Stati Uniti), Presidente; Crompton e Le Maistre (Inghilterra), Segretari onorario e effettivo; Barbagelata e Semenza (Italia); Boucherot, Brilinski, Duval e Janet (Francia); Hunter (Inghilterra); Artigas e Morillo (Spagna); De Bast, Gerard e Uytbork (Belgio); Landry (Svizzera); Collette e Feldmann (Olanda); Angelo (Danimarca) e Chatalein (Russia).

Dopo il discorso di commiato del Presidente Mailloux e la relazione generale del Segretario onorario Crompton, si addivenne alla elezione del Presidente per il nuovo biennio e, su proposta del Prof. Feldmann, a cui si associarono i Proff. Landry e Boucherot, fu acclamato Presidente l'Ing. Guido Semenza.

Dopo che l'Ing. Semenza ebbe assunta la Presidenza, si passò alla discussione di due proposte intese ad accelerare il ritmo dei lavori della Commissione internazionale. Entrambe le proposte furono approvate dopo ampia discussione, nei seguenti termini:

1. — Viene creato un Comitato d'azione per eseguire le decisioni del Consiglio, assecondare i lavori della Segreteria permanente e coordinare quelli dei Comitati nazionali e dei Comitati di studio.

Il Comitato d'azione sarà costituito dal Presidente in carica, dal Presidente precedente e da tre membri scelti di volta in volta dal Presidente fra i Vice-Presidenti (che sono poi i Presidenti dei Comitati nazionali) o fra i delegati ai vari Comitati di studio. Apparterranno inoltre d'ufficio al Comitato d'azione il Segretario onorario ed il Segretario effettivo.

Il Comitato d'azione si riunirà ogni qual volta sarà necessario e i suoi lavori saranno comunicati ai Comitati nazionali e sottoposti all'approvazione del Consiglio ad ognuna delle sue riunioni.

2. — Quando un Comitato di studi abbia completato un rapporto e presentate conclusioni sopra un argomento qualsiasi, e quando non sia imminente alcuna riunione plenaria della Commissione, il Presidente è autorizzato ad adottare la seguente procedura: Egli farà sottoporre le conclusioni del Comitato di studi a tutti i Comitati nazionali, dando ad essi sei mesi di tempo per rispondere se approvano di pubblicare le conclusioni stesse come decisioni della Commissione internazionale. Se tutti i Comitati nazionali daranno la loro approvazione, sia in modo espresso, sia non rispondendo nel periodo di tempo prescritto, il Comitato d'azione potrà autorizzare provvisoriamente la pubblicazione delle suddette decisioni come decisioni della Commissione, conformemente all'art. 5 dello Statuto.

Il Consiglio si è occupato quindi di alcune proposte secondarie relative alla nomenclatura concernente le radio-trasmissioni, per la quale la Commissione dovrebbe fare opera in accordo con le Commissioni governative dei Paesi interalleati e per i motori di trazione di cui i Comitati nazionali saranno invitati ad occuparsi al più presto.

Su proposta del Presidente Semenza, il Dott. Mailloux fu acclamato Presidente onorario della Commissione.

Nessuna deliberazione fu presa in merito alle future riunioni della Commissione, mentre fu deciso di sottoporre a referendum fra i Comitati nazionali la opportunità di tenere un Congresso internazionale delle Applicazioni elettriche a Bruxelles nel 1925.

Infine furono ammessi a far parte della C. E. I. i nuovi Comitati elettrotecnici nazionali della Ceco Slovacchia, della Polonia e dell'Ungheria.

* *

CONCORSI.

Concorso internazionale ad un premio di lire sterline 1000 per una locomotiva con batteria ad accumulatori elettrici. — Il tenente colonnello G. R. Lane Fox, M. P. Segretario per le Miniere della Gran Bretagna, annuncia che, allo scopo di incoraggiare la costruzione di un tipo sicuro e pratico di locomotiva con batterie ad accumulatori elettrici (*electrical storage-battery locomotive*) da servire nelle gallerie sotterranee delle miniere di carbone, e nell'intento di por fine all'impiego dei cavalli nelle miniere profonde e calde, il signor Carlo Markham, direttore di miniere, di Ringwood Hall, Chesterfield, ha messo a sua disposizione la somma di mille lire sterline da assegnarsi come premio per il miglior vincolo che risponda a certe date condizioni.

I signori J. A. B. Horsley (R. Ispettore elettrico delle miniere), Sidney Bates (Collegio degli ingegneri minerari), Roslyn Holiday (Associazione mineraria della Gran Bretagna), Roger Smith (Collegio degli ingegneri elettrotecnici) e Herbert Smith (Presidente della Federazione dei minatori della Gran Bretagna) hanno acconsentito a far parte della Commissione giudicatrice ed hanno fissato le norme per il concorso.

Il concorso è stato aperto il 1° ottobre 1923. Potranno prendervi parte fabbricanti di qualsiasi nazionalità; esso si chiuderà nel giorno che sarà fissato dalla Commissione giudicatrice, ma non prima che siano trascorsi sei mesi dalla data dell'apertura. Saranno successivamente eseguite, in Inghilterra le prove di tutti i veicoli che verranno prescelti dalla Commissione.

Per aver copia delle norme che regolano il concorso, rivolgersi al signor A. M. Clegg, Secretary, Electrical Storage Battery Locomotive Competition, Mines Department, Dean Stanley Street London S.V.S.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Regolamenti in vigore in alcuni Paesi per la diffusione della radiotelegrafia. — Negli Stati Uniti i permessi di impianto di posti di emissione si accordano soltanto ai cittadini della Confederazione o di territori da essa dipendenti. Tali licenze si dividono in tre categorie: 1) impianti speciali per dilettanti (indicati convenzionalmente come impianti Z); 2) impianti generici per dilettanti; 3) impianti per dilettanti, ma soggetti a determinate restrizioni (*restricted*) in ragione della loro vicinanza ad un qualsivoglia impianto governativo. Oltre a codeste tre classi vengono autorizzati quelli della classe X a scopo sperimentale e per incoraggiare le ricerche, e quelli della classe Y per le scuole e le università. Gli impianti Z non possono usare lunghezze d'onda superiori ai 375 m; i posti generici per dilettanti, purché si trovino ad una distanza di 8 chilometri almeno da una stazione r. t., sono autorizzati a mettere nell'antenna una potenza di 1 kW, usando però onde non più lunghe di 200 m. Gli impianti della categoria *restricted* non possono usare più di 1/2 kW di potenza, ed onde che non oltrepassino i 200 m. L'autorizzazione per l'esercizio degli impianti della seconda categoria si accorda soltanto a coloro che abbiano compiuto due anni almeno di esperienze nella radiotelegrafia. Per gli impianti di ricezione non è obbligatoria alcuna licenza, nè si è tenuti a pagare diritti o tasse di sorta.

L'Inghilterra, traendo profitto dall'esperienza acquistata coll'osservare quanto si è fatto in materia al di là dell'Atlantico, ha emanato disposizioni più tardive ma molto meno liberali di quelle degli Stati Uniti. Il Governo ha decretato che la radiotelegrafia rimanga suo monopolio esclusivo ed ha imposto ai dilettanti severe restrizioni di carattere amministrativo e fiscale. I dilettanti hanno a loro disposizione una gamma di onde rigorosamente limitata fra i 350 ed i 425 metri, ed è inoltre imposto un particolare limite insormontabile di potenza a quegli impianti di trasmissione i quali distino meno di 3 chilometri da una stazione r. t. I dilettanti pagano per la licenza loro concessa 10 scellini dei quali la metà va a profitto dello Stato e l'altra metà alla Compagnia esercente e cioè alla «Broadcasting Company»; i costruttori dal canto loro sono obbligati ad apporre sugli apparecchi delle targhette il cui costo varia da scellini 7,6 a sterline 2 e 1/2 secondo l'importanza dell'apparecchio. È altresì limitato l'impiego della reazione, per evitare la comparsa di onde perturbatrici negli altri circuiti ricevitori.

In Francia non esiste ancora nessuna legge la quale disciplini l'uso della telegrafia senza fili perciò le misure prese dalle autorità competenti dinotano incertezze e disparità di dottrina assai curiose. Questo ritardo d'intervento da parte del Governo ha fatto diffondere considerevolmente gli impianti a onde medie senza che nessuno abbia mai imposto ai costruttori di tener presente la possibilità di ottenere, con lievi adattamenti degli stessi apparati, ricezioni a onde brevi che in un avvenire non lontano potrebbero essere prescritte a tutti. S'invoca quindi l'urgente bisogno di una legge capace di conciliare gli interessi dei costruttori e quelli dei dilettanti, ed intanto alcuni (probabilmente la maggior parte dei dilettanti di provincia) sono del parere che solamente l'uso delle onde lunghe potrà consentire di raggiungere portate ragguardevoli. (*L'Industrie Electrique*, 25 febbraio 1923, vol. 32, pag. 73).

A. Me.

*

Formule di propagazione delle onde radio. — Nel numero di settembre 1923 de «L'Onde Électrique», L. Austin riassume lo stato attuale delle cognizioni sulla propagazione delle onde a grande distanza. Dopo aver ricordato che la trattazione analitica fatta da G. N. Watson, nell'ipotesi dell'esistenza dello strato di Heavyside, conduce ad introdurre nell'espressione del campo elettrico un coefficiente esponenziale di attenuazione analogo a quello contenuto nella ben nota formula semi-empirica.

$$E = 120 \pi \frac{h I}{\gamma d} e^{-0,0015 \frac{d}{\lambda}}$$

dice che, per distanze superiori ai 6000 km, non potendo più supporre con sufficiente approssimazione che la terra sia piana, occorre sostituire, nel denominatore, $R \sin \gamma$ a d . Il significato dei simboli e le unità di misura sono:

E = volt per metro,

λ = lunghezza d'onda in km,

d = distanza in km,

I = intensità della corrente di emissione in ampere,

R = raggio della terra in km,

γ = angolo al centro della terra fra i raggi passanti per i punti di emissione e ricezione.

Misure effettuate a scopo di verifica da differenti osservatori hanno fornito le seguenti medie per i rapporti fra i valori di campo elettrico osservati e quelli calcolati in base alla formula su riportata:

G. W. Pickard a Seabrook (Stati Uniti); Nauen 1,0, '51 1 xnaeaprog
J. L. Eckersley a Chelmsford (Inghilterra); New Brunswick 1,89,
Marion 1, 82, Tuckerton 1,81.

G. Vallauri a Livorno; Annapolis 10,7.

C. R. Englund a Cliffwood (Stati Uniti); Nauen 2,2.

L. Austin a Washington; Nauen 2,0, Bordeaux 2,3.

Questi risultati sono stati ottenuti sperimentando su onde comprese fra 10 e 25 km. Per onde più corte e per distanze assai inferiori si è trovata in America una concordanza quasi perfetta fra i valori misurati e quelli previsti.

L'Austin conclude perciò che, mentre per distanze uguali od inferiori a 6000 ÷ 7000 km la sua formula può considerarsi convenientemente verificata, le misure di Vallauri e quelle effettuate durante la crociera dell'Aldebaran nell'Oceano Indiano mostrano che altrettanto non può dirsi per distanze superiori e che quindi sarebbe del massimo interesse effettuare al riguardo ulteriori esperienze sistematiche che permettano di disporre di una più ricca serie di dati sperimentali.

Risponde in parte al desiderio espresso dall'Austin la serie di esperienze delle quali P. J. Edmunds dà un resoconto nel n. 2361 (17-VIII-1923) di *The Electrician*. Nella stazione di Karachi, in India, egli ha effettuato misure sulle emissioni dei principali centri r. t. europei ricevendo sopra un aereo a telaio queste emissioni e quelle di una piccola stazione ausiliaria situata a circa 100 m. A lunghezze di onda ed intensità di ricezione eguali, un calcolo assai semplice permette di ottenere il valore del campo elettrico prodotto dalla stazione in esame.

I risultati ottenuti sono raccolti nella tabella 1.

STAZIONE	LUNGHEZZA D'ONDA IN METRI	DISTANZA DA KARACHI (PER CIRCOLO LO MASSIMO) IN KM	COEFFICIENTE DI EFFICACIA	POTENZA IRRADIATA IN KW	INTENSITA' DEL CAMPO ELETTRICO CALCOLATA COLLA FORMULA DI AUSTIN IN MV/M	INTENSITA' DEL CAMPO ELETTRICO MISURATA IN MV/M
S ^{ASSISE} UFT	14 300	6 140	85 000	70	33	70
LYON YN	15 100	5 900	37 500	10	16	27
LEAFIELD GBL	12 300	6 410	18 000	3,4	5,5	14
CARNARVON MUU	14 800	6 580	27 000	5,1	7,7	17
ROMA IDO	10 700	5 230	20 000	5,3	12,2	20
BORDEAUX LY	23 400	6 430	81 000	19	27	68

Le osservazioni sono state effettuate fra le ore 6 e 10 T. M. G., intervallo che corrisponde alla prima parte di giorno su l'intero percorso delle onde e che è il solo durante il quale i fenomeni si manifestano in modo abbastanza regolare. Come può rilevarsi, i valori dei rapporti fra l'intensità di campo elettrico osservata e quella calcolata oscillano fra 2 e 3, in sensibile accordo con i risultati ottenuti da altri sperimentatori su onde e per distanze analoghe. Poiché in seguito alle misure effettuate dall'incrociatore francese *Aldebaran* durante la sua crociera nell'Oceano Indiano l'Austin aveva avanzato l'ipotesi che la discrepanza fra il valore del campo misurato e quello osservato fosse in parte dovuta ad una specie di potere concentrativo del Mar Rosso, l'Edmunds ha costantemente osservato la direzione di provenienza delle onde ed ha constatato che (sempre fra le 6 e le 10 T. M. G.) essa coincideva quasi perfettamente con il rilevamento geografico della stazione emittente. Stabilito con ciò che le onde ricevute passano assai al nord del mar Rosso l'A. esprime il parere che la discrepanza di cui sopra sia piuttosto dovuta al fatto che il potere assorbente di superfici nettamente cattive conduttrici, quali i deserti, è minore di quello delle regioni fertili, mediocrementemente conduttrici.

Osservazioni sono anche state effettuate su impianti Americani; per quello di Long Island si è trovato ad esempio $\frac{E_{oss}}{E_{calc}} \sim 4$, ma, poiché in metà del percorso delle onde era notte, l'Edmunds non ritiene che l'intensità di campo così misurata possa essere considerata normale.

L'A. ha effettuato anche interessanti osservazioni sugli effetti degli atmosferici sfruttando del fatto che in India essi presentano una notevole regolarità nei due periodi che vanno da ottobre a marzo (periodo invernale durante il quale i disturbi sono generalmente deboli) e da maggio ad agosto (periodo dei monsoni). In base a queste osservazioni egli ha costruito i diagrammi della fig. 1 nella quale sono riportati, per i periodi sopracitati e per i due tipi di manipolazione impiegata (ordinaria e rapida) i valori di campo elettrico necessari a Karachi per potere ricevere durante una più o meno importante frazione del giorno.

Per mezzo di tale diagramma possono esser facilmente calcolati i valori dei coefficienti di efficacia (hI) dei vari impianti trasmettenti

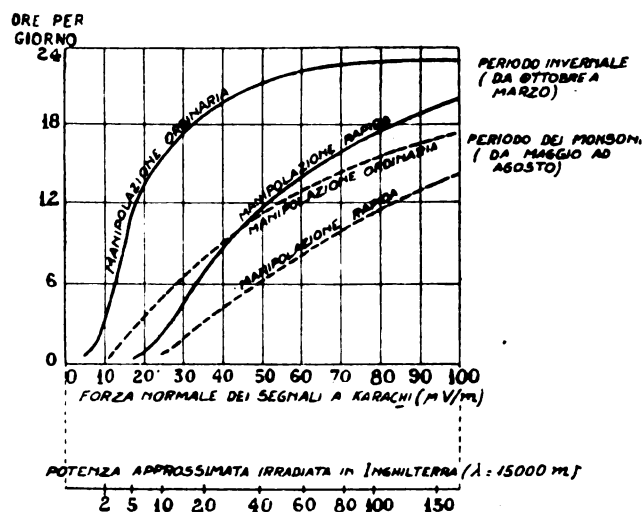


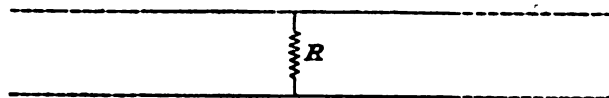
Fig. 1.

a seconda dei tipi di servizio da disimpegnare (continuo o intermittente) e quindi anche (conoscendo le resistenze di aereo ed i rendimenti) le varie potenze da mettere in giuoco.

U. Ru.

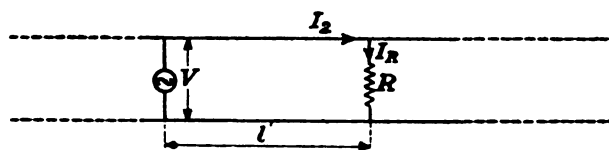
*

Reazione della corrente di un'antenna ricevitrice sul campo elettromagnetico che l'ha prodotta. — In una delle sue periodiche note di radiotelegrafia il Howe (*The El.* 13 luglio 1923, vol. 91, n. 2356, pag. 28), ritorna su di un equivoco ancora oggi non del tutto dissipato. La domanda si può porre così: «Conoscendo l'intensità del campo elettromagnetico prodotto in un dato punto da un'onda radio, si può calcolare per un dato aereo collocato in quel punto la f. e. m. indotta e la corrente da essa generata. Ma questa corrente modifica a sua volta il campo elettromagnetico, che non sarà quindi più quel medesimo che è stato messo a calcolo al principio. E allora il calcolo stesso è valido?».



-Fig. 1-

La risposta è stata data da Rùdenberg (*Ann. der Phys.* 1908, volume 25, pag. 446), e si può formulare così: «Il calcolo è valido, purché, nel determinare la corrente generata dalla f. e. m. indotta nell'antenna ricevente, si tenga conto anche della resistenza di radiazione R_i ». In altri termini se E è la f. e. m., che si calcola nell'ipotesi di campo non perturbato, ed R la resistenza totale di antenna esclusa quella di radiazione, la corrente effettivamente indotta sarà (nel caso di risonanza) $I = \frac{E}{R + R_i}$ e quindi anche la potenza effettivamente assorbita dall'antenna RI^2 sarà eguale alla differenza $EI - R_i I^2$ fra la potenza EI che l'antenna assorbirebbe nel caso di campo non perturbato e quella $R_i I^2$ che essa dovrebbe nuovamente irradiare.



-Fig. 2-

Il Howe illustra queste semplici conclusioni teoriche del Rùdenberg mediante un'analogia tratta dal caso delle linee di trasmissione. Si supponga una linea indefinita di impedenza caratteristica Z_0 , nella quale sia inserito in derivazione in un certo punto un circuito di resistenza ohmica R , che rappresenterebbe l'antenna ricevente accordata alla risonanza (fig. 1). Se si introduce nel circuito R una sorgente di f. e. m. E e si misura la corrente I da essa generata si ricava una resistenza del circuito $R + \frac{1}{2} Z_0 = \frac{E}{I}$, in cui $\frac{1}{2} Z_0$ rappresenta l'impedenza risultante dei due rami della linea a destra e a sinistra e corrisponderebbe alla resistenza di radiazione dell'antenna. Se le perdite della linea sono piccole, la impedenza Z_0 si può considerare della natura di una semplice resistenza ohmica.

Se ora supponiamo che a una certa distanza l da R (antenna ri-

cevitrice) agisca sulla linea un generatore di f. e. m. (stazione trasmittente), il quale mantiene quivi una d. d. p. V_1 , si ha che la tensione alla distanza l sarebbe

$$V_l = V_1 e^{-\alpha l}$$

(ove α è la costante di attenuazione), qualora non vi fosse la derivazione R . Ora non si può ammettere che la corrente I , attraverso la R (fig. 2) si possa calcolare dividendo semplicemente V_l per R , ma è facile dimostrare che essa si ottiene dividendo V_l per la resistenza $R + \frac{1}{2} Z_0$.

Infatti la corrente di linea I_l , immediatamente prima della derivazione è data dalla nota formula di trasmissione

$$\frac{V_1}{I_l} = \frac{R Z_0}{R + Z_0} (\cosh \alpha l + \frac{R + Z_0}{R} \sinh \alpha l)$$

e passando ora alla I_n , che è la sola parte di I_l che ci interessa,

$$I_n = \frac{Z_0}{R + Z_0} I_l = \frac{V_1}{R (\cosh \alpha l + \frac{R + Z_0}{R} \sinh \alpha l)} = \frac{V_1}{R (\cosh \alpha l + \sinh \alpha l) + Z_0 \sinh \alpha l}$$

Se si ammette che la distanza l sia così grande da rendere $e^{-\alpha l} \ll e^{\alpha l}$ si può porre

$$\cosh \alpha l = \frac{1}{2} (e^{\alpha l} + e^{-\alpha l}) \sim \frac{1}{2} e^{\alpha l}$$

$$\sinh \alpha l = \frac{1}{2} (e^{\alpha l} - e^{-\alpha l}) \sim \frac{1}{2} e^{\alpha l}$$

e quindi

$$I_n = \frac{V_1 e^{-\alpha l}}{R + \frac{1}{2} Z_0} = \frac{V_c}{R + \frac{1}{2} Z_0}$$

che è quanto volevasi dimostrare. In altri termini la corrente di ricezione I_n si può calcolare in base alla tensione V_c che vi sarebbe sulla linea non perturbata dalla presenza di R , purchè nel calcolo alla R si aggiunga la resistenza (di radiazione) $\frac{1}{2} Z_0$.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

L'elettificazione delle ferrovie nel Messico (E. R. J., 18 novembre 1922, pag. 811). — La General Electric Company ha assunto l'elettificazione della linea ferroviaria a binario unico fra Orizata ed Esperanza, lunga circa 30 km e facente parte dell'Arteria principale del Messico che va da Messico a Vera Cruz e che ha una lunghezza complessiva di circa 410 km. L'elettificazione si rende ivi necessaria sia per il notevole aumento del traffico, sia per le forti pendenze. La linea verrà alimentata con corrente continua a 3.000 V proveniente da un impianto idroelettrico, situato a circa 5 km da Orizata. Verranno messi in servizio dieci locomotori installati di circa 150 tonni, adatti sia per treni passeggeri, sia per treni merci; sotto-stazione automatica, feeder e condutture aeree e tutto l'occorrente per l'impianto completo.

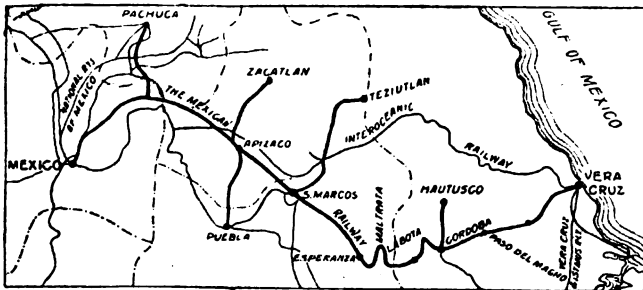


Fig. 1. — L'arteria principale del Messico cui appartiene il tratto ora elettrificato.

L'elettificazione di questo primo tratto verrà in seguito completata con quella di tutta la linea da Messico a Vera Cruz, che raggiunge verso Apigago una altitudine di oltre 2500 m con pendenze del 52,5 %, essendo Vera Cruz al livello del mare. Nel tratto che sarà elettrificato la pendenza si mantiene ordinariamente sul 47 %.

I locomotori che saranno messi in servizio sono del tipo già adottato in parecchie linee Americane (Detroit, Milwaukee-St. Paul e altre).

Per realizzare lo sforzo di trazione necessario, senza superare i 23.000 di peso per asse, ogni unità comprende tre carrelli articolati, invece di due, sempre però disposti sotto un'unica cassa. Ciascuno dei sei assi è direttamente comandato da un motore 1500-3000 V con 3 velocità di corsa normali e una a indebolimento di campo per le piccole. Il ricupero è stato imposto e i locomotori sono equipaggiati per il controllo multiplo. L'interasse rigido massimo è di m. 2,80, la lunghezza totale di m. 15,80.

(a. r.).

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

C. F. ELWELL. — *The Poulsen Arc Generator*. - London - Ernest Benn Ltd, 1923. - Prezzo 18 scellini. - Un volume legato in tela, formato 23×15 cm., di pag. 192 con 150 illustrazioni. Numero medio di parole per pagina di testo 420.

Sebbene insidiato dalla fortuna dei triodi e degli alternatori ad alta frequenza, l'arco Poulsen tiene tuttora un posto assai importante nella tecnica radiotelegrafica. L'Elwell, che forse più di ogni altro ha contribuito alla diffusione degli archi Poulsen nel mondo, ha ora raccolto in questo volume le nozioni più interessanti ad essi relative. Il libro è dedicato a Valdemaro Poulsen, di cui un bel ritratto adorna il frontispizio, e comincia con un riassunto storico e con la teoria dell'arco musicale del Duddell e dell'arco ad alta frequenza del Poulsen, teoria che l'A. svolge secondo le linee tracciate dal Fuller.

Segue l'esposizione dei metodi per progettare i generatori ad arco e specialmente per definire gli elementi del circuito magnetico, della cassa, degli elettrodi. È riportata una ricca descrizione di generatori ad arco già costruiti, a partire dai più antichi e più piccoli, fino ai più moderni e grandiosi. Molte illustrazioni permettono di farsi una idea delle svariate soluzioni costruttive adottate dalle diverse ditte, che si occupano della costruzione degli archi. Sono poi spiegati e discussi i vari metodi di manipolazione ed è dato un cenno, a dir vero un po' troppo breve, sui sistemi a circuiti accoppiati e a circuiti derivati. Segue la descrizione degli apparecchi per la segnalazione e degli altri accessori: reattanze di protezione, dinamo ad alta tensione, quadri, resistenze di avviamento, strumenti di misura, motori per la rotazione del catodo, pompe e ventilatori, apparecchi di controllo, carburanti, ecc. Per la parte ad alta frequenza sono descritte le induttanze di antenna, i condensatori, le chiavi di manipolazione.

Gli ultimi tre capitoli sono dedicati all'applicazione dell'arco Poulsen alla radiotelegrafia, agli usi dell'arco stesso nel dominio delle misure elettriche, e alla descrizione di alcuni impianti fra i più notevoli (Roma San Paolo, Bordeaux Lafayette, Northolt). Il volume si chiude con una ricca bibliografia.

Il libro dell'Elwell è senza dubbio l'opera più completa che sia finora comparsa sul generatore ad arco ed anche la più autorevole, perchè nessuno forse possiede su questo argomento un'esperienza così ricca come quella dell'autore.

L'edizione è veramente di lusso. Per noi italiani è poi motivo di soddisfazione e di gratitudine constatare che così nella prefazione, come nel testo e nella bibliografia, l'A. ha dato giusto rilievo agli importanti contributi apportati in questo campo dai tecnici della nostra Marina.



**Associazione
Elettrotecnica Italiana**

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Il disastro di Gleno.

In occasione dello spaventoso disastro dell'Impianto di Gleno, l'Ufficio centrale ha trasmesso al Prefetto di Brescia il seguente telegramma:

Regio Prefetto — Brescia.

Tutti gli elettrotecnici italiani uniti nella grande famiglia della Associazione Elettrotecnica Italiana costernati immane sciagura premono vivissima parte generale dolore esprimendo Signoria Vostra loro profondo cordoglio per le compiante vittime.

per la Presidenza: Segretario Generale
COMBONI

Il Prefetto rispondeva:

Presidente Ass. Elettrotecnici Italiani — Milano.

Gabinetto a nome popolazioni Vallecamonica prega rendersi interprete presso componenti Associazione sensi vive grazie per atto fraterna affettuosa solidarietà. Ossequi.

Prefetto BOCCHINI.

Siamo certi che l'azione dell'A. E. I. nella luttuosa circostanza non si arresterà a questo scambio di telegrammi. Per parte nostra contiamo di ritornare, appena possibile, sul lato tecnico di un avvenimento che può avere tante e così gravi ripercussioni sullo sviluppo dei nostri impianti idraulici.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI FIRENZE

La sera del 15 ottobre u. s., sono state riprese le riunioni quindicinali di questa sezione. Tema prestabilito per la conversazione era « Gli strumenti elettrici di misura ».

Incomincia l'ing. Guglielmo Sarti col ricordare brevemente le varie fasi per le quali sono passate le aziende fornitrici di energia elettrica per la registrazione del consumo presso gli utenti di energia trifase dal sistema primo del contatore di kWh agli attuali sistemi di misura complessi con contatori e registratori. Rileva, in seguito gli inconvenienti e i vantaggi di ciascun sistema facendo notare come nelle tariffazioni che si basano su diagrammi tracciati da registratori un serio inconveniente derivi, per gli uffici che emettono le fatture, dal dover esaminare grandi lunghezze di carta appartenenti a registratori diversi.

Ricordando poi come, con opportune commutazioni ed inversioni dei circuiti voltmetrici di un wattometro trifase, si possa far indicare a questo la potenza attiva e la potenza reattiva del circuito sul quale è inserito nei vari casi della pratica, passa ad illustrare un wattometro registratore da lui studiato che costituisce un perfezionamento degli attuali registratori della potenza elettrica in un circuito trifase e del fattore di potenza, registrando, su di una stessa zona di carta le due quantità $\sqrt{3} EI \cos \varphi$ e $\sqrt{3} EI \sin \varphi$ in modo che lo strumento fornisce, oltre al diagramma della potenza in funzione del tempo, anche gli elementi per il calcolo del fattore di potenza in corrispondenza a ciascun valore del carico.

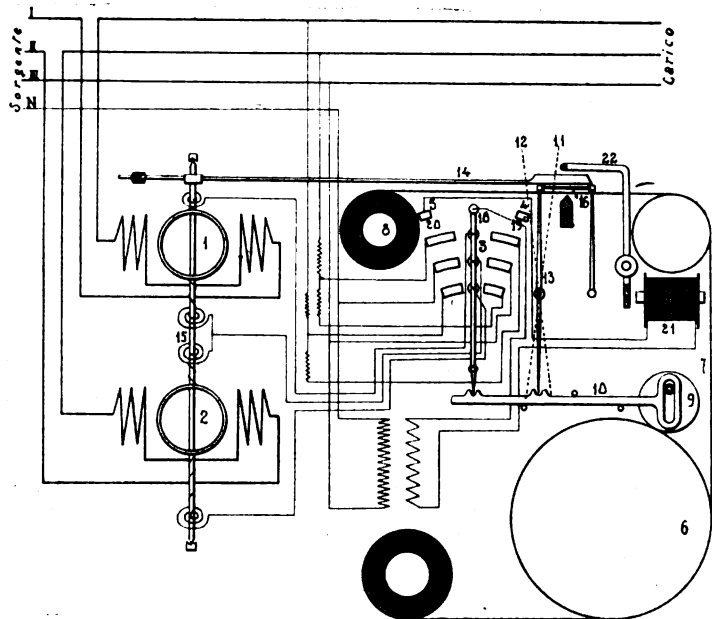


Fig. 1.

L'ing. G. Sarti espone quindi i dettagli del suo apparecchio, che, nello schema della fig. 1 è disposto per la registrazione della potenza attiva e di quella reattiva in un circuito trifase con neutro accessibile ma non caricato. In 1 e 2 sono indicati i due sistemi wattometrici di un ordinario wattometro elettrodinamico trifase. Le due spirali amperometriche sono inserite una nella fase I e l'altra nella fase II, mentre i circuiti voltmetrici, a mezzo del commutatore 3, possono avere diversa inserzione e precisamente quando il commutatore 3 si trova nella posizione 4, i circuiti voltmetrici hanno un estremo collegato alle fasi corrispondenti e gli altri estremi fanno capo alla fase III mentre quando il commutatore si trova nella posizione 5 due estremi restano collegati alle fasi invertite e due al neutro del sistema.

Proporzionando opportunamente le resistenze in serie ai circuiti voltmetrici nei due casi, alle due posizioni 4 e 5 del commutatore 3 corrispondono rispettivamente le inserzioni del wattometro per la misura della potenza attiva e della potenza negativa.

La registrazione dei due valori si compie nel modo seguente: L'apparecchio di orologeria 6 mette in movimento la zona di carta 7 che si svolge da 8 e nello stesso tempo, a mezzo di opportuni moltiplicatori di velocità, fa ruotare il disco 9 munito di perno eccentrico con la velocità di un giro ogni 20 secondi. La biella 10, di conseguenza, compie delle escursioni in senso orizzontale ad intervalli uguali di tempo e cioè in 10 secondi si sposterà per la sua intera corsa da destra a sinistra e nei 10 secondi successivi da sinistra a destra e così di seguito.

In corrispondenza al fine corsa di questi spostamenti della biella 10, si avranno rispettivamente le posizioni 4 e 5 del commutatore 3 ed 11 e 12 della leva 13. Seguendo il disegno, si vede facilmente che quando il commutatore 3 è nella posizione 4 ed il wattometro indica, come si è detto, la potenza attiva e quindi l'indice 14 dello strumento ruota intorno al suo asse 15 dell'angolo corrispondente, anche la leva 13 si trova nella posizione 11 e sposta a fine corsa verso destra un nastro bicolore 16 da macchina da scrivere in modo che dei colori, il bleu per esempio, si trovi in corrispondenza dell'asta 17.

Nello stesso tempo il commutatore 3 stabilisce il contatto tra 18 e 19 azionando l'elettromagnete 21 che attira la leva 22 la quale, a sua volta facendo abbassare l'indice 14 sulla zona di carta con l'inserposizione del nastro bleu sullo scontro 17 stampa un punto in bleu sulla carta, registrando la potenza attiva del circuito in quell'istante.

Analogamente, quando nei dieci secondi successivi la biella 10 si trova al fine corsa di destra:

a) il commutatore 3 stabilisce i collegamenti per la misura della potenza reattiva di circuito e l'indice 14 prende la posizione corrispondente;

b) il nastro 16 presenta l'altro colore, rosso ad esempio, in corrispondenza dello scontro 17;

c) si stabilisce il contatto 18-20 che aziona l'elettrocalamita 21, ed un nuovo punto in rosso viene stampato sulla zona di carta, registrando la potenza reattiva del circuito in quell'istante.

Ogni 10 secondi le operazioni si ripetono alternativamente per la misura della potenza attiva e di quella reattiva. Come risultato, sulla zona di carta si hanno due serie di punti di colore diverso rappresentanti una la variazione nel tempo della potenza attiva e l'altra la variazione corrispondente della potenza reattiva.

L'apparecchio è stato brevettato e viene costruito dalle Officine Galileo.

Si intavola quindi la discussione alla quale prendono parte il Prof. Pasqualini, l'ing. Santarelli e l'ing. Picchi per delucidazioni di vario genere che l'ing. G. Sarti fornisce ed aggiunge anche che l'apparecchio si presta, con lievi modificazioni anche a tre o più registrazioni sulla stessa zona di carta ed a colori diversi, così per esempio con un avvolgimento ausiliario fisso su uno dei due sistemi wattometrici e con le corrispondenti necessarie modifiche nel commutatore dei circuiti si possono registrare sulla stessa zona la potenza attiva, la reattiva e la tensione del circuito. Fa notare infine che non vi può essere dubbio sul sicuro funzionamento dell'apparecchio perchè la registrazione per punti, ottenuta a mezzo di nastri inchiostrati a molti colori è già applicata da molti, con ottimi risultati a pirometri registratori azionati da coppie termoelettriche.

Esaurito questo argomento, il Presidente prega l'ing. Mondolfi della Società Elettrica del Valdarno di riferire sullo impianto di illuminazione della città di Firenze, ora in corso di compimento.

L'ing. Mondolfi spiega quali sono stati i criteri che hanno condotto a progettare e ad eseguire per Firenze l'impianto di illuminazione con gruppi di 4 od 8 lampade in serie su 150 e 300 volt rispettivamente, secondo lo schema in fig. 2.

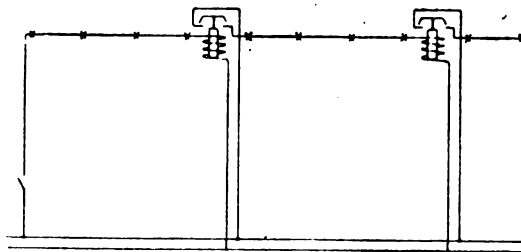


Fig. 2.

Dice che notevoli difficoltà erano da superare per la costruzione dei comandi a distanza delle varie serie, i quali dovevano soddisfare ai seguenti requisiti:

a) chiusura ed apertura automatiche, dipendenti, per tutti i valori della tensione della rete compresi tra 70 e 150 volt, oppure 150 e 300 volt;

b) apertura automatica, indipendente, per tensione inferiore a 50 volt;

c) caduta di tensione a corrente alternata ad intensità normale di funzionamento non superiore a 8 volt;

d) assenza di rumore;

e) funzionamento a corrente continua e alternata indifferente-mente;

Si compiace che l'ing. Raimondo Sarti delle Officine Galileo abbia studiato un relais che soddisfa completamente a tutte le condizioni richieste e prega l'ingegnere stesso di illustrare l'apparecchio.

L'ing. Raimondo Sarti presenta un campione spiegando in dettaglio il funzionamento nei diversi casi possibili ed il modo col quale sono state superate le difficoltà incontrate, specialmente per quanto riguarda la necessità di ottenere il dispositivo di interruzione a scatto in caso di minima tensione e la chiusura a scatto anche a tensione 50% della normale pur conservando la sicurezza dei contatti come si richiede per correnti di 20 ÷ 30 ampere sotto tensioni di 150 e 300 volt e ciò pur rimanendo nei limiti imposti di caduta di tensione.

Il Presidente Prof. Pasqualini ricorda che nella prossima riunione del 3 novembre l'oggetto della conversazione sarà: « Stazioni amplificatrici e telefonia multipla » e che l'ing. Cav. Ettore Javicoli della locale Direzione dei telefoni e telegrafi di cui è nota la competenza in materia, sarà primo a prendere la parola. Data l'importanza dell'argomento, raccomanda di non mancare.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Elezioni e referendum.

In questi giorni l'Ufficio centrale dirama le schede per le elezioni della Presidenza Generale per il nuovo triennio e per il referendum sulle modificazioni dello statuto e del regolamento proposte dalla Presidenza ed approvate dal Consiglio Generale durante la riunione di Venezia. Si tratta di modificazioni in gran parte formali destinate a sanzionare uno stato di fatto, come il nuovo articolo che riconosce «l'Elettrotecnica» organo ufficiale dell'Associazione. Più importante il nuovo articolo destinato a dare maggior forza ai criteri per l'organizzazione tecnica delle riunioni annuali, applicati con così felice risultato in questi ultimi due anni dall'attuale Presidenza. Quanto alle nuove elezioni vogliamolo solo ricordare che una elevata percentuale di votanti è il miglior indice dell'interessamento che i soci portano al sodalizio.

Il disastro di Gleno.

Fra tante descrizioni, informazioni e giudizi comparsi in questi giorni sulla stampa quotidiana e periodica e mentre è in corso una perizia giudiziaria affidata a due valorosissimi colleghi il cui nome è tutta una garanzia, non abbiamo creduto di occuparci *ex-professo* dell'immane disastro che tanto racapriccio ha suscitato nell'animo di tutti e specialmente dei tecnici. Diamo però notizia in altra parte del giornale dell'importante adunanza tenutasi presso il Collegio degli Ingegneri di Milano, lieti di poter riportare integralmente le precise e ponderate conclusioni di un tecnico del valore dell'Ing. Mina il cui nome è e rimarrà indissolubilmente legato ai numerosi e grandiosi impianti idroelettrici a cui egli ha dedicato quarant'anni della sua mirabile attività.

Rammentiamo intanto che, per iniziativa della Sede Centrale, si è aperta presso le Sezioni una sottoscrizione pro vittime, a cui non mancheranno di affluire numerose le offerte dei Consoci.

La recente Conferenza di Parigi.

La Conferenza internazionale svoltasi ultimamente a Parigi per lo studio dei problemi relativi alle reti ad altissima tensione — della quale diamo ampio resoconto in questo fascicolo — ha avuto un grande successo dal punto di vista del concorso ed una indubbia utilità indiretta, per aver posto in contatto, per alcuni giorni, elettrotecnici eminenti di differenti paesi e per aver dato occasione a molti di essi di considerare questioni e problemi di cui probabilmente, nonostante la grande diffusione della stampa tecnica, non avrebbero potuto conoscere od apprezzare l'importanza. E la cortesia e cordialità degli ospiti francesi ha creato agli intervenuti un ambiente oltremodo simpatico.

Quanto all'andamento tecnico, la conferenza ha molto somigliato ad un ordinario congresso ed anzi, vorremmo dire, ad un congresso «antico stile» segnando senza dubbio un passo indietro rispetto alla conferenza del 1921. Delle generalità di questa impressione fa fede il voto approvato unanimemente nell'ultima seduta, il quale fa obbligo, per una futura conferenza, di presentare il testo di tutti i rapporti in tempo utile per la pubblicazione preventiva e per la tempestiva distribuzione agli interessati.

Alla vigilia del referendum di cui abbiamo ora detto, rileviamo con vero piacere tale voto che sanziona così autorevolmente quanto da molti anni andavamo modestamente sostenendo e quanto con lodevole iniziativa l'attuale Presidenza è riuscita in gran parte ad ottenere nelle ultime nostre riunioni annuali.

Il procedimento, utile per un congresso nazionale, è assolutamente indispensabile per una conferenza internazionale dove gran parte del tempo è necessariamente assorbito dalle traduzioni e la discussione dovrebbe pertanto essere condotta nel modo più organico e serrato. Solo così una conferenza internazionale di questa natura potrà raggiungere utilmente il suo scopo che dovrebbe essere quello di istruire i problemi e di preparare le convenzioni di carattere internazionale su cui l'ultima parola, la funzione deliberativa, spetta necessariamente sempre alla Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Ci riserviamo di pubblicare integralmente i rapporti presentati dai nostri colleghi — cominciando oggi dalla relazione dell'Ingegnere CANGIA, su un nuovo tipo di palo per linee con isolatori pendenti — e ci proponiamo di riassumere i non pochi fra i lavori delle altre delegazioni che apparvero di notevole ed universale interesse.

LA REDAZIONE.

PALIFICAZIONI STANDARD PER GRANDI TRASPORTI DI ENERGIA ELETTRICA □

G. D. CANGIA

CAPITOLO I.

Classificazione dei trasporti d'energia elettrica.

Il trasporto a distanza d'energia elettrica con fili aerei implica la risoluzione pratica di vari problemi di elettrotecnica e di meccanica applicata fra loro strettamente connessi e subordinati alla condizione fondamentale di realizzare nel modo più economico un trasporto tecnicamente perfetto e sicuro.

Il quantitativo di energia da trasportare e la lunghezza della linea sono elementi fondamentali per la determinazione del tipo e della tensione della corrente.

Per il tipo oggi è quasi universale il consenso sulla corrente trifase con periodi fra i 15 e 100 secondo i paesi e gli usi cui è destinata; per la tensione si tende ad aumentarla tanto più quanto più grandi la quantità di energia e la distanza da superare, con limiti stabiliti soltanto dalle possibilità costruttive dei macchinari ed apparecchi elettrici e dalle possibilità di isolamento delle linee.

Giorno per giorno i progressi della fisica applicata, e specialmente della tecnica degli isolanti, infondono ardimenti nei costruttori e negli Ingegneri, mentre si vanno sempre più aumentando le conoscenze sui fenomeni che alterano e disturbano la tranquilla trasmissione della corrente, con manifestazioni tanto più preoccupanti quanto più grandi le intensità, le tensioni e le distanze del trasporto.

Grazie ai progressi realizzati si vanno frattanto maturando in quasi tutte le Nazioni più civili i problemi dei *Piani regolatori delle linee elettriche*, aventi lo scopo di diffondere razionalmente e dovunque la corrente elettrica, adattandola ed utilizzandola ai soddisfacimenti di tutti i bisogni creati dalla odierna civiltà.

Anche in Italia è stato impostato da vari anni il problema di questi Piani regolatori, facendosi da alcuni balenare il miraggio di scambi stagionali fra il carbone bianco delle Alpi, e il carbone verde della Sila, eseguendosi studi importanti per il Mezzogiorno ⁽¹⁾ e iniziandosi lavori nel Settentrione ⁽²⁾.

Queste aspirazioni, questi studi, e questi lavori, mostrano lo spiccato orientamento nel nostro paese verso l'unificazione a 46 periodi delle diverse odierne frequenze, nonché la opportunità di classificare i nostri grandi trasporti di energia in tre sistemi:

a) *Trasporti provinciali, o intercomunali* — per potenze medie e medie distanze, con tensioni inferiori a 30.000 volt;

b) *Trasporti regionali, o interprovinciali* — per grandi potenze e grandi distanze, con tensioni da 40.000 a 90.000 Volt, e con tendenza alla unificazione sui 60.000 Volt.

c) *Trasporti nazionali, o interregionali* — per fortissime potenze e grandissime distanze (oltre i 200 km) con tensioni attuali di 110.000, 130.000 ed anche 150.000 Volt e con tendenza a tensioni più alte.

I costruttori europei di macchinari ed apparecchi hanno sorpassato le difficoltà inerenti ai 150.000 Volt, mentre dall'America giungono notizie di costruzioni a 220.000 Volt e di progetti per 250.000 Volt ed oltre.

I veli che avvolgevano i fenomeni delle sovratensioni si vanno squarciando, mentre si semplificano e si normalizzano le apparecchiature di protezione contro di esse; mentre i fenomeni di disper-

⁽¹⁾ V. *Elettrotecnica* n. 15 del 1922, Ing. Ferraro «Le grandi linee elettriche di trasporto».

⁽²⁾ V. *La Rivista Sincronizzanda*, della S. I. P.

sione, di induttanza e di capacità delle lunghe linee elettriche vengono inquadrati in formule teoriche ed in opportune formule pratiche; la costruzione degli isolatori ha fatto e fa continui progressi nei tipi, nelle forme e nelle qualità di materiali. Onde i grandi trasporti nazionali stanno per entrare nel dominio della realtà, come circa quindici anni or sono vi entravano trasporti regionali con tensioni di 50.000 Volt ed oltre. In quel tempo, mentre andavano in funzione vari trasporti regionali con linee ad isolatori rigidi, veniva iniziato lo studio della linea del Volturno a 60.000 Volt con isolatori sospesi, ed anzi con un sistema speciale di sospensione dei conduttori, sul quale oggi si ritorna qui con più ampiezza, dopo il favorevole esperimento pratico, adattandolo alle maggiori tensioni dei trasporti nazionali o interregionali. Le dubbiezze e le esitanze di allora intorno all'uso degli isolatori sospesi sono svanite, perchè ormai la grande maggioranza dei tecnici ha riconosciuto che per tensioni di 50.000 Volt ed oltre sono preferibili catene di isolatori sospesi agli isolatori a perno fisso. Sanzioni autorevoli a questo orientamento vengono dalle movimentate discussioni tenute in proposito nei giorni 3 e 4 Ottobre 1922 nella riunione annuale dell'A. E. I. a Milano e dalla dotta comunicazione che vi fece l'Ing. Guido Semenza.

Non solo per le nuove linee, con tensioni di 50.000 Volt ed oltre, gli isolatori sospesi vanno sempre più estendendosi, ma essi si sostituiscono altresì, dove è possibile, nelle preesistenti agli isolatori a perno fisso.

Onde oggi quando si parla di palificazioni per grandi linee di trasmissione, ci si deve riferire senz'altro alle linee ad isolatori sospesi.

E dei vari tipi di isolatori sospesi e loro vantaggi in confronto degli isolatori rigidi si va anzitutto a esporre un breve riassunto.

CAPITOLO II.

Degli isolatori sospesi e dei loro vantaggi in confronto degli isolatori rigidi.

L'isolatore sospeso è stato introdotto nei trasporti di energia americani verso il 1906.

Il primo tipo ideato ed usato fu l'isolatore Hewlett a concatenamento metallico con funi o nastri di acciaio (fig. 1 e fig. 2). Il con-

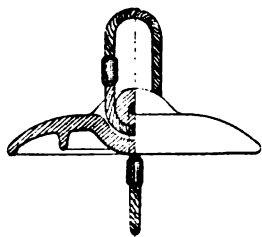


Fig. 1. - Isolatore Hewlett di sospensione

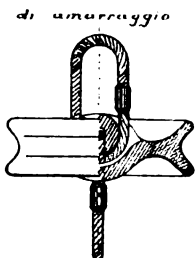


Fig. 2. - Isolatore Hewlett di amarraggio.

catenamento metallico ha lo scopo di impedire la caduta della catena nel caso di rottura del corpo di porcellana. Ben presto però si riconobbe che l'isolatore Hewlett, oltre alla difficilissima fabbricazione, presentava l'inconveniente di poca resistenza alla scarica distruttiva, facilità di deterioramento pel continuo strofinio delle parti metalliche sulla porcellana ed una non troppo grande resistenza meccanica. Per tutte queste cause, e forse specialmente per l'ultima, i costruttori idearono ed introdussero in pratica l'isolatore a cappa metallica, derivato dallo isolatore a perno fisso con aggiunta di un cappello di ghisa ben cementato sulla testa, e con appropriata cementazione del gambo nel corpo di porcellana per rendere l'isolatore adatto a resistere a sforzi di trazione (fig. 3).

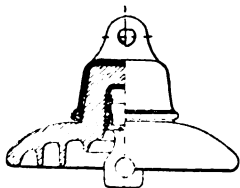


Fig. 3. - Isolatore a semplice cappa.

In Europa apparve l'isolatore sospeso a cappa metallica nel 1911 nella linea di trasporto a 110.000 volt fra Lauchhammer e Riesa sull'Elba (fig. 4 e 5), nel mentre quasi contemporaneamente veniva impiegato l'isolatore Hewlett sulla linea a 50.000 Volt di alimentazione della Ferrovia elettrificata del Mitten-Wald fra Monaco ed Innsbruck.

I primi isolatori a cappa metallica andarono soggetti a rotture

meccaniche frequenti ed impressionanti, nonché a numerose perforazioni disruptive, costringendo i costruttori a cambiare le forme ed a migliorare la qualità della porcellana; ma anche i nuovi isolatori dopo pochi anni di servizio presentarono percentuali altissime di rotture, specialmente per il fatto del cosiddetto fenomeno di sfilatura del corpo di porcellana; consistente in una fessurazione longitudinale quasi impercettibile ad occhio nudo. Nacque allora l'ipotesi dello *invecchiamento della porcellana*, con la quale si ammette che col lungo servizio e per l'influenza delle altissime tensioni, congiunte a ripetute sollecitazioni meccaniche, la porcellana si affatichi accorciando la vita dello isolatore.

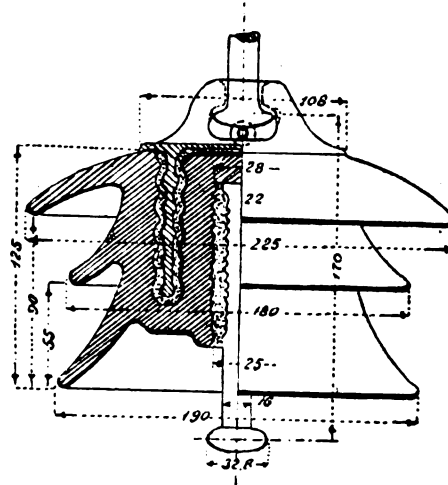


Fig. 4. - Isolatore di sospensione Lauchhammer.

Esaminando meglio le rotture si trovò che le sfilature dipendono in generale da dilatazioni e contrazioni del perno metallico rispetto al corpo di porcellana, e sono anche in stretta dipendenza con la qualità del cemento impiegato per le unioni.

Le rotture tipiche dei primi isolatori sospesi erano due: una costituita dal distacco della campana di porcellana sotto la pressione della cappa metallica, ed attribuita alle diversità di coefficienti di dilatazione della campana e del cemento e porcellana sottostanti; l'altra costituita da incrinature impercettibili del corpo di porcellana e dipendenti da sforzi di dilatazione del perno. Attraverso a queste incrinature hanno agevole strada le scariche disruptive.

Queste incrinature si manifestavano specialmente se l'isolatore aveva una cementazione robusta con incavi circolari nell'interno del corpo di porcellana; oggi sono anche attribuite a prove meccaniche di collaudo troppo prolungate e troppo rigorose.

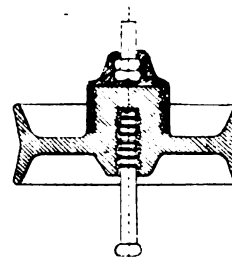


Fig. 5. - Isolatore d'amarraggio Lauchhammer.

Per ovviare a queste azioni disgregatrici si tentò l'uso di verniciature elastiche, od addirittura di rivestimenti metallici, cedevoli sulla porcellana, attendendosi da questi ultimi anche il vantaggio di migliorare il campo elettrico. Però ben presto si dovette riconoscere l'eccessività delle resistenze meccaniche imposte all'isolatore (prove fino a 3500 kg. e rotture fino a 6000 kg.) per soddisfare le quali resistenze erano necessarie giunzioni di cemento con scanalature circolari; e conseguentemente si abbandonarono dette scanalature e si stabilirono limiti inferiori (circa 2000 kg.) per le prove meccaniche, restringendole per di più ad una piccola percentuale dei vari lotti da collaudare.

Oggi gli isolatori a cappa metallica, che funzionano bene in opera, (anche con doppio corpo di porcellana) non hanno più scanalature nella porcellana, presentano zone di adesione, alquanto ristrette e quasi lisce fra la porcellana e le parti metalliche, sono muniti di cuscinetti soffici sotto la cappa metallica e sulla testa del perno; e hanno giunzioni costituite da cemento inalterabile e magrissimo perchè abbia un coefficiente di dilatazione che si avvicini a quello della porcellana. Si cura diligentemente che la presa del cemento av-

venga con processo lentissimo; in condizioni di temperatura costante e corrispondente alla media delle temperature degli isolatori in opera. Insomma l'isolatore è costruito in modo da evitare lo sviluppo di sforzi interni iniziali, e lo sviluppo di dilatazioni interne successive per quanto possibile.

Anche la forma del corpo di porcellana è stata migliorata, curandosi che abbia uno spessore uniforme e senza irregolarità su tutto lo sviluppo.

Gli isolatori costruiti con queste norme presentano ottime durate di esercizio, nonostante che il loro carico di rottura non superi i 3000 kg. Se gli isolatori devono essere sottoposti a rilevanti sforzi meccanici si fa ricorso a varie catene in parallelo, ovvero a tipi speciali molto più costosi, e di durata meno sicura.

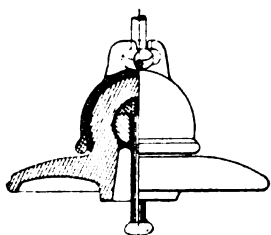


Fig. 6. - Isolatore a cappa sferica Schomburg.

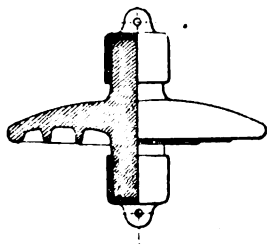


Fig. 7. - Isolatore a bastone o doppia cappa.

L'ipotesi dell'invecchiamento della porcellana viene da molti abbandonata, tanto per gli isolatori a perno fisso come per gli isolatori sospesi, facendo rilevare che vi sono delle linee in esercizio da più di dieci anni i cui isolatori di primo impianto sottoposti a prove meccaniche ed elettriche dimostrano di non avere menomamente diminuito le qualità elettriche e meccaniche primitive.

Alcuni tecnici hanno proposto che la cappa, o le cappe, siano unite al corpo di porcellana mediante dispositivi esclusivamente metallici, senza uso di cemento o di altro mastice.

In questi isolatori la superficie di adesione delle parti metalliche alla porcellana è alquanto limitata, e però anche essi debbono essere assoggettati a piccoli sforzi meccanici.

Degno di considerazione è l'isolatore della Ditta Schomburg (figura 6) nel quale, con processo ingegnoso di fabbricazione, è realizzata una unione sferica di appoggio fra il perno e il corpo di porcellana.

Un terzo tipo di isolatori sospesi è quello degli isolatori a bastone, ovvero a doppia cappa (fig. 7). Tra essi è notevole l'isolatore della Compagnia Jeffry-Dewitt (fig. 8) che possiede due cappe, che con artigli si aggrappano al corpo della porcellana. Questo isolatore presenta nelle prove di collaudo buona resistenza meccanica e grande resistenza alla perforazione elettrica.

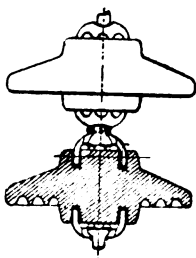


Fig. 8. - Isolatori Jeffry-Dewitt,

Non si può tuttavia fare a meno di essere dubitosi sul comportamento in opera di questi isolatori, e degli altri a bastone, pensando che la porcellana viene in essi sottoposta a netti sforzi di tensione, e perciò dovrebbe essere soggetta facilmente a rotture per cause accidentali, come colpi di pietra, colpi di fucile, ecc. In ogni modo per realizzare una forte resistenza meccanica le due cappe devono essere strette robustamente alla porcellana, ingenerandovi compressioni trasversali e sforzi secondari cospicui.

Per evitare queste sollecitazioni iniziali anche questi isolatori devono essere costruiti in modo da non dover resistere in opera a grandi sforzi di trazione.

Concludendo si hanno dunque tre tipi di isolatori sospesi da considerare:

- L'isolatore Hewlett a concatenamento metallico.
- L'isolatore a semplice cappa.
- L'isolatore a doppia cappa od a bastone.

Vi sono partigiani dell'uno e dell'altro tipo, il che indicherebbe che tutti hanno le loro buone qualità ed i loro difetti.

Sotto il riguardo della *fabbricazione* l'isolatore Hewlett non è preferibile, perchè non si può come gli altri due ottenere col semplice processo di rotazione, e perchè è soggetto a grandi percentuali di scarto nella cottura.

Sotto il riguardo delle *caratteristiche elettriche* l'isolatore Hewlett presenta un campo molto irregolare in confronto del campo uniforme concentrico degli altri due, i quali hanno anche una maggiore resistenza alla perforazione.

L'isolatore a cappa presenta un'alta capacità propria in confronto degli altri due, e perciò presenta una più uniforme distribuzione delle differenze di potenziale sui vari elementi, permettendo così a parità di resistenza di costruire la catena con minor numero di elementi.

Sotto il riguardo delle *proprietà meccaniche* tutti e tre i tipi devono considerarsi equivalenti, essendo necessario che tutti vengano collaudati a non rilevanti sforzi meccanici.

L'isolatore Hewlett però presenta, secondo alcuni, il vantaggio del concatenamento meccanico in caso di rottura della porcellana; qualità questa che viceversa altri ritengono dannosa, facendo notare che, nel caso di archi esterni, può avvenire la fusione della fune e la conseguente caduta del conduttore.

Sotto il riguardo del *montaggio e dei ricambi* in opera i tipi a cappa sono preferibili.

Sotto il riguardo della *durata* in condizioni normali di esercizio non si può oggi asserire quale tipo sia preferibile. Ad ogni modo, lasciando all'esperienza di pronunciare il suo definitivo ed inappellabile giudizio in proposito, si può oggi asserire, che, qualunque sia il tipo in competizione che conseguirà la vittoria finale, oggi esiste l'isolatore sospeso che permette agli elettrotecnici di affrontare il problema dei trasporti ad altissime tensioni, che pareva sogno irrealizzabile fino a pochi anni or sono.

E questo isolatore sospeso moderno presenta in confronto degli isolatori a perno fisso vantaggi tanto notevoli da indurre a preferirlo anche per tensioni inferiori a 50 000 volt. Ma questo isolatore, tanto nelle prove di collaudo, quanto nell'esercizio, non deve essere assoggettato a rilevanti sforzi meccanici.

* -

Molteplici sono i vantaggi che fanno preferire l'isolatore sospeso all'isolatore rigido. Esaminiamone alcuni:

1. *Fabbricazione.* — Dal punto di vista della fabbricazione l'isolatore sospeso è assai più semplice dell'isolatore rigido ad alte tensioni, il quale è costituito da diversi corpi di porcellana alquanto complicati e di non facile cottura.

La semplicità di fabbricazione porta ad uniformità di spessore lungo tutto lo sviluppo dell'isolatore, con maggiore probabilità di resistenza e di durata.

2. *Montaggio.* — Essendo l'isolatore sospeso leggero, e nello stesso tempo compatto, risultano per esso più agevoli e meno soggette a rotture le operazioni di trasporto a piè d'opera e di montaggio, senza contare che una rottura mette fuori servizio un solo elemento della catena d'isolatori sospesi, e invece negli isolatori rigidi mette fuori servizio l'intero isolatore.

Le manovre di ricambio sul palo sono più semplici e più spedite per gli isolatori sospesi, e ciò tanto più quanto più alte sono le tensioni delle linee.

3. *Revisione degli isolatori durante l'esercizio e loro ricambio.* — Per gli isolatori sospesi è entrato nella pratica degli impianti americani il sistema di prova detto del *Buzz-Stick*, mediante il quale, con la linea sotto tensione, si può verificare se vi sono sulla catena degli elementi rotti o lesionati. Questo sistema non è applicabile agli isolatori rigidi.

La revisione col sistema del *Buzz-Stick* è poi completata con un procedimento americano assai ingegnoso per il ricambio di elementi di isolatori sospesi sotto tensione senza interruzione del servizio (*).

4. *Vantaggi per le palificazioni e per i conduttori.* — Con l'isolatore sospeso la linea elettrica costituisce un insieme più elastico e più idoneo per resistere alle svariate sollecitazioni meccaniche; onde le palificazioni dell'isolatore sospeso sono sottoposte a sforzi meno bruschi e possono essere calcolate con coefficienti di resistenza più alti.

Per il fatto della semplice sospensione, specialmente se effettuata con opportuno morsetto, non si verificano al punto di attacco del conduttore all'isolatore sospeso quelle flessioni continue e ripetute che provocano invecchiamento del rame nel punto di fissaggio agli isolatori rigidi (con conseguenti alterazioni delle qualità meccaniche dei conduttori e susseguenti rotture, attenuate e non eliminate dai

(*) Vedi: Relazione Tecnica di Viaggio nel Nord America, dell'Ing. Carlo Ferrari.

molteplici sistemi di collari e di attacchi ideati da tecnici e costruttori).

5. *Azioni meccaniche sugli isolatori.* — Negli isolatori sospesi la sollecitazione meccanica avviene quasi esclusivamente nel senso dell'asse della catena, senza sforzi secondari; mentre negli isolatori rigidi alla compressione del rame sullo isolatore si accompagnano reazioni secondarie di taglio e di flessione sul corpo di porcellana, con intensificazione di quelle cause che producono il fenomeno di sfilature del corpo di porcellana.

6. *Semplicità di collaudo del montaggio.* — Con gli isolatori sospesi il collaudo del buon montaggio dei conduttori è effettuabile nel modo più semplice, ispezionando ocularmente palo per palo se la catena degli isolatori si trova nel piano verticale determinato dall'asse del palo e dalla bisettrice dell'angolo dei conduttori.

Verificandosi questo fatto si ha la matematica sicurezza che sono eguali le componenti orizzontali delle due catenarie adiacenti. Invece negli isolatori rigidi per assicurarsi di quest'ultima condizione (essenziale perchè l'isolatore non sia soggetto ad uno sforzo secondario sul collare) bisogna effettuare sul posto misure alquanto brigose per la determinazione delle frecce effettive, da confrontarsi con le frecce teoriche calcolate a tavolino.

7. *Variazioni di temperatura.* — Nelle linee ad isolatori rigidi, anche se costruite a perfetta regola d'arte, si verificano sempre sforzi secondari dipendenti dalle variazioni di temperatura nelle diverse campate.

Con gli isolatori sospesi le diversità di tensioni provocate dalle variazioni di temperatura si equilibrano e si elidono fra loro.

8. *Rotture accidentali di conduttori.* — Se per qualche circostanza straordinaria (come caduta di alberi sulla linea) si rompe qualche conduttore, si producono strappi sui due pali di sostegno della campata venuta meno.

Nel caso degli isolatori sospesi questo strappo è molto meno nocivo per l'immediato conseguente allungamento delle catenarie adiacenti, con sollecitazioni minori e meno brusche alle palificazioni.

9. *Interruzioni di linea.* — Gli isolatori possono essere messi fuori servizio anche per cause elettriche, come scariche con arco esterno, e scariche disruptive attraverso la porcellana.

Ma se una scarica elettrica mette facilmente fuori servizio l'intero isolatore rigido, viceversa negli isolatori sospesi viene ordinariamente messo fuori servizio soltanto qualche elemento della catena, continuando la linea a funzionare anche con alcuni elementi avariati.

10. *Ricupero di isolatori.* — Nel caso di isolatori sospesi sono recuperabili gli elementi non avariati di una catena per formarne delle altre, mentre l'isolatore rigido è interamente perduto.

11. *Intercambiabilità di elementi e di tipi.* — In una linea ad isolatori sospesi possono essere usate catene di ogni genere, formate ognuna anche con vari tipi di elementi di isolatori; mentre negli isolatori rigidi questa intercambiabilità è quasi impossibile per la soggezione del perno di sostegno e dei collari di attacco. Ne risulta che il cambiamento di tipo è alquanto difficile nel caso degli isolatori rigidi, mentre è sempre possibile in ogni tempo e contingenza per gli isolatori sospesi, che si attaccano alla mensola con un semplice gancio valevole per ogni sorta di catena.

12. *Passaggio a tensioni superiori.* — Purchè nelle palificazioni siano state preventivamente disposte le opportune distanze fra i conduttori, si può nelle linee ad isolatori sospesi passare senz'altro a tensioni superiori col semplice aumento degli elementi della catena, ed anche con l'impiego di elementi di maggior capacità, o di maggior resistenza elettrica; mentre con isolatori rigidi bisogna modificare le ferrature di fissaggio del perno al palo.

13. *Riserve di magazzino.* — Un'azienda esercente varie linee con diverse tensioni, nel caso di isolatori rigidi deve tenere a magazzino delle riserve di altrettanti tipi quante sono le tensioni di esercizio, mentre nel caso degli isolatori sospesi un sol tipo di elemento può funzionare di riserva per tutte le tensioni e qualunque elemento può servire di riserva a tutte le linee.

14. *Costo unitario.* — Paragonando i costi degli isolatori, insieme alle loro ferrature di attacco alle mensole, risulta che una catena di isolatori sospesi costa meno del corrispondente isolatore a perno fisso.

L'ing. Semenza ha esposto nella su citata comunicazione che il minor costo si aggira intorno al 15 % e dipende dal minor peso complessivo di porcellana e dai minori scarti di fabbricazione del tipo sospeso. Alcuni contrappongono però che le palificazioni per isolatori sospesi costano di più: ma la maggiore elasticità delle linee ad isolatori sospesi permette di usare nel calcolo delle palificazioni coefficienti di resistenza più alti; e cade così la fatta obiezione.

CAPITOLO III.

Palificazioni per linee ad isolatori sospesi.

Il progetto delle palificazioni per una linea di trasmissione viene comunemente subordinato al risultato della ricerca del minimo di una espressione, che dà il peso del ferro in funzione dei momenti flettenti, momenti di torsione e sforzi di taglio sollecitanti il palo.

L'applicazione scrupolosa e scolastica di questo procedimento porta a laboriosi calcoli per i singoli pali, e presuppone tanto l'esattezza assoluta dei rilievi di campagna, quanto una successiva esecuzione dei lavori senza varianti.

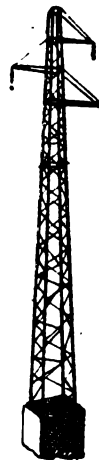


Fig. 9. - Palo normale ed isolatori sospesi per linea a 120 000 volt Torino-Savona.

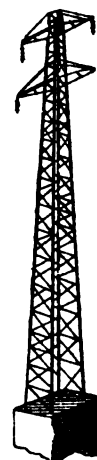


Fig. 11. - Palo normale per linea trifase a 120 000 volt Montjovet-Quincinetto.

Venendo molte volte a mancare queste condizioni, dovendo i pali essere costruiti con le sezioni di ferro disponibili sul mercato, e risultando più economica la lavorazione in serie, quel procedimento viene semplificato raggruppando i pali in un certo numero di tipi, il che facilita anche il loro smistamento in opera.

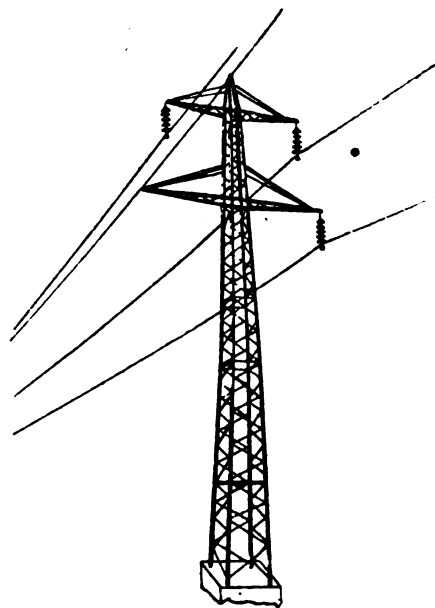


Fig. 10. - Palo normale per la linea dell'Aventino a 80 000 volt.

Questo procedimento, abbastanza spedito e pratico, va bene per le linee del sistema provinciale e regionale con isolatori a perno fisso. Nel caso però delle grandi palificazioni ad isolatori sospesi, la assegnazione delle dimensioni per le palificazioni non può essere ridotta alla ricerca di un minimo, entrando in gioco la questione delle lunghezze delle catene, delle loro oscillazioni sotto l'azione del vento, e delle mensole che le devono sostenere in rettilineo e nei punti di angolo.

La forma dei pali e la loro struttura vanno considerati nei riguardi dell'economia di impianto, nei riguardi dei materiali da impiegare nella loro fabbricazione e in relazione alle vicende dell'esercizio.

Ciò non è stato forse abbastanza considerato, seguendosi invece la via di derivare i tipi di pali per le linee ad isolatori sospesi dai preesistenti tipi di pali per isolatori rigidi, senza esame critico e specifico di quelle circostanze. Così si vede anche oggi progettate delle linee ad isolatori sospesi per 110 000 e 120 000 volt di tensione con gli

stessi tipi di pali piramidali che vengono usati con gli isolatori rigidi, con la variante, forse superflua, di aggiungere un tirante superiore per la mensola (fig. 9, 10, 11).

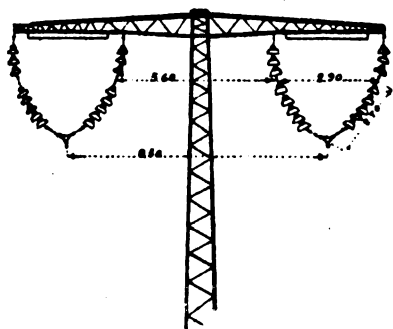


Fig. 12. - Linea Sangone-Ronco a 60000 volt.

Le Ferrovie di Stato hanno tentato nella linea a 60000 Volt del Sangone (V. fig. 12) di usare mensole speciali pel sostegno in triangolo di due terne di conduttori: però forse in quel tentativo non furono considerate le difficoltà dei pali d'angolo e gli sforzi secondari creati nell'isolatore dal sistema usato di sospensione.

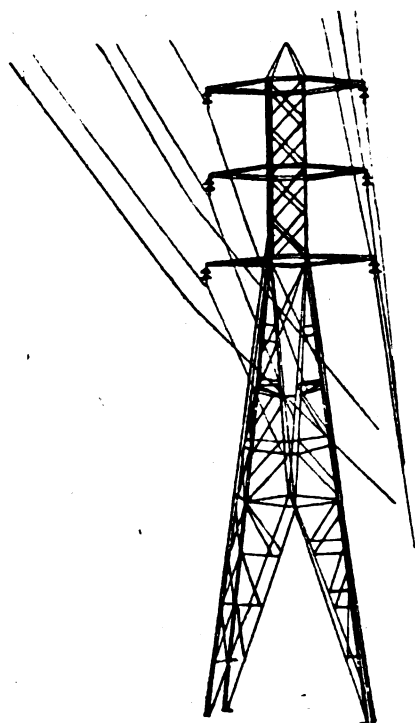


Fig. 13. - Palo normale americano per due terne trifasi e tensione di linea a 44000 volt.

Gli americani si sono trovati meglio nelle loro linee conservando il loro tipo di palo a larghe maglie e con mensole molto sporgenti. (V. fig. 13).

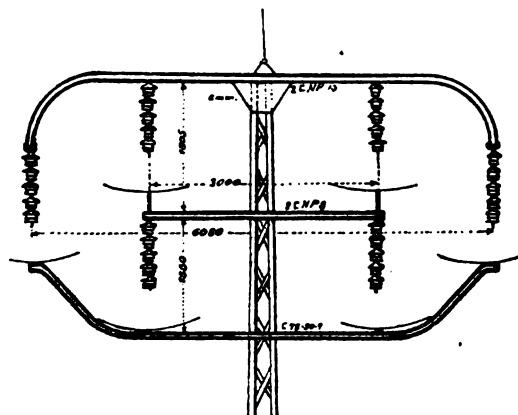


Fig. 14. - Palo normale dell'impianto di Lauchhammer.

Ottima prova non hanno neppure fatto le palificazioni dell'impianto di Lauchhammer (fig. 14), per quanto siano state palificazioni studiate espressamente per isolatori sospesi.

Nello studio della linea a 60000 Volt dell'Ente Volturno il problema delle palificazioni per isolatori sospesi e della loro standardizzazione (fig. 15 e 16) fu affrontato di proposito nella sua interezza.

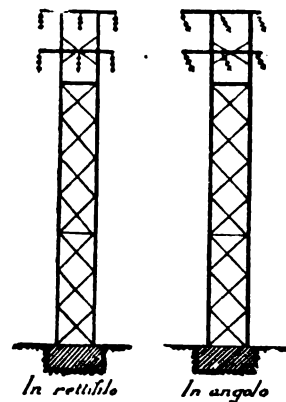


Fig. 15. Fig. 16.
Palificazioni del Volturno a 60000 : 70000 volt.

E poichè il risultato pratico della linea del Volturno è stato conforme alle previsioni, si trova opportuno di richiamare riassuntivamente quanto in proposito fu allora pubblicato nel 1912 colla Relazione generale di progetto (*).

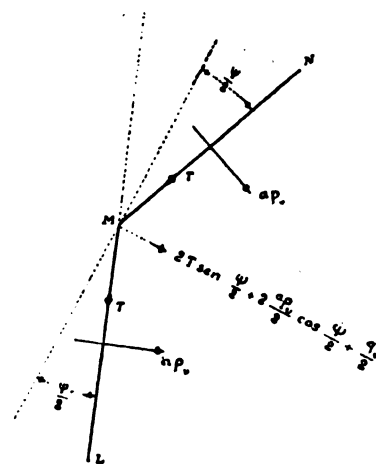


Fig. 17.

Azione del vento sui conduttori liberamente sospesi. — Il vento è l'agente meccanico più temibile per le grandi linee di trasmissione in quanto assoggetta conduttori, isolatori, pali e fondazioni alle massime sollecitazioni. Il vento può investire un piccolo tratto di linea

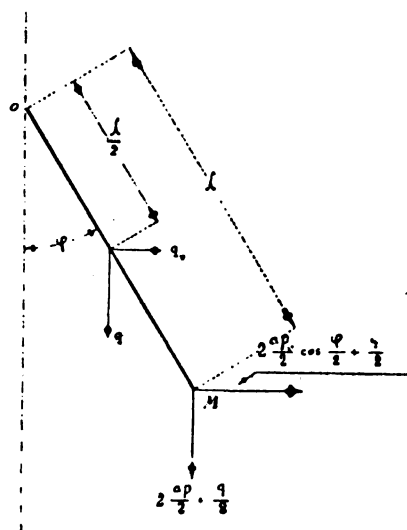


Fig. 18.

con grandissima intensità, oppure, una lunga estensione di linea con una intensità media alquanto minore; può agire in direzione normale oppure obliquamente ai conduttori.

Ommettendo l'esame di un succedersi ritmico di raffiche di vento, perchè ipotesi improbabile, ci si può limitare alla considerazione

(*) Tipografia Giannini, Napoli.

dell'azione del vento orizzontale e normale ai conduttori, che è la più temibile per la ampiezza delle oscillazioni e per la stabilità delle palficazioni.

È questa una ipotesi esageratamente pessimista se si ritiene estesa ad una lunghissima zona della linea, come si farà appresso.

Si consideri perciò il caso sfavorevolissimo di varie successive campate investite da vento orizzontale e normale ai conduttori. Supponendo che sia a la corda, f la freccia, ψ l'angolo azimutale di due campate successive, p il peso a metro lineare del conduttore, q il peso della catena di isolatori sospesi di lunghezza λ , p_v la pressione del vento a metro lineare di conduttore, q_v la pressione del vento sulla catena d'isolatori, s lo spostamento orizzontale del punto di sostegno nel piano verticale della bisettrice, φ l'angolo di declinazione verticale della catena, T la componente orizzontale di tensione nella catenaria; applicando il segno positivo pel vento diretto nella convessità della bisettrice e negativo pel senso opposto, e supponendo per semplicità che le campate sieno di eguale ampiezza (il che non toglie nulla alla generalità del ragionamento); si ha per l'equilibrio della catena girevole intorno al punto o di sospensione (V. fig. 17-18)

$$\left\{ 2 T \sin \frac{\psi}{2} + \left(\frac{2 a p_v}{2} \cos \frac{\psi}{2} + \frac{q_v}{2} \right) \right\} \lambda \cos \varphi = \left(\frac{2 a p}{2} + \frac{q}{2} \right) \lambda \sin \varphi$$

ovvero

$$\tan \varphi = \frac{2 T \sin \frac{\psi}{2} + \left(a p_v \cos \frac{\psi}{2} + \frac{q_v}{2} \right)}{a p + \frac{q}{2}}$$

Nel caso di vento nullo

$$p_v = 0 \quad q_v = 0 \quad \tan \varphi = \frac{2 T \sin \frac{\psi}{2}}{a p + \frac{q}{2}}$$

Nel caso di tesate in rettifilo

$$\psi = 0 \quad \sin \frac{\psi}{2} = 0 \quad \cos \frac{\psi}{2} = 1$$

e però

$$\tan \varphi = \frac{a p_v + \frac{q_v}{2}}{a p + \frac{q}{2}} = \frac{2 a p_v + q_v}{2 a p + q}$$

Per avere gli spostamenti orizzontali si farà ricorso alla formula

$$s = \lambda \sin \varphi$$

Ammettendosi per la catenaria la forma parabolica, risulta:

$$T_0 = \frac{p a^2}{8 f} \quad T = \frac{a^2}{8 f} \sqrt{p^2 + p_v^2} \quad T = T_0 \frac{\sqrt{p^2 + p_v^2}}{p}$$

Introducendo questa espressione di T nella formula che dà $\tan \varphi$ risulta

$$\tan \varphi = \frac{2 T_0 \frac{\sqrt{p^2 + p_v^2}}{p} \sin \frac{\psi}{2} + \left(a p_v \cos \frac{\psi}{2} + \frac{q_v}{2} \right)}{a p + \frac{q}{2}}$$

Questa formula può essere analizzata algebricamente e anche graficamente⁽⁵⁾.

Si trova che l'angolo φ cresce col crescere di ψ e diminuisce col crescere di a e di q .

Se ne deduce che si verificano spostamenti minori con le grandi tesate e che si possono diminuire gli spostamenti aumentando artificialmente il peso dalla catena⁽⁶⁾.

Analizzando il caso del vento divergente dalla convessità risulta che, aumentando la pressione si raggiunge un limite in corrispondenza del quale la catena degli isolatori cessa di spostarsi nella direzione del vento ed inizia uno spostamento in senso inverso.

Paragonando poi le oscillazioni di tesate ad isolatori rigidi con quelle di tesate ad isolatori sospesi, risulta l'apparente paradosso; che le oscillazioni trasversali, nel caso degli isolatori sospesi, non sono affatto maggiori di quelle che si verificano per le analoghe tesate ad isolatori rigidi, quando il peso proprio dell'isolatore a catena sia conveniente.

⁽⁵⁾ V. la citata Relazione Generale sulla linea di trasmissione del Volturno.

⁽⁶⁾ Nella linea dell'Aventino si sono applicate palle di piombo alle catene. V. *Elettrotecnica* del 1923, pag. 158.

Altra conclusione, e forse la più importante, che si ricava dall'analisi di quella formula e degli artan φ relativi è quella, che sotto l'azione del vento le tesate in rettifilo presentano maggiori spostamenti angolari $\Delta \varphi$ che non le tesate in angolo. Donde discende il postulato che l'ammarraggio dei conduttori nei pali d'angolo è perfettamente inutile, qualora essi vi siano sospesi in modo da occupare le stesse posizioni relative che hanno nei pali in rettifilo.

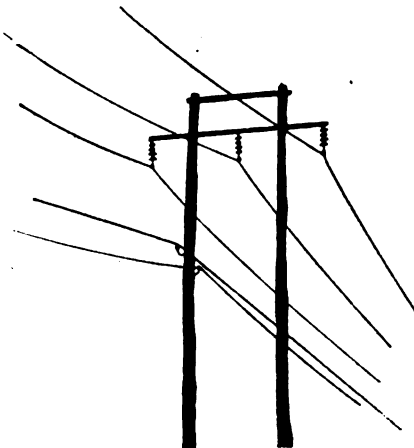


Fig. 19. - Palo normale in legno per linea americana a 88000 volt.

Con questo postulato cade il sistema usato quasi universalmente di eseguire ammarraggi per il fissaggio dei conduttori nelle linee ad isolatori sospesi, fatta eccezione per quelli strettamente indispensabili ai capi di linea, agli ingressi delle cabine, e simili.

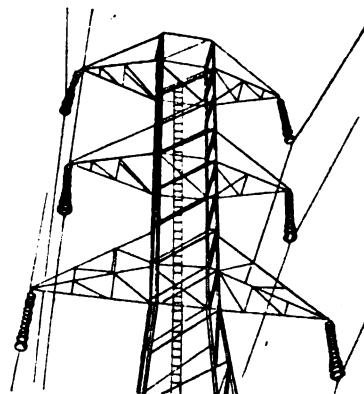


Fig. 20. - Palficazione della Pacific-Gas americana a 220000 volt.

E questa conclusione è in perfetta armonia con i risultati dei progressi realizzati nella fabbricazione degli isolatori sospesi, i quali esigono di non affaticare meccanicamente gli isolatori, come purtroppo avviene invece negli ammarraggi.

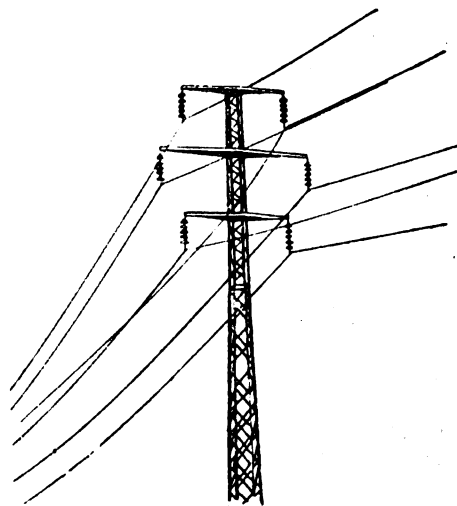


Fig. 21. - Palo normale della Società Catalana.

Per assegnare ai conduttori nei pali d'angolo le stesse posizioni dei pali in rettifilo occorre calcolare lo spostamento del punto di attacco della catena, spostamento eguale a quello che subisce il conduttore nel palo d'angolo.

Se la dimensione della sezione del palo d'angolo, normale alla bisettrice dell'angolo azimutale Ψ , si indica con b , lo spostamento del conduttore rispetto al ferro del palo d'angolo è dato da

$$s = \lambda \sin \varphi + \frac{b}{2} \tan \frac{\psi}{2}$$

essendo ivi al solito λ la lunghezza della catena e φ l'angolo d'inclinazione di essa.

Con questa formula si possono calcolare in precedenza per ogni palo d'angolo le sporgenze da darsi agli attacchi delle varie catene.

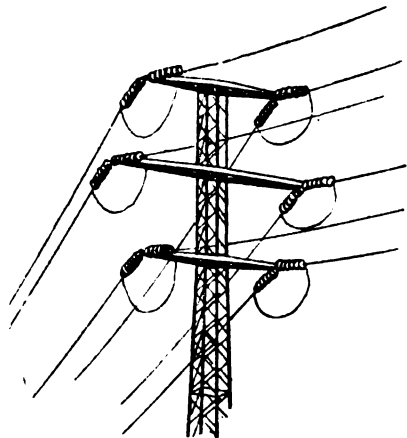


Fig. 22. - Palo d'amarraggio della Società Cataluna.

Lo spostamento va determinato per l'ipotesi di vento nullo perchè, come si disse, le oscillazioni prodotte dal vento sulle tesate in curva sono minori di quelle nelle tesate in rettillo.

Un semplice abbaco tracciato in base alla formula

$$s = \lambda \sin \arctan \frac{2 T_0 \sin \frac{\psi}{2}}{p a + \frac{q}{2}} + \frac{b}{2} \tan \frac{\psi}{2}$$

permette la pratica determinazione di s (⁷).

CAPITOLO IV.

Breve rassegna di palificazioni esistenti.

a) *Palificazioni americane.* — Gli americani hanno per le loro linee ad isolatori sospesi adottato palificazioni in legno e palificazioni metalliche.

Un esempio di palificazioni in legno per terna trifase ad 88 000 Volt è offerto dalla fig. 19. La palificazione è costituita da una traversa orizzontale alla sommità di due pali di legno. I tre conduttori sono così paralleli allo stesso livello.

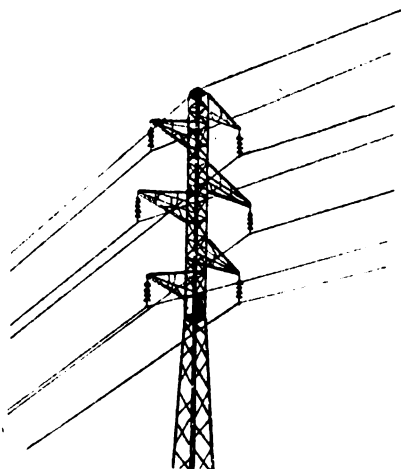


Fig. 23. - Palo normale della Società di Baden.

Il tipo classico delle palificazioni americane è il palo con tralicci di ferro a larghissime maglie fissato al terreno con 4 gambe e relative 4 piccole fondazioni, quale è quello rappresentato dalla fig. 13 per sostegno di due terne trifasi a 44 000 Volt.

Lo stesso tipo è stato conservato per le maggiori tensioni, come

risulta dalla fig. 20 che rappresenta la palificazione a 220 000 Volt della Pacific-Gas.

Gli americani usano di amarrare nei pali d'angolo i conduttori impiegandovi catene costituite da isolatori di speciale resistenza mec-

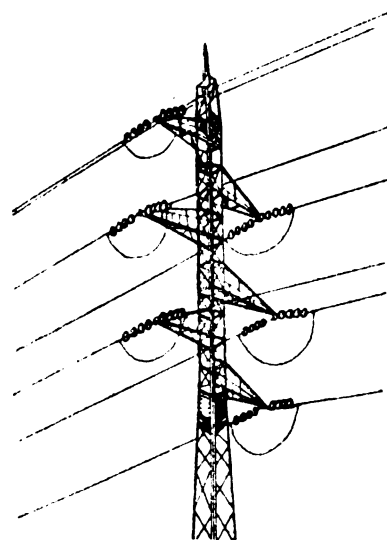


Fig. 24. - Palo d'amarraggio della Società di Baden.

canica, oppure varie catene in parallelo: e in questo loro sistema sono stati pedissequamente copiati in Europa.

b) *Palificazioni europee.* — In Europa non è usato il palo americano con tralicci a larghe maglie, ed in generale non si è studiato

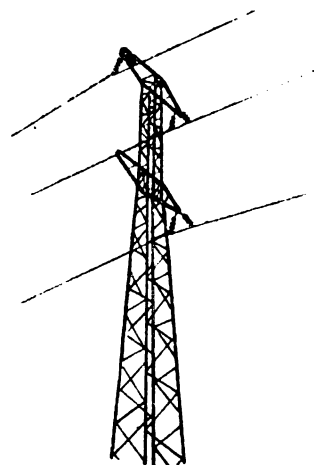


Fig. 25. - Palo d'amarraggio per linea a 120 000 volt Montjovet-Quincinetto

un palo speciale per le linee ad isolatori sospesi, adattandosi invece il palo piramidale impiegato per gli isolatori rigidi.

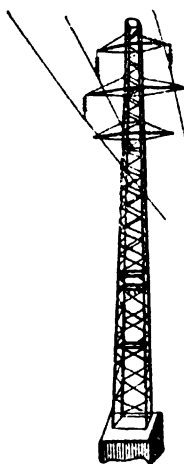


Fig. 26. - Palo per linea a 130 000 volt Dro-Mori-Bussolengo.

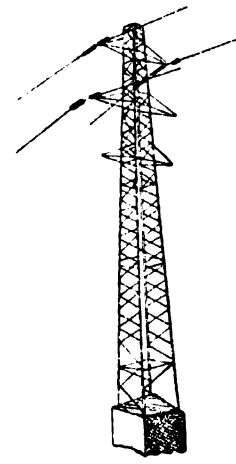


Fig. 27. - Palo d'amarraggio per la linea a 70 000 volt Dro-Mori-Bussolengo.

Pali di questo genere sono indicati dalle fig. 21 e 22, che rappresentano i due tipi di palo normale e palo d'angolo per la linea a 70 000 Volt della Società Cataluna.

Le fig. 23 e 24 rappresentano rispettivamente il palo normale ed

(⁷) Vedi la citata Relazione sulla linea di trasmissione del Volturno.

il palo di ammassaggio delle linee a 70 000 Volt della Società di Baden, un po' diversi dai pali ad isolatori rigidi per una superflua robustezza delle mensole.

Come si vede, in queste linee sono ammassati i conduttori ai pali d'angolo, copiandosi quanto si è fatto in America, e dovendovi impiegare catene di speciale resistenza.



Fig. 28. - Palo normale per la linea del Pescara a 88 000 volt.

In Italia, oltre le linee della Negri, che ha trasformato ad isolatori sospesi gran parte delle sue palificazioni, sono da prendere in considerazione la palificazione a 70 000 volt della Dro-Mori-Bussolengo (fig. 26 e 27), e le palificazioni a 120 000 Volt della Montjovet-

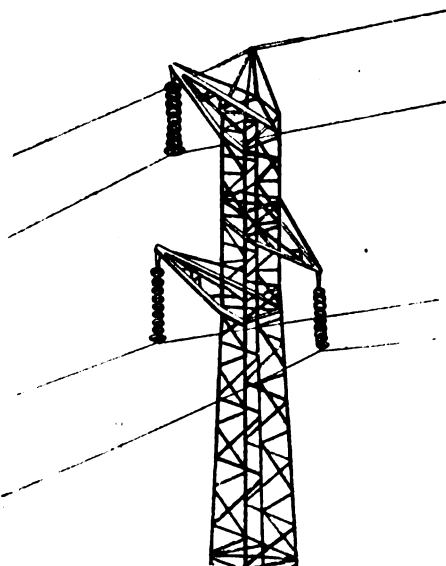


Fig. 29. - Palo normale per la linea interregionale a 130 000 volt.

Quincinetto (fig. 11 e 25) nelle quali ultime i conduttori sono sospesi ai pali di angolo con semi-ammassaggio, molto preferibile all'ammassaggio americano; la palificazione dell'Aventino a 80 000 Volt, predisposta per 4 conduttori (fig. 10), la palificazione a 120.000 Volt

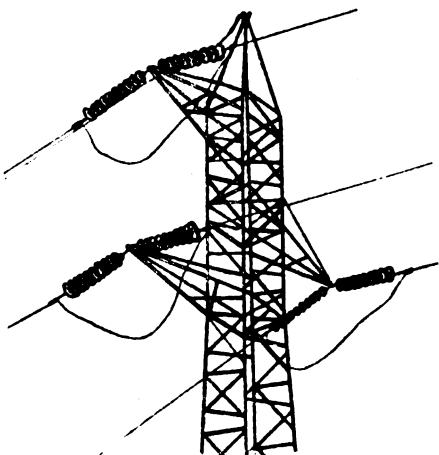


Fig. 30. - Palo d'ammassaggio per la linea interregionale a 130 000 volt.

della Torino-Savona (fig. 9) e la palificazione del Pescara ad 88 000 Volt (fig. 28), nella quale ultima sono utilizzati i precedenti pali per isolatori rigidi.

Infine fra le più recenti palificazioni è notevole quella a 130 000 Volt per la linea interregionale (fig. 29), costituita da un palo piramidale con tre mensole; anche essa con pali d'ammassaggio (fig. 30), e che per l'eccezionale robustezza delle mensole sembra derivata dalla palificazione della Società di Baden (fig. 23 e 24).

c) *Palificazioni in Baviera.* — Un cenno speciale meritano le palificazioni previste in Baviera per il relativo piano regolatore di linee elettriche, a 110 000 Volt: alcune con una terna trifase (fig. 31);

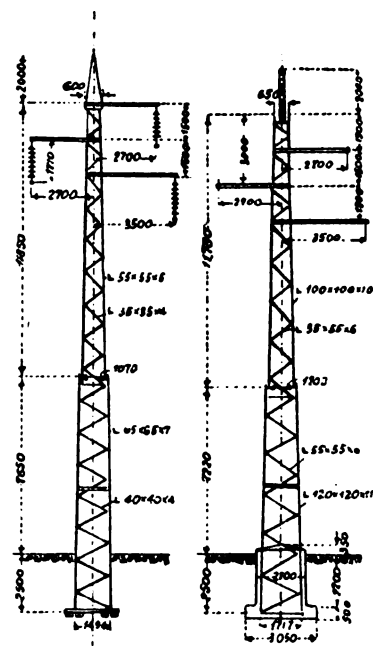


Fig. 31. - Pali per terna unica trifase a 110 000 volt in Baviera.

altre con due terne trifasi (fig. 32); le prime con treccia di alluminio puro da 120 mmq. costituita da 37 trefoli di due millimetri; le altre con treccia di rame della stessa sezione: con corde di acciaio a sette trefoli di 50 mmq. per fili di guardia o di terra.

Per l'alluminio è ammessa la sollecitazione meccanica di 9 kg. per mmq. per il rame la sollecitazione di 16 kg. e per il filo di guardia quella di 16 a 20 kg. Questa tendenza a spingere molto in alto le sollecitazioni dei conduttori deve essere espressamente rilevata in considerazione a quanto si dirà in seguito a proposito degli ammassaggi.

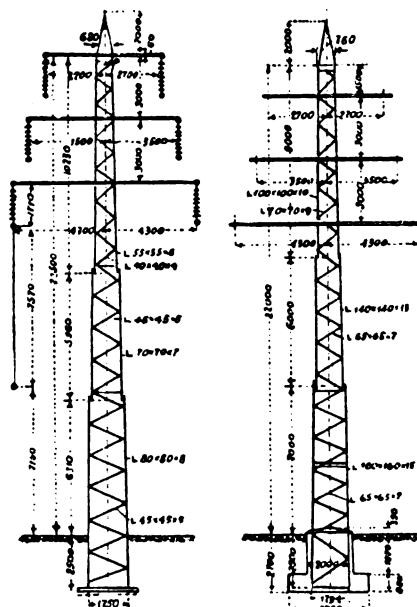


Fig. 32. - Pali per linea doppia trifase a 110 000 volt in Baviera.

Con l'adozione di sollecitazioni meccaniche così rilevanti si sono realizzate altezze di pali piccole relativamente alla campata normale di 250 metri stabilita pel piano regolatore.

Le catene di sospensione sono formate con sette elementi Hewlett nelle linee a semplice terna, e con otto elementi Hewlett nelle linee a due terne.

Pali speciali di sezionamento e smistamento dei conduttori sono stabiliti a distanze di 30 a 35 km. Per non affaticare troppo gli iso-

latori in corrispondenza di campate di eccezionale ampiezza furono usate doppie catene in parallelo (fig. 33). Questo fatto è da mettere in evidenza e in relazione con quanto si è detto precedentemente a proposito degli isolatori sospesi ed a quanto si dirà in seguito

d) *Linee ad isolatori sospesi per tensioni inferiori 50 000 Volt.* — Gli isolatori sospesi sono entrati nella pratica anche per tensioni eguali ed inferiori a 50 000 Volt. Abbiamo esempio di ciò nella linea del Mittenwald a 50 000 Volt (fig. 34) in linee americane a 44 000

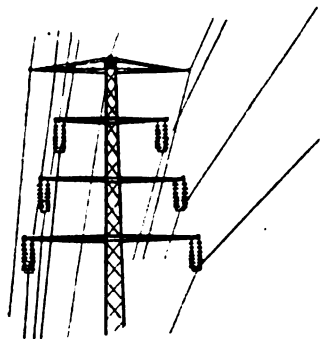


Fig. 33. - Palificazioni a 100 000 volt in Germania con 3 fili di terra.

Volt (fig. 13) e nella linea a 20 000 Volt della Società Elettrica Durham di Newcastle (fig. 35).

e) *Palificazioni in cemento armato.* — L'uso dei pali in cemento armato si è alquanto diffuso nell'Italia, dove la Società Elettrica Bresciana ha varie linee ad isolatori rigidi costituite con pali consimili. Si trattava però finora di pali alquanto pesanti in confronto con la loro resistenza meccanica. Spetta alla Società Cementi Armati Centrifugati di Riva di Trento (SCAC) il merito di avere introdotto

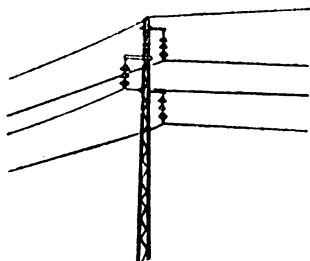


Fig. 34. - Palo di linea del Mittenwald.

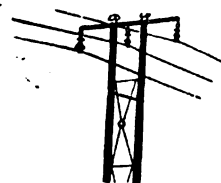


Fig. 35. - Palo normale a 20 000 volt in Newcastle della Soc. Elettr. Durham.

in Italia una speciale lavorazione di detti pali, che risultano costituiti da un tubo di cemento armato di grande resistenza e grande flessibilità, con pregi economici grandissimi nei riguardi della manutenzione e dell'esercizio.

Recentemente la S. C. A. C. ha fornito i pali per la linea a 75 000 Volt da Vercelli ad Ivrea alimentata dalla Centrale del Ponte dei Preti (fig. 36).

Una linea importantissima a 110 000 Volt (che in futuro dovrà funzionare a 240 000 Volt) con pali in cemento armato centrifugato,



Fig. 36. - Palo normale della linea a 75 000 volt Vercelli-Ivrea.

è quella costruita da Trollhättan a Vaestens presso Stoccolma e della lunghezza di 320 km. La fig. 37 rappresenta le palificazioni in progetto, costituite da ritti in cemento armato con traversa metallica, e la fig. 38 rappresenta le palificazioni costruite, in cui anche la traversa fu eseguita in cemento armato.

CAPITOLO V.

Sistema di sospensione libera.

Le palificazioni per isolatori sospesi usate tanto in America quanto in Europa mostrano la generalizzazione dell'impiego degli ammassaggi dei conduttori nei pali d'angolo, ed anche in alcuni pali degli stessi rettili.

Riflettendosi che la sollecitazione meccanica nella catena di ammassaggio è uguale alla tensione che affatica il conduttore, e che vi

è la tendenza a far lavorare il metallo dei conduttori a limiti molto alti e prossimi a quello di elasticità (in Baviera fino a 16 kg. come si è visto) si ricava che nelle grandi linee con conduttori di 120 mm² ed anche più, le catene di ammassaggio risultano sottoposte a sforzi meccanici di 2000 kg e più, mentre nei pali normali in rettili, lo sforzo sulla catena di semplice sospensione corrisponde soltanto al peso di una campata di conduttore, ossia al carico di poco più di 200 kg per campate di 200 metri.

Cosicchè negli ammassaggi le catene possono risultare cimentate a carichi quasi decupli di quelli che gravano sulle catene di semplice sospensione.

Per acquistare una nozione materiale della differenza degli sforzi nei due casi basta confrontare il morsetto della semplice sospensione

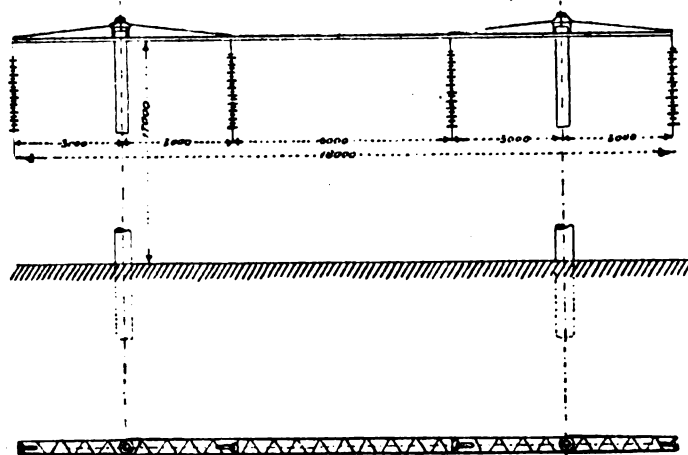


Fig. 37. - Palo tipo a portale per linea a 110 000 volt da Trollhättan a Stoccolma (in progetto).

per conduttori da 120 mm² (fig. 39 peso kg 1,350 con il morsetto d'ammassaggio dello stesso conduttore (fig. 40 peso kg 5,650). Ne consegue che in queste catene d'ammassaggio, non dovrebbero a rigore di logica essere usati gli isolatori sospesi, che come abbiamo veduto, non vanno neppure nelle operazioni di collaudo, assoggettati a sforzi meccanici superiori a 2000 kg.

Per questo gli americani e i loro imitatori sono costretti di ricorrere negli ammassaggi a catene di isolatori speciali, oppure a catene doppie, triple ed anche quaduple in parallelo, con una complicazione notevole per gli attacchi e per i pali, con spesa eccessiva,

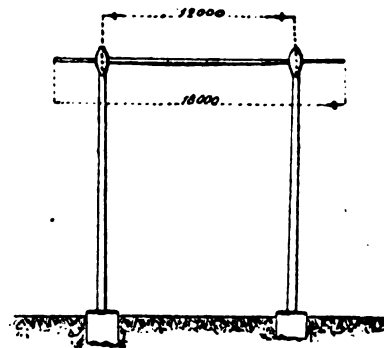


Fig. 38.

con difficoltà di montaggio dei conduttori, con brigoso e costoso esercizio delle linee, e per di più perdendosi, per fatto degli ammassaggi, quella elasticità di costruzione e varie altre qualità che sono state messe in evidenza per dimostrare i pregi degli isolatori sospesi rispetto agli isolatori rigidi.

Indipendentemente dalla spesa assai maggiore per gli isolatori e la relativa morsetteria sono da prendere in considerazione per gli ammassaggi le più lunghe e maggiori manovre per ricambi di isolatori durante l'esercizio. Mentre nel caso della libera sospensione bastano due operai e pochi minuti per ricambiare una catena, viceversa nel caso dell'ammassaggio occorre una intera squadra di operai, occorrono taglie ed attrezzature pesanti per il tiraggio dei fili, occorre un tempo proporzionalmente maggiore: onde interruzioni d'esercizio più costose e fastidiose per l'esercente e per l'utenza.

È probabile che il sistema degli ammassaggi tragga origine da preoccupazioni esagerate delle oscillazioni dei conduttori nelle libere sospensioni, nonchè dallo scopo di evitare noiosi e brigosi calcoli

cuni dettagli della mensola spostabile per queste palificazioni standard ad elementi tubolari e sono stati rappresentati i 4 tipi fondamentali di sospensione dei conduttori; cioè: con semplice catena, con doppia catena, con ammassaggio, e con semiammassaggio.

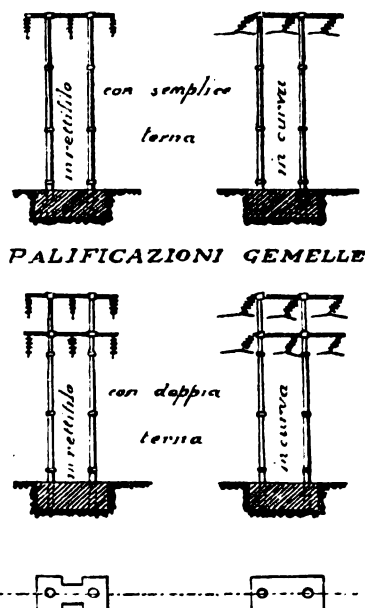


Fig. 43 e 44.

Un dispositivo speciale è costituito dall'apparecchiatura di fissaggio delle mensole ad ogni colonna: e questo dispositivo permette infatti di fissare la mensola al palo col semplice avvitarlo in forza

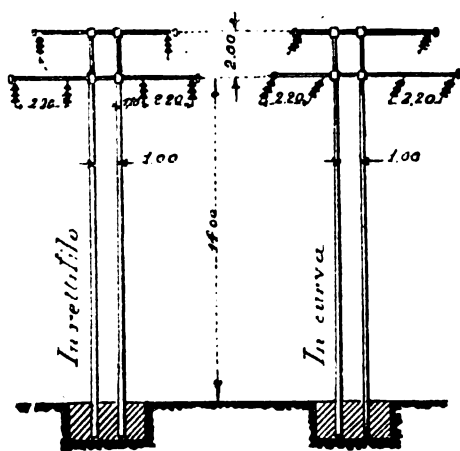


Fig. 45. - Palificazione a due terne per 60.000 : 80.000 volt.

dei dadi di alcuni bulloni, e così di regolare in qualsiasi tempo, anche durante l'esercizio, la sporgenza della mensola. Questa regolazione può esser necessaria anche dopo messi al giusto posto i con-

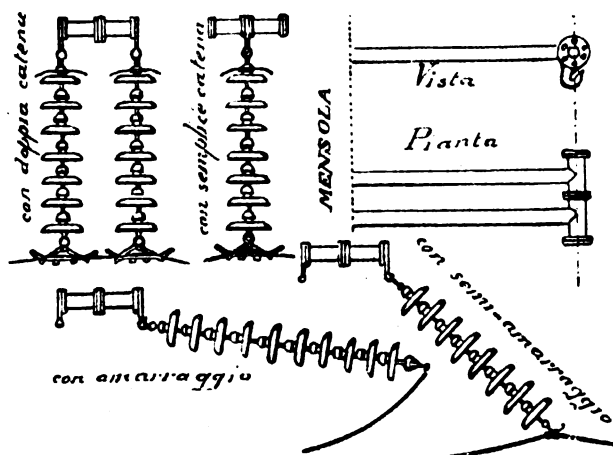


Fig. 46, 47, 48, 49, 50.

duttori, nel caso che risulti conveniente di aumentare il peso della catena con l'aggiunta di qualche manicotto di piombo, od altro, sul morsetto di serraggio del filo.

È importante di notare che la struttura di queste palificazioni tubolari deve essere progettata di volta in volta (a seconda delle difficoltà dei trasporti, delle accidentalità del terreno, delle risorse della sezione e consimili), perchè va esaminata la convenienza di costruire la parte inferiore delle colonne, o in cemento armato, oppure con tubazioni in ferro; essendo conveniente per la leggerezza della struttura e per offrire minor presa al vento che la parte superiore, comprese le mensole spostabili, sia formata da elementi tubolari in ferro ed in acciaio.

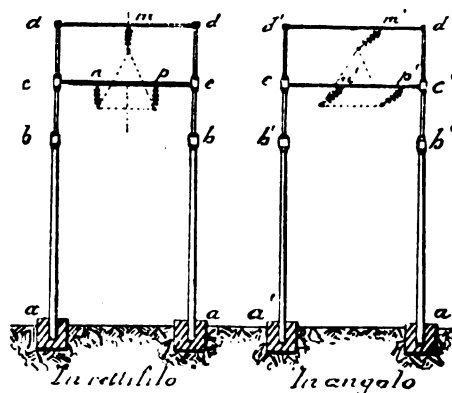


Fig. 51. - Palificazione standard per una terna di conduttori.

Nel caso che la parte inferiore delle colonne sia costituita in cemento armato uno studio speciale va fatto per il manicotto di unione fra le due strutture cemento armato e ferro, e va preso in attenta considerazione l'utilizzazione dei pali in cemento armato S.C.A.C., che hanno cominciato anche da noi ad entrare nella pratica applicazione, come lo dimostra la linea Vercelli-Ivrea a 75.000 volt (fig. 36).

CAPITOLO VII.

Palificazioni standard per trasporti interregionali o nazionali.

In Svezia, pel grande trasporto elettrico da Trollhåten a Stoccolma, sono usate palificazioni a portale, costituite da due colonne in cemento armato contrifugato (tipo S.C.A.C.) collegate in sommità da ampia traversa sostenente 4 catene di isolatori, distanziate di 6 metri fra catena e catena, e di 3 metri dall'asse della colonna vicina. La traversa, da prima progettata in ferro (fig. 37), fu eseguita invece in cemento armato (fig. 38).

Il trasporto si è iniziato a 110.000 volt e in avvenire sarà elevato a 240.000 volt.

Con tali palificazioni i conduttori si trovano sulla stessa orizzontale, come in qualche linea americana e nelle palificazioni del Volturno.

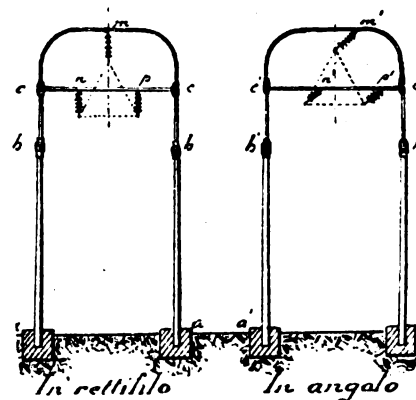


Fig. 52. - Palificazione standard per una terna di conduttori.

Il sistema svedese non considera però la libera sospensione nei pali d'angolo, come nella linea del Volturno.

Si è perciò ritenuto interessante di studiare nuovi tipi di palificazione standard per trasporti interregionali o nazionali, con tensioni superiori a 110.000 volt; le quali abbiano il requisito della semplicità di struttura (con conseguente poca presa pel vento) come il tipo svedese, realizzino la sospensione triangolare e la sospensione esagonale, e abbiano il carattere della standardizzazione mediante la libera e semplice sospensione nei rettili e nei pali d'appoggio.

Come si è visto, la standardizzazione delle palificazioni si riduce alla soluzione di due condizioni: 1ª - Le membrature del palo siano dimensionate e disposte in modo che, nonostante qualsiasi azione del

vento, nei rettifili i conduttori restino sempre distanti da esse di ampiezze d'aria sufficienti ad evitare l'avvento di scariche; 2° - I pali abbiano dispositivi opportuni perchè negli angoli sia possibile appendere le catene in modo che i conduttori vi assumano le stesse posizioni relative come nei rettifili.

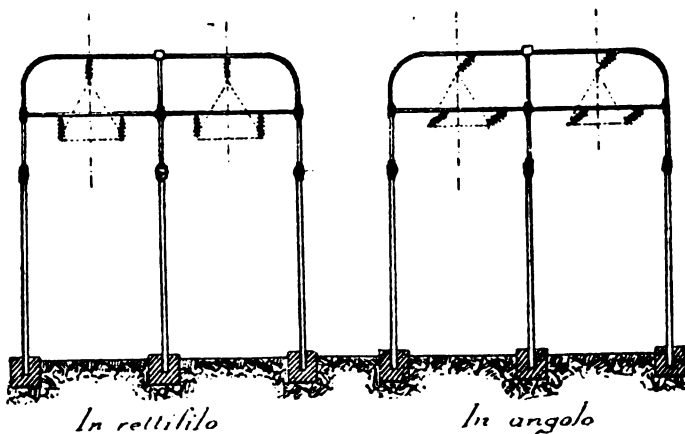


Fig. 53. - Palificazione standard per due terne di conduttori in zone pianeggianti.

Un primo sistema di queste palificazioni è quello delle mensole spostabili per i trasporti regionali ed interprovinciali. Ma le mensole spostabili, opportune per tensioni di una certa entità (fino a circa 100 000 volt), diventano alquanto pesanti e di difficile manovra per lunghezze rilevanti delle catene, quali si hanno nei casi di trasporti a tensioni elevatissime superiori ai 110 000 volt. Per queste tensioni

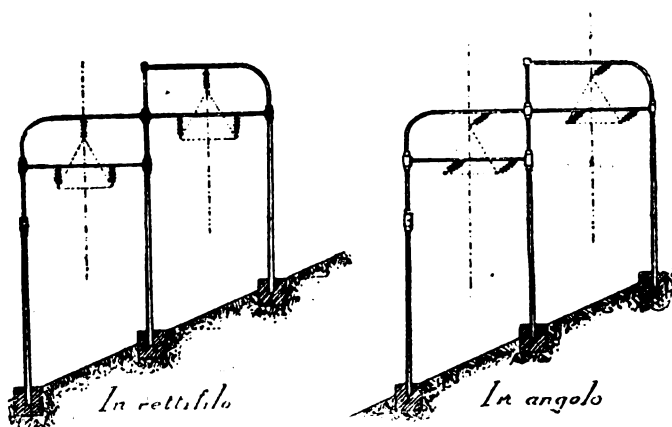


Fig. 54. - Palificazione standard per due terne di conduttori in zone a mezza costa.

occorre un dispositivo di standardizzazione diverso, e che è stato realizzato col semplice spostamento dell'attacco della catena e con l'opportuna configurazione della palificazione foggata a traverse fisse, anziché a traverse spostabili.

I dispositivi per il trasporto dell'attacco della catena possono essere due: 1° una serie di appendici (ganci, occhielli od altri simili

PALIFICAZIONE "STANDARD",
per sei conduttori
in simmetria esagonale.

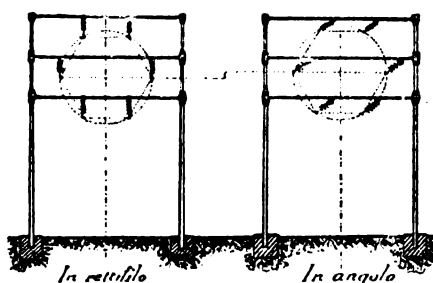


Fig. 55.

congegni) disposti sulla traversa e per ciascuna catena, e estesi da ambo i lati dell'attacco normale; 2° un manicotto scorrevole sulla traversa per ogni catena, fissabile con prigionieri (viti a pressione, od altro mezzo) alla traversa stessa, e munito di ganci od occhielli per l'attacco della catena o catene accoppiate di sospensione.

Queste palificazioni sono così costituite: da coppie o terne di

colonne verticali, aventi altezze commisurate alle tesate di linea, distanti fra loro secondo la lunghezza delle catene; nonchè da traverse orizzontali fisse colleganti le colonne alla sommità, ed alle quali traverse vanno appese le catene di isolatori, con uno o con l'altro dei due sistemi di spostamento degli attacchi sopra indicato.

Con le figure 51 e 52 abbiamo rappresentata la palificazione standard per il sostegno di una terna di conduttori in triangolo.

Le figure a sinistra rappresentano la palificazione in rettilineo, e le collaterali figure a destra rappresentano le stesse palificazioni in angolo, con le catene di conduttori inclinate, ed aventi gli attacchi spostati rispettivamente da m in m' , da n in n' , da p in p' ; e spostati di quantità eguali ed opposte alla traslazione del conduttore per fatto dell'inclinazione della catena dovuta alle due componenti orizzontali della tesate ivi confluenti.

La parte inferiore $a b$ ed $a' b'$ della palificazione è unita alla parte superiore con manicotti o giunti $b b'$, così che è possibile di costituire la parte inferiore con materiali e strutture diverse di quelli costituenti la parte superiore.

Come si vede la standardizzazione si realizza col semplice spostamento degli attacchi sulle traverse fisse.

Le figure 53 rappresentano una palificazione Standard con 3 colonne per il sostegno di due terne di conduttori in triangolo.

Le figure 54 rappresentano la stessa palificazione standard a 3 colonne per il sostegno di due terne di conduttori nel caso di ripidi terreni a mezza costa.

Le figure 55 rappresentano una palificazione standard costituita da due colonne e da tre traverse per il sostegno di sei conduttori con disposizione esagonale regolare.

È importante di osservare che con le ideate palificazioni i conduttori risultano tutti interni alla struttura di sostegno; il che offre una grande sicurezza nei riguardi degli ambienti attraversati e, senza alcuna aggiunta o modificazione ai pali, permette di fissare agli stessi dei fili di terra in qualsiasi numero ed in qualsiasi posizione, tutto all'interno dei fili di linea, nonchè permette altresì di avviluppare i conduttori con protezioni tubolari per attraversamenti di località abitate o con speciali soggezioni.

LA SECONDA CONFERENZA INTERNAZIONALE SULLE RETI AD ALTA TENSIONE

PARIGI - 26 Novembre-1 Dicembre 1923

Inaugurazione - Presidenza.

La seconda Conferenza internazionale per lo studio dei problemi relativi alle reti ad alta tensione si è svolta felicemente a Parigi dal 26 novembre al 1° dicembre.

Erano presenti quasi 150 stranieri, rappresentanti 20 nazioni, mentre i francesi partecipanti alla Conferenza erano quasi altrettanti.

L'Italia era rappresentata dal Presidente generale dell'A. E. I. Ing. Del Buono, dall'Ing. G. Semenza, Presidente del Comitato Elettrotecnico Italiano e dai colleghi Barbogelata, Besozzi, Cangia, Carcano, Manfredi, Nicolini, Norsa, Roncaldier, Soldini, Soleri e Vanotti.

La Conferenza fu inaugurata la mattina del 26 con un discorso del Presidente Legouez, il quale ricordò l'importanza ed il successo della Conferenza e diede quindi la parola al Sig. Le Trocquer, Ministro dei Lavori Pubblici, il quale, ricordando di avere già inaugurato i lavori della prima Conferenza due anni or sono, si compiacque del successo dell'iniziativa e aggiunse che il Governo francese, che sta per esaminare le disposizioni di legge relative alle linee ad altissima tensione, attendeva con vivo desiderio di conoscere i risultati dei lavori della Conferenza.

Si procedette quindi alla elezione delle cariche inerenti alla Conferenza, le quali per acclamazione furono così distribuite:

Presidenti onorari: Sigg. Blondel (Francia); Mailloux (Stati Uniti);

Presidente: Sig. Legouez (Francia);

Vice-Presidenti: Sigg. Gevaert (Belgio); Woodhouse (Inghilterra); Del Buono (Italia); Bellaar Spruyt (Olanda); Borgquist (Svedania); Bauer (Svizzera).

Prima Sezione: Presidente: Signor F. Cordier; Vice-Presidenti: Sigg. Norberg Schulz (Norvegia); Kncidl (Ceco Slovacchia); Segretario: N. N.

Seconda Sezione: Presidente: Signor C. Duval; Vice-Presidenti: Sigg. Thrige (Danimarca); Morillo (Spagna); Pol'vanoff (Russia); Segretario: Wilczek (Ungheria).

Terza Sezione: Presidente: *Drouin*; Vice-Presidenti: Signori: *Zarzycki* (Polonia); *Yoshimura* (Giappone); Segretario: *Akil* (Turchia).

Prima Sezione.

Nel pomeriggio del 26 si iniziarono i lavori della prima Sezione (Produzione e trasformazione dell'energia) sotto la Presidenza del Sig. Cordier.

Due soli rapporti erano compresi nella prima Sezione: quello dei Signori H. W. Young e A. Alsaker, *sulle sottostazioni all'aperto americane*; e quello del Mac. Neil sulla *Pratica americana degli interruttori in olio*.

Il primo rapporto fu ampiamente esposto dall'Young col sussidio di proiezioni mentre l'altro, in assenza dell'autore, fu brevemente riassunto dal Dott. Mailloux. Ai due rapporti seguì una discussione, che meglio potrebbe chiamarsi conversazione, essendosi svolta con poco ordine, divagando continuamente da un argomento ad un altro. Vi parteciparono ripetutamente: Mayer (Francia), Roth (Svizzera), Hansson (Norvegia), Benett (Spagna), Semenza, Del Buono, ed altri.

Sulla convenienza o meno delle sottostazioni all'aperto, si sono sentiti ripetere i soliti argomenti e i soliti dispareri, ma nel complesso si è rilevata la tendenza ad abbassare il limite della tensione a cui si ritiene che la struttura all'aperto sia più economica che quella in locali chiusi. Si è pure manifestata nettamente la tendenza generale di sopprimere le protezioni contro le sovra tensioni. Il Roth ha anzi affermato che gli svizzeri sono ormai contrari anche alle semplici bobine di induttanza e che danno per contro gran peso ai nuovi criteri introdotti nelle loro Norme, di sottoporre gli avvolgimenti dei trasformatori ad una prova di impulso con onde a fronte ripido.

Sugli interruttori, Semenza ha sollevato la questione, se sia preferibile l'interruzione doppia (pratica americana) o multipla (pratica europea), e il Roth ha esposto dati sperimentali in appoggio dell'interruzione multipla; è però mancato chi contrapponesse le ragioni degli americani.

Si è accennato fuggevolmente a molte altre questioni e un po' di discussione si accese sulle nuove centrali americane tipo Hellgate in cui si sono separate le tre fasi del sistema in locali completamente diversi. Il Meyer ha ricordato che un analogo impianto costruito in Germania poco prima della guerra si risolse in un completo insuccesso. Le ragioni esposte dal Benett e dall'Young, i quali insistettero soprattutto sulle grandi potenze in gioco in tali centrali, non parvero, a dir vero, molto persuasive.

Seconda Sezione.

Il mattino del 27 si iniziarono i lavori della Seconda Sezione (Costruzione delle linee), sotto la Presidenza del Duval.

L'interesse si sollevò subito col rapporto degli Ingg. Darrieus e Desbarres su un nuovo tipo di palo per linee aeree. Si tratta infatti di un'idea veramente originale per quanto, come gli Autori stessi hanno rilevato, essa abbia una certa relazione con i pali elastici sorti in Italia molti anni or sono, per iniziativa del Semenza.

Gli Autori osservano in sostanza come, in una linea aerea, il costo del materiale conduttore — che è veramente parte essenziale della linea — rappresenti in generale una frazione modesta del costo totale della linea ed essi si sono pertanto proposti di ridurre notevolmente il costo dei pali rispetto a quello dei conduttori. In sostanza, in ogni tratto di linea determinato da due pali di amarraggio, gli Autori dispongono dei semplici cavalletti portanti, articolati, i quali hanno solo il compito di reggere il peso dei conduttori con relativo sovraccarico e di reggere all'azione del vento trasversale alla linea; mentre in senso longitudinale sono effettivamente tenuti in piedi dai conduttori.

Gli Autori hanno studiato completamente il nuovo sistema per un tipo di linea a 3 conduttori da 355 mm² disposti in un piano orizzontale e hanno presentato un interessante modello, mostrando come il sistema si deformi in caso di rottura di uno dei tre conduttori senza che le frecce delle campate adiacenti assumano valori eccessivi. Naturalmente, se si rompessero tutti e tre i conduttori, tutta la serie di cavalletti compresi fra due pali di amarraggio, verrebbe a cadere; ma gli Autori escludono assolutamente che in una linea ben fatta con conduttori nello stesso piano orizzontale e convenientemente spazati, il caso abbia a verificarsi. Come risultato pratico, gli Autori ritengono che una linea costruita secondo i loro concetti venga a costare dal 20 al 40 per cento meno di una linea costruita coi concetti ordinari pur con un sensibile aumento nella sezione dei conduttori, che si traduce in minori perdite per effetto Joule.

Alla comunicazione seguì, più che una discussione, una serie di domande rivolte agli autori; dal Perrochet, dal Borgquist e da altri, ma gli Autori mostrarono di aver veramente sviscerato il problema prevedendo tutte le possibili obiezioni.

La critica più seria che, secondo noi, sembra possa farsi al nuovo sistema è che esso è applicabile solo in regioni deserte o poco abitate, e quindi non certo utilizzabile nel nostro Paese. Meno seria ci parve invece l'obiezione degli svedesi, che il 20-30 per cento di risparmio sul costo della linea, corrisponde a pochi per cento di riduzione sui prezzi dell'energia venduta e che quindi non valga la pena di affrontare l'incognita di un sistema così diverso dei soliti; è questo un ragionamento che, generalizzato, escluderebbe infatti molti progressi tecnici.

Sullo stesso argomento dei pali, si ebbe anche un rapporto del nostro collega *Cangia* — che pubblichiamo in questo stesso numero — e che non fu seguito da discussione.

Il pomeriggio del giorno 27 fu assorbito dalla comunicazione dei rapporti di:

Belton: *Sulla resistenza meccanica dei pali nel senso della linea*; Norsa: *Su una campata di 900 m in una linea a 130 000 V*; Borgquist e Torsten-Nordell: *Sulla scelta della resistenza meccanica di una linea in relazione al suo valore economico*;

Wodmore e Woodhouse: *Sulle ricerche fatte in Inghilterra sui materiali impiegati e sulla costruzione delle linee aeree*;

Leboucher: *Sulla costruzione delle linee di contatto a grande velocità*.

Per il fatto che ben pochi di questi rapporti erano stati distribuiti preventivamente e che i pochi distribuiti lo erano stati solo il giorno precedente, la discussione, che avrebbe dovuto essere lo scopo della Conferenza, mancò quasi completamente e si limitò qualche volta alla semplice richiesta di chiarimenti, nonostante l'indubbio valore di parecchi dei rapporti presentati. Con particolare attenzione fu seguita l'esposizione del Norsa sull'attraversamento del Po con la linea della Società Interregionale. Notevole anche il rapporto del Leboucher — pure apparendo piuttosto estraneo al programma della conferenza, la quale pensiamo non dovrebbe occuparsi di dettagli relativi agli impianti di trazione.

Poco diverso fu l'andamento della Conferenza nella seduta antimeridiana del 28.

Si cominciò con un rapporto dell'Aviolar *sulla costruzione della fondazione dei pali*, seguito da brevi chiarimenti del Perrochet e del Duval.

Il nostro collega Manfredi espose quindi brevemente le caratteristiche della nuova linea a 130 000 volt recentemente e rapidamente costruita dalla Società Lombarda illustrandola con numerose fotografie che furono osservate con molto interesse.

Si passò quindi più particolarmente al tema degli isolatori con il rapporto del Bennet sul problema degli isolatori dal punto di vista dell'esercente (del quale il Presidente Duval fece rilevare l'importanza, invocando notizie e dati statistici da parte di tutti gli esercenti) e coi rapporti dell'Ing. Carini e del Riddle sulla composizione, microstruttura e proprietà fisiche della porcellana.

Anche questi rapporti, per quanto assai interessanti, non diedero luogo a discussioni.

Nel pomeriggio, il Collega Barbagelata ricordò brevemente, col sussidio di proiezioni, il metodo di opposizione immaginato dall'Ing. Emanueli per la esatta determinazione della distribuzione dei potenziali in una catena di isolatori.

Si ebbe quindi il rapporto del Lequerler sul coefficiente di sicurezza alla perforazione in una catena di isolatori a sospensione.

Quindi, in assenza dell'Autore, il Dott. Mailloux riassunse ampiamente il rapporto dell'Austin sui nuovi sistemi per prevenire la formazione degli archi a terra, del quale apparve subito la grande importanza.

L'autore, infatti che già sullo stesso argomento aveva esposto interessanti vedute nella Conferenza del 1921, ha sviluppati ampiamente i suoi studi, intesi ad eliminare, o per lo meno a rendere più difficile, la produzione degli archi a terra, i quali, secondo l'Autore, sono quasi sempre dovuti alla sovrapposizione di un treno d'onde ad alta frequenza, alla frequenza di funzionamento normale. Analizzando la genesi e le caratteristiche di questi archi a terra, l'Autore ha trovato che essi possono eliminarsi, applicando alla linea, nei punti che si vogliono proteggere, delle speciali superfici metalliche ricoperte da uno strato di materiale isolante. L'A. chiama *repressore* (in inglese «control»; in francese «reprimeur») questi apparecchi speciali aggiunti in prossimità dell'attacco del conduttore all'isolatore. Col corredo di numerose fotografie, egli ha documentato i risultati veramente impressionanti conseguiti che, come il Mailloux fece rilevare, potrebbero in un non lontano avvenire, provocare dei radicali cambiamenti nella struttura dei nostri impianti.

Anche questa comunicazione tanto importante non fu seguita da una discussione specifica perchè il testo ne era stato distribuito poche

ore prima. Solo il Saily chiese se vi fossero già in America in esercizio linee con i nuovi apparecchi di sicurezza e quale fosse la loro corrente di capacità, ma il Mailloux si limitò a dire che l'Austin sarebbe stato ben lieto di rispondere per iscritto a tutte le questioni che gli fossero sottoposte; domande e risposte sarebbero naturalmente pubblicate negli Atti della Conferenza.

Dopo di che la discussione divagò su questioni attinenti in generale agli isolatori a sospensione e vi parteciparono ripetutamente i colleghi Manfredi, Semenza, Del Buono e i Signori Borgquist (Svezia),

Si ebbe in seguito un apporto del Bertrand sullo *studio microscopico delle trasformazioni subite dalla porcellana durante la cottura* e un terzo rapporto del Sig. Borgquist e Nordell sulle *proprietà meccaniche delle funi di acciaio e di rame, caricate oltre i limiti di elasticità*.

Altra notizia assai interessante fu portata dal Prof. Chatelain di Pietrogrado circa un metodo colà impiegato con successo, per le prove di porosità della porcellana, basato sopra la grande solubilità dell'ammoniaca.

La seduta fu chiusa dai rapporti del Dott. Bruckmann e del Dott. Coufon sui *cavi ad alta tensione*. Il rapporto del Dott. Coufon costituì una vera monografia sulla tecnica odierna della costruzione dei cavi per alte tensioni e con piacere abbiamo potuto constatare come in esso l'A. abbia fatto la dovuta parte ai contributi dei tecnici italiani e segnatamente dell'Emanuelli, al perfezionamento della tecnica stessa.

La mattina del giovedì 29 fu ancora dedicata completamente ai cavi.

Notevole il rapporto presentato da Van Staferen sull'*invecchiamento dei cavi* e su *proposte concrete di Norme* per il loro collaudo; l'argomento, se fosse stato noto prima, avrebbe senza dubbio potuto dar luogo ad una interessante discussione fra i competenti; invece, dopo breve scambio di idee, su proposta del Dott. Mailloux, parve opportuno deferire senz'altro la questione delle Norme per i cavi alla Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Seguito con vivo interesse fu quindi il rapporto del collega Soleri sul *progresso dell'industria italiana nella tecnica dei cavi*, al quale fece da corollario la presentazione da parte del collega Barbagelata, di un nuovo originale tipo di cavo ad alta tensione recentemente costruito da una ditta italiana in seguito a ricerche interessanti dell'Ing. Emanuelli, sul quale speriamo poter ritornare più ampiamente quanto prima.

Il pomeriggio del 29 fu dedicato ad una visita all'importante laboratorio di prove a un milione di volt della Co. Gen. Electrocramique a Ivry, del quale nella seduta del giorno precedente, il Sig. Bellon aveva dato qualche notizia. Caratteristica particolare di questo laboratorio, sul quale ci riserviamo di ritornare altra volta, è l'impiego di tre trasformatori in aria che, collegati in cascata, permettono di ottenere il milione di volt contro terra, mentre, collegati in sistema trifase a stella, permettono di realizzare un sistema trifase a circa 600.000 volt.

Terza Sezione.

La mattina del 30 si iniziarono le sedute della Terza Sezione, sotto la Presidenza del Bizet e si sarebbe dovuto così entrare nel campo d'azione più caratteristico della Conferenza, in quelle questioni, cioè, relative all'esercizio e alla sicurezza delle grandi reti che, più delle altre, potrebbero dar luogo ad accordi e a regolamenti di carattere internazionale.

Si cominciò con una caratteristica comunicazione del Bellaar (Olanda) sui metodi per inculcare ai ragazzi la nozione dei pericoli presentati dai circuiti degli apparecchi elettrici. Alla comunicazione, corredata da presentazione di cartelli più o meno fantasiosi, con draghi, idre e serpenti annidati nei circuiti e negli apparecchi elettrici, destinati ad incutere un salutare terrore delle parti metalliche scoperte, seguì una breve discussione.

Si passò quindi alla regolamentazione delle linee ad alta tensione e non v'è dubbio che molte delle Comunicazioni presentate siano di grande interesse e che, esaminate e confrontate fra di loro, possano offrire materia veramente utile a future intese internazionali, per il giorno, probabilmente non lontano, in cui diventassero più frequenti i trasporti di energia varcanti le frontiere.

Citiamo così la relazione del Bellaar sulle nuove prescrizioni stabilite dall'Associazione degli ingegneri olandesi; quella del Meyer sulla regolamentazione delle linee di trasmissione ad alta tensione in Francia, i rapporti della delegazione belga e svizzera sullo stesso argomento, nonché la relazione dello Zarziski sullo stato attuale dei regolamenti polacchi.

Disgraziatamente, per la mancanza di preparazione da parte degli

intervenuti, il materiale così abbondante ed interessante, non poté dar luogo ad una discussione veramente organica e proficua; la discussione tuttavia non mancò, e ad essa parteciparono numerosi rappresentanti di quasi tutte le Nazioni presenti, ma più spesso essa si soffermò su particolari di carattere affatto secondario, suggeriti da considerazioni di interesse nazionale, se non pure qualche volta, strettamente locale. Ben venne pertanto la presentazione di un ordine del giorno da parte della Delegazione italiana, inteso appunto a riportare la questione a quelle linee generali che solo possono essere considerate in un Congresso internazionale e a deferire la funzione deliberativa alla Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Le Delegazioni francesi e belga presentarono pure un Ordine del Giorno, assai più dettagliato, che però sostanzialmente si proponeva gli stessi scopi, tanto che, dopo discussione, fu deferito alla Presidenza l'incarico di conglobare passibilmente i due Ordini del Giorno e sottoporli poi all'approvazione plenaria dell'assemblea nella seduta di chiusura.

Esaurita così tale discussione protrattasi alla prima parte del pomeriggio, si passò ad un altro argomento molto interessante che però non poté essere discusso a fondo: quello della *scala delle tensioni*.

Il collega Vannotti presentò un rapporto nel quale era sostenuto il punto di vista del Comitato Elettrotecnico Italiano, che cioè in primo luogo la scala delle tensioni debba riferirsi agli apparecchi (interruttori, trasformatori, ecc.) piuttosto che agli impianti, in modo da stabilire in definitiva le tensioni di prova a cui le diverse categorie di apparecchi devono essere sottoposte, lasciando poi all'esercente di scegliere per i propri impianti gli apparecchi della categoria che egli ritiene più conveniente. Secondariamente, il rapporto Vannotti sostenne il concetto che il numero delle tensioni tipo debba essere molto limitato e che i successivi valori debbano stare praticamente nel rapporto di uno a $\sqrt{3}$.

Le precise proposte del Comitato Italiano non furono particolarmente discusse, mentre la discussione si portò piuttosto sulla definizione di *tensione normale*, per la quale ancora non si delinea un facile accordo internazionale. Il Darrieus sostenne con buone ragioni il punto di vista sul quale i francesi sembra non vogliano più ammettere discussione, che cioè il valore della tensione normale in un impianto debba essere quello di distribuzione, ossia, riferendosi ad un grande trasporto, la tensione all'arrivo; e ciò sia perchè il numero di apparecchi interessati è assai maggiore per una rete che non per una stazione centrale; sia per la tendenza, che, secondo il Darrieus, non potrà che generalizzarsi, a realizzare reti a tensione costante, con largo e razionale impiego dei condensatori rotanti.

Sulla questione delle tensioni normali si ebbero anche i rapporti dell'Anker, del Drewnowsky e del Wilczeg il quale però, un po' in contrasto con gli scopi della Conferenza, si occupò più particolarmente delle basse tensioni di distribuzione.

Dopo breve discussione, a cui parteciparono, fra gli altri, Del Buono, Brileg, Vannotti, ecc., fu deciso di deferire anche questa questione alla Commissione Elettrotecnica internazionale.

La mattina del sabato 1° Dicembre, la Conferenza si occupò delle protezioni e, in seguito ai rapporti del Beard sulla messa a terra del neutro, del De Joung e di altri, si discusse sulla annosa questione della convenienza della messa a terra del neutro senza naturalmente giungere a conclusioni precise, per quanto l'opinione prevalente sembrasse che tale messa del neutro a terra sia senz'altro conveniente per le altissime tensioni.

Nel pomeriggio si trattò delle comunicazioni fra centrali con onde guidate e con onde libere. L'argomento, com'è noto, è assai importante, ma la ristrettezza del tempo consigliò qualcuno dei relatori a rinunciare al proprio rapporto. Si ebbe ciononostante un interessante scambio di idee, del quale crediamo opportuno rilevare le esplicite affermazioni del Duval, del Landry e di altri, secondo le quali gli impianti di comunicazione ad onde guidate darebbero ormai in Francia e in Svizzera risultati assolutamente perfetti anche nei riguardi delle chiamate che, com'è noto, sembrano costituire il punto più delicato della questione.

Alla fine, si accennò alla opportunità di creare un Comitato internazionale, il quale studi a fondo lo stato della questione nei diversi paesi per poter presentare eventualmente una relazione esauriente ad una prossima Conferenza.

Seduta plenaria di chiusura.

Chiusi i lavori delle Sezioni, nel pomeriggio del sabato seguì la seduta plenaria di chiusura, sotto la Presidenza del Leguez.

Secondo un sistema assai utile e che vorremmo vedere generalizzato in tutti i nostri Congressi tecnici, si cominciò con la lettura dei riassunti dei lavori delle tre Sezioni, redatti dai tre Presidenti di sezione.

Crediamo utile riportare qui integralmente questi brevi rapporti perchè essi danno un'idea assai organica, se pure officiosa, dei lavori della conferenza e completano assai bene quanto abbiamo detto in modo necessariamente incompleto e un po' soggettivo.

Rapporto del Presidente della Prima Sezione.

La prima sezione si è occupata, a proposito della produzione e della trasformazione della energia elettrica, delle due importanti questioni delle sottostazioni all'aperto e degli interruttori in olio.

1) *Sottostazioni all'aperto.* — Da due anni le sottostazioni all'aperto hanno avuto un grandissimo sviluppo in America e in Europa.

Particolarmente in America questo modo d'installazione che dal punto di vista della sicurezza non sembrava interessante che per tensioni dell'ordine di 100 000 volt (come era risultato dalle nostre conclusioni nella conferenza del 1921), è stato esteso anche alle tensioni relativamente basse, specialmente a 33 000 volt. Negli Stati Uniti si realizzano in tal modo delle sottostazioni di piccola potenza che permettono, per i piccoli centri e le campagne, un'alimentazione economica per la soppressione di fabbricati e la semplificazione delle installazioni.

Dalla discussione risulta che gli scaricatori sono spesso dei punti deboli in queste installazioni e possono venire soppressi in molti casi. La miglior protezione sembra risiedere negli isolamenti calcolati con sufficiente larghezza.

2) *Irruttori in olio.* — Sebbene sieno state eseguite prove comparative fra interruttori a doppia interruzione e a interruzioni multiple, non è certo ancora possibile in quest'anno pronunciarsi sul numero dei punti di interruzione da adottarsi. Sono in corso delle prove al Laboratorio centrale di elettricità di Parigi per uno studio profondo di questi apparecchi. Gli ingegneri americani hanno realizzato degli impianti a fasi separate, ma, per le complicazioni che comportano, non sembrano vantaggiarsi che per le grandissime stazioni dove i corti circuiti sono particolarmente da temersi fra le fasi.

Rapporto del Presidente della Seconda Sezione.

Il programma di studio della seconda sezione comprendeva specialmente i problemi relativi ai sostegni delle linee, agli isolatori e ai cavi sotterranei ad alta tensione.

1) *Sostegni.* — Non si può non meravigliarsi della piccola importanza del costo dei conduttori nella spesa totale della costruzione di una linea ad altissima tensione, sebbene questi conduttori costituiscano la parte essenziale della trasmissione. In particolare i sostegni rappresentano una spesa elevata che si cerca di ridurre il più che sia possibile diminuendo il numero dei pali, i tipi speciali e la loro importanza.

Una delle soluzioni proposte consiste nell'usare dei pali in forma di cavalletti articolati alla base ed alla sommità: si realizza così un sostegno che presenta la stabilità normale in direzione perpendicolare alla linea. I conduttori stessi impediscono il rovesciamento nella direzione della linea ed agiscono da membrature come in certe armature metalliche.

Un'altra soluzione che è stata proposta per ridurre il costo dei sostegni consiste nel normalizzare i tipi impiegati; si può realizzare per esempio un vero palo universale che permetta di ottenere tutte le disposizioni richieste dalla configurazione del terreno modificando negli angoli il palo universale sia spostando una parte della sua armatura, sia cambiando i punti d'attacco delle catene di isolatori.

Nello stesso ordine di idee ci si è preoccupati della resistenza meccanica dei sostegni nel senso della linea al fine di tener conto di possibili azioni di squilibrio.

Dalla discussione dei diversi rapporti relativi a questa questione è risultato che gli esercenti le grandi reti sono generalmente partigiani di linee robuste stabilite su pali normali o che offrano una resistenza meccanica importante, perchè, specialmente per le linee di grande potenza, non sono tollerabili interruzioni nel servizio dovute a insufficienza meccanica delle opere. Però l'economia realizzata sul costo della linea mediante l'impiego di sostegni flessibili o articolati può ottenersi alla condizione che la linea sia assicurata da pali di ancoraggio convenientemente ripartiti.

Il problema della resistenza meccanica delle opere ha condotto l'Associazione britannica di ricerche elettriche a stabilire un programma di prove comprendenti i quattro capitoli principali che qui si riportano: 1) resistenza dei pali e delle loro fondazioni; 2) proprietà meccaniche dei fili e dei cavi; 3) pressione del vento sui fili e sulle strutture; 4) proprietà fisiche della porcellana.

Queste ricerche sono attualmente in corso; la conferenza è stata messa al corrente dei primi risultati interessantissimi e che mostrano quale importanza abbiano per i costruttori di linee le prove dei materiali da impiegare.

La costruzione del massiccio di fondazione normale è pure molto

onerosa, si è cercato perciò di realizzare delle serie economie impiegando dispositivi speciali; uno di questi, adottato attualmente in Francia per una linea ad altissima tensione, consiste nel sostituire al massiccio un lastrone in cemento armato. In altre installazioni si è realizzata un'economia importante evitando l'incastramento del palo nel suo massiccio; a questo scopo si dispongono nella muratura di fondazione dei ferri speciali sui quali vien fissato il palo.

La trazione elettrica sulle grandi linee ferroviarie richiede per la grande velocità dei treni, delle linee catenarie flessibili senza punti fissi, le cui proprietà ed i cui vantaggi sono stati esposti in un rapporto completo e documentato.

2) *Isolatori.* — L'elemento vitale di una linea di trasmissione di energia resta l'isolatore poichè esso è sottomesso a tutti i pericoli risultanti dal suo duplice lavoro meccanico ed elettrico.

I fabbricanti si preoccupano sempre maggiormente della ricerca di una porcellana che realizzi le migliori condizioni tanto meccaniche quanto elettriche per la sua composizione e per la sua preparazione.

Notevoli memorie sono state dedicate alla descrizione delle proprietà chimiche e fisiche degli isolatori per diverse composizioni di paste.

Dal punto di vista delle proprietà elettriche degli isolatori, la Conferenza ha esaminato diverse questioni, in particolare la ripartizione del potenziale lungo le catene, la definizione di un coefficiente caratteristico degli isolatori basato sul rapporto fra la tensione di perforazione e la tensione di scarica superficiale.

L'invecchiamento degli isolatori in linea o in magazzino, come la proporzione dei ricambi sulle linee sono stati oggetti dell'attenzione dei congressisti. Dalla discussione su quest'ultimo punto e dai dati forniti da esercenti linee elettriche di diversi paesi risulta che un buon isolatore, fissato convenientemente, dura molto tempo e fa diminuire il numero dei ricambi necessari.

3) *Cavi sotterranei.* — La trasmissione dell'energia elettrica mediante cavi sotterranei presenta dei vantaggi importanti rispetto alla trasmissione con linee aeree in certi casi speciali e in prossimità di luoghi abitati; è dunque di grande interesse il cercare di realizzare cavi per tensioni elevate.

Questa realizzazione esige delle precauzioni sia nella scelta della materia isolante al fine di ridurre al minimo le perdite per isteresi del dielettrico, sia nella concezione stessa del cavo per poter far lavorare questo isolante alla migliore sollecitazione dielettrica ed evitare ogni perforazione. Le relazioni presentate contengono su questi due punti dei ragguagli generali importanti e dei dati pratici preziosi.

D'altra parte è indispensabile che l'acquirente possa verificare le proprietà dei cavi che gli sono presentati. Uno studio completo espone le prescrizioni elaborate dall'Associazione dei direttori di imprese elettriche dei Paesi Bassi e ne dà l'applicazione a diversi tipi di cavi di qualità differente. Il raggruppamento di questi tipi dedotta dalle prove è identico a quello che tien conto dei risultati della pratica. I relatori ne deducono che il metodo preconizzato è raccomandabile almeno fino a che la nostra imperfetta conoscenza dei dielettrici non ci dia un metodo migliore.

Per finire signaleremo che sono state presentate alla Conferenza diverse relazioni di carattere descrittivo, contenenti dati preziosi sulle installazioni di linee effettuate in condizioni particolari. Questi dati costituiscono dei documenti di primo ordine che potranno essere consultati da tutti i costruttori che si trovino di fronte a problemi analoghi.

Rapporto del Presidente della Terza Sezione.

I lavori della Terza Sezione sono stati dedicati specialmente alla regolamentazione della costruzione delle linee aeree ad altissima tensione, alla normalizzazione delle tensioni e alle questioni di esercizio (protezioni contro le sovratensioni, statistiche, ecc.).

1) *Regolamentazione.* — Si sono confrontate le regolamentazioni sulla costruzione delle linee nei diversi paesi e si è stabilito l'accordo sulla necessità di fissare la regolamentazione di ogni paese su basi similari. Il voto emesso a questo proposito ha per fondamento essenziale la soppressione delle disposizioni che l'esperienza ha mostrato non solamente inutili ma sovente contrarie alla sicurezza, e l'adozione di disposizioni uniformi lungo tutta la linea.

2) *Normalizzazione delle tensioni.* — La Conferenza ha espresso il desiderio che la Commissione elettrotecnica internazionale che sta occupandosi della normalizzazione delle tensioni, trovi nei lavori della Conferenza un complemento d'informazioni che le permettano di arrivare ad una normalizzazione che dia soddisfazione a tutti i paesi.

3) *Questioni di esercizio.* — La Conferenza ha riconosciuto tutto l'interesse che presenta, per gli esercenti, la comunicazione delle statistiche relative alle interruzioni ed alle analisi delle loro cause, agli accidenti provenienti da diverse parti dell'installazione e principalmente dagli isolatori. È fuori dubbio che anche nella Conferenza pros-

sima i dati di questo genere saranno accolti con non minore interesse. Il confronto di queste osservazioni pratiche è infatti la miglior guida per la costruzione delle installazioni future.

La protezione contro le sovratensioni resta un problema la cui importanza risalta dalle numerose comunicazioni che sono state fatte e che ci hanno mostrato sotto un aspetto nuovo la parte delle reattanze di protezione. Nessun dubbio che, come questa Conferenza ci ha portato degli elementi d'esperienza preziosissimi, l'evoluzione delle questioni prosegua tanto che la Conferenza prossima ci porti delle soluzioni, se non definitive, almeno consacrate da una pratica molto più certa.

La questione della messa a terra del neutro che solleva le questioni connesse della sicurezza delle persone, della sicurezza delle linee telegrafiche, telefoniche e di segnalazione, ha provocato numerosi lavori che hanno mostrato come questo problema preoccupasse i membri della Conferenza. Sembra se ne possa dedurre che per le altissime tensioni la pratica di mettere il neutro a terra va sviluppandosi e che i disturbi telefonici sono da temersi meno che di quel che si potesse pensare.

Resta forse da definire più completamente il caso in cui conviene effettuare la connessione sia direttamente, sia con l'intermediario di una resistenza o di una reattanza, ma le indicazioni date a questo riguardo possono già costituire una guida.

La questione della comunicazione fra le stazioni mediante telefonia ad alta frequenza non ha potuto che essere sfiorata, ma le informazioni che qualcuno dei nostri colleghi ha voluto portare, mostrano che la questione è nettamente uscita dal dominio dei laboratori. La proposta che è stata fatta dal Dott. Mailloux a questo riguardo inaugura un nuovo metodo di lavoro che darà certamente i suoi frutti.

L'importanza delle constatazioni sperimentali non è forse mai risaltata meglio che in questa terza parte dei nostri lavori. Per questo io credo di poter fin d'ora incitare gli esercenti a raccogliere per la prossima Conferenza la maggior quantità possibile di osservazioni pratiche. È dal raffronto di queste osservazioni che sono sempre uscite le soluzioni migliori.

Si passò quindi alla discussione degli Ordini del Giorno presentati dalla Presidenza: il primo, relativo alla regolamentazione interna delle linee aeree, costituito dagli Ordini del Giorno presentati dalla delegazione italiana e dalle delegazioni belga olandese insieme, fu approvato senza discussione nei seguenti termini:

In tutti i Paesi, vi è una forte tendenza a semplificare gli impianti. Così dappertutto, ci si preoccupa di adottare nella costruzione delle opere quei dispositivi che meglio possano garantire la sicurezza delle installazioni, evitando però lo spreco.

È pertanto meno necessario di adottare dei regolamenti troppo severi, in quanto le Società concessionarie hanno un interesse diretto a costruire i loro impianti nel modo più perfetto che sia possibile.

La Conferenza approva pertanto i seguenti voti:

1. - Voto della Delegazione Italiana:

Che i notevoli contributi presentati dai vari autori, in conformità del voto espresso dal Congresso del 1921, siano ulteriormente sviluppati allo scopo di separare in tutti i possibili particolari, i principi fondamentali ai quali si deve cercare di dare un'applicazione internazionale dalle idee e soprattutto dalle prescrizioni speciali che sono e saranno sempre necessarie per i differenti paesi, in ragione delle loro condizioni e abitudini particolari.

Che, dopo di ciò, i principi generali che interessa adottare internazionalmente, siano trasmessi, insieme coi risultati delle discussioni del presente Congresso e coi voti formulati, dalla Presidenza del Congresso alla Commissione Elettrotecnica Internazionale per l'approvazione definitiva.

2. - Voto Belga-Olandese.

Che i regolamenti relativi alla posa delle linee di trasporto ad alte tensioni favoriscano l'adozione di tracciati il più possibile rettilinei, riducenti al minimo il numero dei pali d'angolo, permettenti delle campate eguali, ed aventi il minor percorso possibile in comune colle strade di dominio pubblico, fiumi, canali, ecc.

Si richiama l'attenzione sull'importanza economica di facilitare la costruzione delle reti, concedendo al concessionario il diritto di espropriazione pubblica o privata per la posa dei pali o dei conduttori e l'autorizzazione di fare attraversamenti sotto qualunque angolo, senza modificare l'allineamento e la lunghezza delle campate. Nei limiti previsti, gli attraversamenti dovranno essere effettuati sotto l'angolo che dia il minimo sforzo sopra i supporti della linea interessati.

3. - Che si ammetta un coefficiente di sicurezza uniforme per i conduttori, su tutta la lunghezza della linea.

4. - Che si sopprimano tutti i dispositivi di inquadramento, il raddoppiamento dei conduttori, i parafulmi, i « cadres de garde » e che ci si limiti al raddoppiamento degli isolatori nel solo caso in cui il raddoppiamento sembri giustificato.

5. - Che per l'attraversamento delle linee telegrafiche e telefoniche

e di segnalazione (che non siano sotterranee) si prescriva — e solo quando sia indispensabile — un dispositivo di sospensione che compori semplicemente il raddoppio del numero degli isolatori con degli attacchi di sicurezza.

6. Che, quando sia il caso di calcolare la stabilità dei supporti, si tenga conto non soltanto della gravità, ma anche della reazione delle terre, della loro compagine e della resistenza allo slittamento.

7. - Che sia accordato ai costruttori il privilegio di essere sempre ricordati all'Ufficio centrale telefonico che faccia servizio permanente, e che venga loro concesso il diritto di priorità per le comunicazioni in caso di guasti.

8. - Che siano emanate delle leggi severe contro gli atti di vandalismo sulle opere di produzione, di trasporto e di distribuzione di energia.

Un secondo ordine del giorno, inteso ad estendere il campo d'azione della Conferenza, trasformandola press'a poco in un Congresso generale di elettrotecnica, fu invece (assai opportunamente) ritirato in seguito alle osservazioni felicemente svolte dal Prof. Landry (Svizzera), il quale sostenne come l'interesse e l'importanza della Conferenza le derivano dall'aver essa limitato il suo campo allo studio dei problemi inerenti alle altissime tensioni e che sarebbe pertanto desiderabile di restringere eventualmente il numero degli argomenti trattati anziché aumentarlo.

Infine, un terzo ordine del giorno fu presentato, logica conseguenza del mancato sviluppo di molte discussioni, e che potrà avere grande importanza per l'andamento dei futuri lavori della Conferenza.

Tale ordine del giorno, inteso ad ammettere alla Conferenza soltanto i rapporti presentati in anticipo di quanto è necessario per la loro pubblicazione e distribuzione, suscitò una discussione nella quale furono ripetute le solite ragioni pro e contro la pubblicazione preventiva dei rapporti, ma l'ordine del giorno fu alla fine approvato nei seguenti termini:

La Conferenza,

considerando che, malgrado le vive insistenze del suo Segretario generale, un buon numero di rapporti è stato inviato troppo tardi perchè potesse farsi la traduzione, la stampa e la pubblicazione, quando già i lavori della Conferenza erano incominciati;

che la Conferenza stessa ha per questo fatto perduto molto del suo interesse, poichè non è stato possibile ai Membri delegati di prendere conoscenza in tempo utile dei rapporti arrivati così in ritardo;

che è indispensabile facilitare con tutti i mezzi la discussione verbale poichè questa è l'oggetto delle riunioni;

fa voti:

1. - Che per la prossima Conferenza sia obbligatorio inviare al Segretario generale il testo completo dei rapporti almeno quattro mesi prima della Conferenza, se i rapporti stessi saranno redatti in francese o in inglese: ed almeno due mesi prima quando essi siano presentati nelle due lingue.

2. - Che per facilitare l'osservanza di questa prescrizione, ciascun Paese abbia a creare un piccolo Comitato di due o tre membri. il quale avrà per oggetto: di far conoscere la prossima sessione della Conferenza; di non accettare fra i rapporti ricevuti che i più importanti; infine di imporre agli autori il rispetto del termine di 4 mesi previsto qui sopra.

Si ebbero quindi i discorsi di chiusura con la proposta, approvata per acclamazione che la Terza Conferenza sia indetta, sempre a Parigi, per la primavera del 1925.

Pranzi, visite e ricevimenti.

La sera del Martedì 27, l'Union des Syndicats de l'Electricité, organizzatrice della conferenza, offrì ai rappresentanti delle altre nazioni un banchetto nel salone dell'Hôtel Cardridge. Numerosi brindisi si ebbero da parte dei designati dal Presidente del banchetto a parlare in nome delle varie nazioni o dei vari gruppi di nazioni.

La sera del Giovedì 29, fu invece offerto agli ospiti stranieri un ricevimento artistico nella Sala Hoche, con esecuzione vocale e strumentale di musica francese antica e moderna, con recitazione e danze.

La mattina del Venerdì 30, una quarantina di delegati scelti fra i rappresentanti delle varie nazioni e guidati da M. Legoux Presidente e da M. Tribot Laspère segretario generale dell'Union des Syndicats de l'Electricité, furono ufficialmente ricevuti all'Eliseo dal Presidente della Repubblica. Fra i delegati italiani furono designati il Presidente Generale Del Buono e l'Ing. Soleri per l'A.E.I. e gli ingegneri Semenza e Barbagelata per il Comitato Elettrotecnico.

La sera dello stesso Venerdì i rappresentanti delle varie nazioni offrirono ai rappresentanti ed agli organizzatori francesi un banchetto alla Sala Hoche, con numerosissimi e felici brindisi, da un bisillabico « banzai » del delegato Giapponese ai fortissimi discorsi del Dr. Mail-

loux. Per l'Italia parlarono felicemente il Presidente Del Buono e l'Ing. Semenza, già pubblicamente designato dal Dott. Mailloux quale futuro Presidente della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

La domenica mattina, a conferenza già chiusa, vi fu una visita collegiale alla imponente centrale termica di Gennevilliers, di cui già nel 1921 erano stati visitati i lavori e della quale l'Elettrotecnica ha già avuto occasione di occuparsi.

Altre visite individuali o per gruppi furono organizzate a centrali e ad opifici ed escursioni e gite interessantissime al campo di battaglia di Reims ed agli impianti di elettrificazione dei Chemins de fer du Midi. Inoltre ai convenuti fu offerto il libero ingresso alla ricca esposizione di Fisica inaugurata il venerdì 30 novembre nel « Grand Palais » dei Campi Elisi, comprendente in grande prevalenza apparecchi e materiali interessanti le radiotrasmissioni e la grande elettrotecnica, come la riproduzione, al vero, di una stazione di sezionamento all'aperto per linee a 150 kilovolt.

Conclusione.

L'impressione generale e sintetica che speriamo possa scaturire da quanto siamo venuti esponendo è che l'Union des Syndicats de l'Electricité, organizzatrice della Conferenza, nulla abbia tralasciato per rendere gradito agli ospiti il soggiorno nella Capitale francese e per organizzare nel modo migliore la conferenza. Vogliamo qui particolarmente rilevare il perfetto servizio stenografico, affidato a quattro stenografi, due per il francese e due per l'inglese, tale che 48 ore dopo una seduta era possibile averne in visione il verbale. E siamo lieti di rinnovare al signor Tribot Laspière, infaticabile e cortesissimo segretario generale della Conferenza, il plauso vivissimo che gli fu ripetutamente e meritatamente tributato alla chiusura dei lavori.

Solo grave inconveniente, la ritardata o mancata pubblicazione di molti rapporti che ha spesso tolto alla Conferenza il principale dei suoi scopi: la discussione organicamente predisposta degli argomenti all'ordine del giorno. Il voto emesso nell'ultima seduta ha apertamente riconosciuto questa deficienza e ha inteso provvedere che essa non si ripeta per l'avvenire, cosicché le future Conferenze possano realmente studiare a fondo, da un punto di vista internazionale, tutti quei problemi inerenti alle linee ed alle reti ad altissima tensione sui quali dovrà poi legiferare la Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Quanto alla materia tecnica presentata alla conferenza, un giudizio esauriente potrà darsi quando anche gli ultimi rapporti saranno stati stampati e distribuiti. Senza dubbio, nella cinquantina di rapporti presentati, non pochi ve ne sono di grande valore, sia per la novità dei concetti, sia per la ricchezza del materiale statistico in essi raccolto. Ad ogni modo l'impressione generale è che, chiuso il periodo storico in cui le altissime tensioni parevano riservate ai Nord Americani, tutto il mondo cammini rapidissimamente su tale via. Anche talune nazioni che fino a pochi anni or sono erano le più arretrate nel campo elettrotecnico, vantano oggi reti ed impianti grandiosi. L'Italia col suo gruppo di nuove linee a più di 100 kilovolt in esercizio o in avanzata costruzione, già bene si afferma su tale via. E vogliamo chiudere con un augurio: che, secondo il voto approvato a Parigi, la nostra A. E. I. si metta senza indugi all'opera per organizzare il concorso italiano alla 3ª Conferenza che si terrà a Parigi nella primavera 1925, per modo che, con un organico gruppo di relazioni ed un ordinato intervento nelle discussioni, la tecnica italiana possa vigorosamente affermarsi, mostrando come essa abbia saputo far tesoro dell'esperienza dei paesi che l'hanno preceduta, e come, anche nel campo nuovo delle altissime tensioni, essa possa apportare al progresso collettivo il valido contributo della sua genialità.

A. B.

Elenco dei fabbricanti in Italia ... di macchinario e materiali elettrici ...

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3ª edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di commercio, Consolati, ecc. È quindi interesse di tutte le Ditte costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale (Via S. Paolo 10 - Milano (9)).

LETTERE ALLA REDAZIONE

Telefonia ad onde convogliate.

Riceviamo:

Spett. Redazione l'« Elettrotecnica ».

In relazione alle discussioni tenutesi nel 28º Congresso sulla telefonia ad onde guidate, per il collegamento telefonico delle centrali, mi sia permesso fare alcune osservazioni.

La discussione, abbastanza animata, ha lasciato l'impressione che la telefonia ad alta frequenza sulle condutture di energia, sia ancora ai primi passi e che per il momento non possa essere considerata quale sicuro mezzo di comunicazione. Credo quindi interessante chiarire brevemente gli svantaggi ed i vantaggi di questo nuovo sistema di telefonia, basando l'esposizione sulle esperienze compiute fino ad oggi, precisandone i limiti d'uso e confrontandolo con altri sistemi.

La telefonia normale a filo, risente non indifferenti disturbi: durante i temporali il suo uso è da escludersi e notevoli perturbazioni si osservano nei periodi di brina o di umidità atmosferica in genere. Poste poi le condutture in vicinanza di linee percorse da corrente alternata, si notano fenomeni induttivi assai intensi e di non facile eliminazione. Spesso furti di filo, bufore, ecc., interrompono per lunghi periodi le comunicazioni. Dal lato finanziario, poi, le spese di impianto, manutenzione e sorveglianza, non sono certamente indifferenti.

Il sistema della telefonia protetta contro l'alta tensione, sviluppata in Italia dalla Ditta Perego ed in Germania dalla Soc. An. Siemens & Halske, ha permesso la installazione di condutture telefoniche in vicinanza di quelle percorse dall'alta tensione od anche sulle stesse palificazioni. Speciali dispositivi vengono adottati per impedire che la corrente ad alto potenziale influisca sulla linea telefonica, o che, in caso di rottura del filo d'energia, questa non venga trasmessa agli apparecchi telefonici. Non lievi inconvenienti si hanno pure con questi sistemi: in primo luogo per il fatto che la eliminazione dei disturbi di induzione, non può avvenire quando le fasi non sono egualmente caricate (ed in tal caso al telefono si nota il rumore assordante della bassa frequenza); secondariamente, ed è questo un fattore di grande importanza, in caso di temporale le linee non possono essere usate, come pure durante il gelo od una forte nevicata, è assai facile la rottura dei conduttori.

Un impianto telefonico ideale sarebbe quello in cavo sotterraneo. In questo caso tutti i difetti più sopra elencati, e quelli comuni negli ordinari impianti, sono praticamente eliminati. Ma l'enorme spesa di posa di una linea sotterranea rende questa soluzione proibitiva per le Aziende Elettriche. Anche il sistema delle onde convogliate, che utilizza le linee di trasporto di energia, paragonato con il cavo, presenta certamente un fattore di sicurezza minore. Ma esso è invece almeno di pari valore come sicurezza rispetto sia ad un impianto a bassa frequenza su palificazione separata, sia ad una linea posta sulla stessa palificazione della linea di trasporto. Oltre a ciò esso non presenta gli altri svantaggi dei due sistemi. Un'importante osservazione si è che la telefonia ad onde guidate permette lo scambio di comunicazioni anche in casi in cui con quella a bassa frequenza è impossibile ogni collegamento. Ciò si osserva, ad esempio, in caso di temporali; e tutti sanno come, sia il Direttore di una Azienda elettrica, sia il personale addetto, ha più che mai bisogno di comunicazioni telefoniche durante tale periodo.

Riguardo alle spese di installazione del sistema ad alta frequenza, il costo dell'impianto è in proporzione minore di quello occorrente per una linea ordinaria, quando si tratti di installazioni aventi uno sviluppo non inferiore ai 25 ÷ 30 km.

Posti in rilievo i vantaggi delle comunicazioni ad onde convogliate, sarebbe tuttavia certamente azzardato ritenere tale sistema assolutamente perfetto. Possono anche in questo caso presentarsi circostanze in cui le conversazioni si rendono difficili o impossibili.

Nel caso della radiotelegrafia ordinaria l'energia elettromagnetica viene irradiata in tutto lo spazio e solo una piccola parte di essa viene utilizzata alla ricezione. Ben diversamente si comportano le correnti oscillanti convogliate su fili. In questo caso l'energia trasmessa alle condutture, non si ripartisce nello spazio, ma è per la maggior parte guidata lungo i fili e può quindi azionare un ricevitore con una intensità di molto superiore a quella che si avrebbe a pari distanza con la radiotelegrafia comune. È questa una particolarità che non va dimenticata, essendo una delle caratteristiche delle comunicazioni ad alta frequenza lungo le condutture. Così con solo 5 watt all'emissione, è possibile una « sicura » trasmissione ad una distanza di 200 km. Tale portata se eseguita con telefonia senza filo, avrebbe richiesto una potenza 100 e più volte superiore (500 watt) irradiata da un aereo avente un'altezza di almeno 50 ÷ 60 m.

Raramente però in pratica le due stazioni ad alta frequenza sono direttamente collegate da una linea semplice. Spesso si hanno linee parallele, incroci, stazioni intermedie, cabine di trasformazione, ecc. Di tutto ciò è necessario tener conto. Le centrali elettriche posseggono delle induttanze e capacità tali che rappresentano delle notevoli impedenze per le frequenze usate nelle comunicazioni ad onde convogliate. Così pure possono osservarsi dei fenomeni di risonanza nelle linee, fenomeni tali da determinare intense ripercussioni sulla tele-

fonia ad alta frequenza. Tutti questi fattori contribuiscono ad assorbire dell'energia ed a diminuire, di conseguenza, la portata delle stazioni.

Per superare tutte queste varie difficoltà, sono stati immaginati vari artifici, dei quali qui se ne accenneranno alcuni, dovuti alla «Telefunken».

Così, per esempio, una combinazione diviene generalmente impossibile se sulle condutture si trovano coltelli separatori o commutatori aperti. Ma la comunicazione può avvenire con perfetta sicurezza superando, ad es., queste interruzioni di linea a mezzo di speciali circuiti oscillanti sintonizzati; uno sull'onda di emissione, l'altro su quella di ricezione. Qualora il collegamento delle apparecchiature ad alta frequenza, dovesse essere effettuato a mezzo di condensatori direttamente inseriti sulla linea di trasporto di energia, il complesso, in caso di corto circuito delle capacità, viene reso innocuo a mezzo di speciali dispositivi di sicurezza.

Una delle importanti osservazioni da farsi nelle installazioni di apparecchiature ad alta frequenza, è quella riguardante «la messa a terra». Nel caso di lavoro sulle linee, queste vengono collegate a terra, come pure nelle Centrali, si fanno delle terre. È facile comprendere che tali prese influiscono dannosamente sulle comunicazioni ad alta frequenza, perchè aprono facile via alle correnti di segnalazione. Non sempre le comunicazioni telefoniche rimangono interrotte, ma certamente si nota una notevole diminuzione nella intensità delle comunicazioni. Si può allora premettere alle prese di terra, una bobina speciale che costituisce una forte impedenza per oscillazioni così rapide. Queste bobine di protezione vengono fornite anche alle squadre di operai che lavorano lungo le linee e che debbono quindi collegarle a terra. La bobina è in alluminio, montata su opportuno isolatore, e dato il suo peso e volume limitato è di facile trasporto.

Le comunicazioni ad alta frequenza hanno come loro principale nemico il difetto di isolamento delle linee. Tale difetto diminuisce l'energia di emissione e di conseguenza provoca un notevole indebolimento dell'intensità dei segnali. Se un isolatore è difettoso in maniera tale da produrre scintillii, questo difetto produce alla ricezione un rumore caratteristico. Quando ciò si verifica si può essere perfettamente sicuri che dipende esclusivamente da difetto degli isolatori. Si sono avuti dei casi in cui il rumore al telefono era talmente assordante da rendere quasi impossibile la comunicazione. Un esame accurato della linea ha dimostrato che ciò dipendeva esclusivamente da isolatori guasti. Un passaggio di scintille agli isolatori, provoca delle oscillazioni di natura analoga a quelle delle comunicazioni ad onde guidate. Tolta la corrente ad alta tensione, generalmente lo scambio di conversazioni può ancora avvenire, ma si comprende come il ripetersi dell'inconveniente sarà evitato solo provvedendo alla riparazione delle linee stesse. Tuttavia i casi in cui il rumore al ricevitore sia tale da rendere impossibile le comunicazioni, si verificano assai di rado. In generale l'inconveniente si limita alle reti a bassa tensione, nelle quali l'isolamento lascia a desiderare, oppure in reti che furono costruite per una data tensione e che più tardi, forse per necessità pecuniarie, furono usate con una tensione di esercizio maggiore. Impianti moderni, costruiti secondo le norme dettate dalla tecnica, hanno dato sempre buoni risultati, come dimostrano i molti impianti già eseguiti in ogni parte della Germania e dell'estero.

Dal collegamento primitivo eseguito a mezzo di aerei lunghi da 100 a 200 m e tesi parallelamente alle linee ad alta tensione, si passò ben presto ad un diretto collegamento delle linee di energia alle apparecchiature telefoniche a mezzo di condensatori di piccola capacità, ma di fortissimo isolamento, tali cioè da offrire le massime garanzie rispetto alla corrente d'esercizio di linea.

Attualmente si può ricorrere anche ad un nuovo dispositivo, che usufruisce del filo di guardia per le comunicazioni. Questo nuovo sistema consiste in uno speciale circuito formato dal filo di guardia isolato per un tratto di ca 500 m e messo a terra alle estremità. Il complesso allora diviene sede di oscillazioni e segue gli impulsi che riceve dall'ordinario trasmettitore radio a cui è induttivamente accoppiato. Questa nuova applicazione ha dimostrato la nessuna influenza delle ordinarie prese di terra alla Centrale e la possibile eliminazione delle bobine di strozzamento sulle terre della stazione generatrice.

Grato dell'ospitalità concessami mi riservo di tornare in un prossimo articolo su di alcune altre particolarità tecniche assai interessanti.

Milano, 17 ottobre 1923.

G. RAUTENKRANTZ.

:: Sunti e Sommari ::

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

IRVING B. SMITH — Applicazioni e limitazioni delle termocoppie nella misura di temperature. (J. Am. I. E. E., febbraio 1923, pag. 171).

L'A. passa in rivista le diverse applicazioni che hanno fino ad ora trovato le coppie termoelettriche nella misura delle temperature, mettendone in evidenza nei singoli casi le condizioni di più soddisfacente funzionamento.

Le misure eseguite con coppie termoelettriche, possono però essere affette da errori che l'A. elenca nel modo che qui riassumiamo.

La coppia può essere stata tarata imperfettamente, oppure la taratura originale può non essere più valida in causa di alterazioni avvenute nella coppia in seguito all'uso fattone. L'A. raccomanda di non fidarsi delle tabelle o delle curve fornite dai costruttori, ma di verificare sempre le coppie prima dell'uso; cita il caso di coppie platino-platino rodio presentate come campione e che in realtà davano un errore di 6°.

Per temperature sotto i 320° si usano di solito le coppie di rame e costantina; si può ritenere che si mantengano inalterate, entro i limiti di 0,5°. Possono servire bene anche fino a 500° ma il rame si ossida rapidamente e deve essere rinnovato di frequente. Secondo l'A. si può cambiare il rame senza alterare la taratura della coppia, purchè si usi rame elettrolitico; invece bisogna essere prudenti nel cambiare le costantina essendovi differenze sensibili nelle leghe provenienti da fusioni diverse: l'errore può salire a 1%.

Per il controllo delle tarature delle coppie, l'A. mette in evidenza le note difficoltà per ottenere esatte misure di temperatura con termometri a mercurio. Perciò consiglia di usare come campione, anzichè un termometro, un'altra coppia accuratamente tarata in laboratorio e conservata per questo uso. Il confronto di due coppie si eseguisce con estrema facilità, immergendole in uno stesso bagno caldo.

L'A. assicura che non è necessario preoccuparsi che le coppie siano immerse nel bagno per una medesima lunghezza, non derivando da tale fatto che un errore di circa 0,25°.

Nessuna influenza deriva alle misure da alterazioni di temperatura che si verifichino lungo il percorso dei fili provenienti dalla coppia; in esperienze condotte dall'A. la differenza fra le letture del campione e della coppia in prova rimase inalterata sia che riscaldassero i fili fino al rosso, sia che si raffreddassero con ghiaccio. Così pure non hanno influenza sensibile, eventuali sollecitazioni meccaniche, di flessione o di tensione, che si verificassero lungo i fili. Il confronto di due coppie può quindi essere eseguito con facilità e sicurezza. L'A. raccomanda di impiegare il potenziometro a preferenza del millivoltmetro.

Per temperature superiori a 320° si usano di solito coppie di ferro e costantina, che danno buoni risultati fino a 1000°. Non tutti i fili di ferro sono equivalenti: l'errore derivante dalla qualità dei materiali impiegati può essere di circa 8° a temperature di 820°. Coppie di questa specie si conservano assai bene, le lettere rimangono attendibili (usando il potenziometro) anche quando il ferro è profondamente ossidato.

Quando per le letture si usa il millivoltmetro, ogni variazione nella resistenza del circuito della coppia produce degli errori proporzionali alla variazione stessa. Causa di alterazione nella resistenza del circuito possono essere, variazioni di temperatura, od ossidazioni dei conduttori, o cambiamenti nel materiale o nelle dimensioni dei conduttori stessi, o finalmente un'ossidazione della giunzione calda della coppia. Impiegando il potenziometro non si hanno da temere errori di questa specie, salvo una leggera diminuzione nella sensibilità dell'istrumento in causa di variazioni di resistenza del circuito.

Errori possono essere introdotti, in senso positivo o negativo, per effetto di radiazione di calore. Questi errori si rendono minimi facendo i fili molto sottili e non racchiudendoli in tubi di protezione.

Una causa di errore sempre presente è dovuta alla conduttività termica del materiale di cui è costituita la coppia, in seguito alla quale si produce un flusso di calore dal punto di misura lungo i fili della coppia. Questo errore è insensibile quando il corpo di cui si misura la temperatura sia esso stesso buon conduttore del calore e sia assicurato un buon contatto fra esso e la coppia. Errori notevoli si verificano invece quando si tratti per esempio di misurare la temperatura di un blocco di porcellana, perchè il disperdimento di calore lungo i fili produce un raffreddamento sensibile della estremità della coppia. Per evitare questo errore si cerca, quando è possibile, di estrarre i fili seguendo una superficie termicamente equipotenziale.

Alcune esperienze eseguite in merito dall'autore sono particolarmente istruttive. La giunzione di una coppia, appiattita a forma di nastro, fu posta in intimo contatto con un blocco di ottone a 150°: sebbene si trattasse di un materiale buon conduttore del calore, la coppia segnò 16° in meno; comprimendo fortemente la coppia contro l'ottone per mezzo di un tampone di fibra l'errore si ridusse a 8°, ma persistette. L'errore si può ulteriormente ridurre ricoprendo la zona di contatto con una materia isolante plastica; ma vi è il pericolo che ciò alteri la distribuzione del calore e quindi porti ad altri errori.

Una coppia inserita in un foro scavato in un blocco di ottone a 150°, in modo che toccasse il fondo del foro, segnò 11° meno. E per-

Statistica degli Impianti Elettrici in Italia Nuova Edizione del 1° Volume

È uscita la seconda edizione del 1° Volume della Statistica coi dati elettrotecnici riguardanti anche tutti i Comuni delle terre redente coll'indicazione delle rispettive Provincie.

Volume di pag. 515: prezzo L. 20.-
più postali L. 2.-

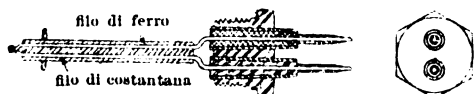
Dirigere vaglia all'Associazione Elettrotecnica Italiana
Via S. Paolo 10 - Milano (3).

ciò necessario usare molta attenzione al modo con cui si stabiliscono i contatti fra la coppia e il corpo di cui si vuol misurare la temperatura, se si desidera evitare degli errori notevoli.

Quando si usano coppie ferro-costantina ad alte temperature, si formano delle regioni di inomogeneità dove è più ripido il gradiente di temperatura e nascono quindi delle forze elettromotrici parassite. Per evitare errori derivanti da questa causa occorre che durante la taratura e poi nell'uso le coppie sieno immerse per una eguale profondità.

La causa di errore più comune risiede nel fatto noto che una coppia tarata mantenendo l'estremità fredda ad una certa temperatura non segna più gli stessi valori se questa estremità si trova ad un'altra temperatura. Non è corretto aggiungere alle letture la variazione in più o in meno della temperatura dell'estremità fredda, rispetto alle condizioni di taratura. L'A. raccomanda l'impiego di un compensatore automatico all'estremità fredda; esso è specialmente utile quando si usi un apparecchio registratore.

Passando a considerare i diversi usi sinora fatti delle coppie termoelettriche, l'A. comincia colla misura della temperatura dell'acqua d'alimentazione delle caldaie. A questo scopo sono state costruite coppie adatte a resistere alla pressione della caldaia, come indica la figura 1. Si possono usare coppie ferro-costantina, che una



volta installate si mantengono, in queste condizioni, pressoché indefinitamente. Non vi è in generale alcuna particolare cura da usare per evitare errori.

Per l'acqua della caldaia, si ha a che fare oltre che con forti pressioni anche con elevate temperature. Il tipo di costruzione della coppia è analogo al precedente; la protezione è in mica. Le coppie possono essere assai utili per uno studio comparativo delle varie zone della caldaia, dei tubi d'acqua o di fumo, ecc. Non si hanno a temere errori notevoli.

Le termocoppie vengono anche applicate per studiare l'andamento della temperatura dei gas combusti negli economizzatori. Viene installata una serie di coppie opportunamente distanziate e i rispettivi fili fanno capo ad un comune compensatore di temperatura. Si può così tracciare la curva dell'andamento delle temperature in un dato istante entro l'economizzatore, oppure registrare i diagrammi delle temperature di entrata e di uscita dei gas, ecc.

Nella misura delle temperature dei gas combusti in generale, la maggior causa di errore deriva dalla radiazione di calore dalla coppia verso le vicine regioni più fredde. L'errore può essere rilevantisimo, ed è tanto maggiore quanto più grandi sono le dimensioni della coppia o del suo tubo di guardia. L'errore di conduzione di calore può invece essere reso trascurabile quando la coppia sporga dal tubo di guardia di almeno 15 cm circa. Con tali coppie si può ritenere che per letture intorno ai 700° si debba applicare una correzione del +3 per cento, mentre per temperature dei gas intorno a 250° basta una correzione di +1%. Per conoscere la temperatura media effettiva dei gas di combustione occorre installare parecchie coppie e prendere la media delle letture.

Una applicazione importante si ha nella misura delle temperature del vapore surriscaldato. Data la prontezza con cui la coppia risponde alle variazioni di temperatura essa può servire a rilevare anche se col vapore surriscaldato venga trascinato dell'acqua; se una gocciolina d'acqua investe la coppia si registra un immediato abbassamento di temperatura.

Per la misura delle temperature dei supporti delle macchine, è consigliabile di collocare la coppia in un foro di tale profondità che la giunzione si trovi assai vicina alla superficie ruotante. Occorre costruirla con fili sottili per evitare gli errori dovuti a conduzione di calore, e isolarla contro il pericolo di eventuali correnti disperse.

La più ampia applicazione si ha nelle macchine elettriche e molto si è scritto circa la migliore collocazione delle coppie e le correzioni da apportare alle letture.

Le coppie installate nei generatori sono soggetti a forti campi alternativi e devono perciò essere progettate in modo da evitare riscaldamento derivanti da correnti parassite. Le coppie sono sempre messe a terra, per protezione dell'operatore, ma naturalmente la terra deve essere unica perché la differenza di potenziale fra due punti messi a terra può essere rilevante nei confronti della forza elettromotrice generata dalla coppia.

Per i trasformatori spesso si preferiscono alle coppie termoelettriche i termometri a resistenza.

Largo impiego vanno trovando invece le termocoppie nei cavi. La coppia viene saldata al rivestimento di piombo. Gli errori a temersi sono quelli dovuti a forze elettromotrici disperse o derivanti da azioni elettrolitiche sui conduttori della coppia. Siccome i condotti dei cavi sono generalmente molto umidi, occorre un assai buon isolamento per prevenire tali errori.

Per misurare la temperatura nell'interno di condotti già ripieni di cavi, si introducono nei condotti stessi delle coppie spingendole quanto più avanti è possibile. Per diminuire gli errori dovuti alla conduzione lungo i fili si colloca presso la giunzione una piccola massa metallica; in tal caso è necessario attendere qualche tempo prima di fare le letture per permettere a tutto il sistema di raggiungere l'equilibrio termico.

R. S. N.

*

C. SCHRADER — Riduttori di corrente resistenti agli effetti dei corti circuiti. (E. T. Z., N. 50 del 14 dicembre 1922, pag. 1478).

A complemento di quanto già pubblicammo (1) sul medesimo argomento, diamo qui le curve caratteristiche riferentesi ad alcuni tipi dei trasformatori in parola.

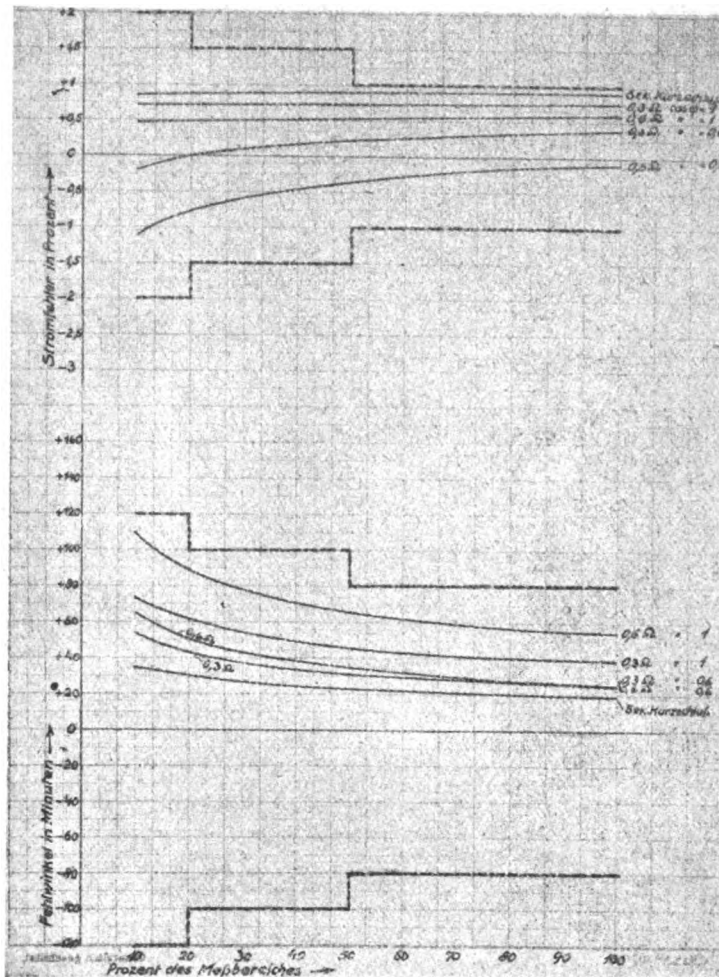


Fig. 1.

Stromfehler in Prozent = errore percentuale sulla intensità
Fehlwinkel in Minuten = errore di fase in minuti
Sek. kurzschluss = secondario in corto circuito
Prozent des Meßbereiches = per cento del carico normale.

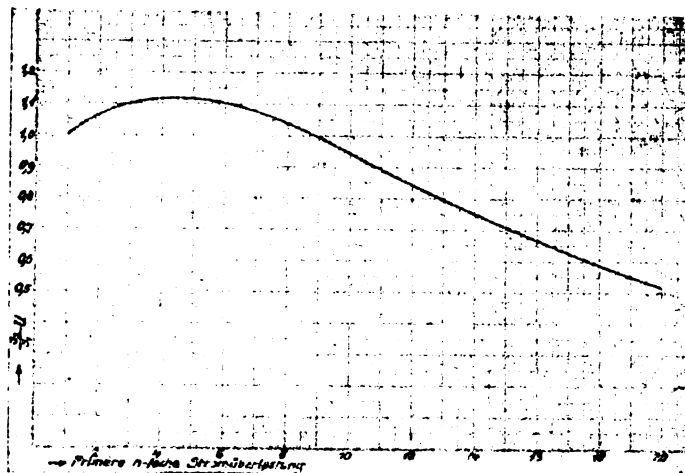


Fig. 2.

Primäre n-fache Stromüberlastung = sovraccarico sul primario
 $\frac{J_2}{J_1} U$ = rapporto di trasformazione

La fig. 1 dà le curve di taratura di un riduttore usato come trasformatore di misura, in corrispondenza di diverse resistenze del

circuito esterno e del suo fattore di potenza, e la fig. 2 la curva di taratura della parte destinata alla alimentazione dei relais; qui in ascisse sono portati i sovraccarichi sul primario, assunta eguale ad 1 la corrente normale; in ordinate i rapporti di trasformazione assunto come unitario quello che compete al carico normale stesso.

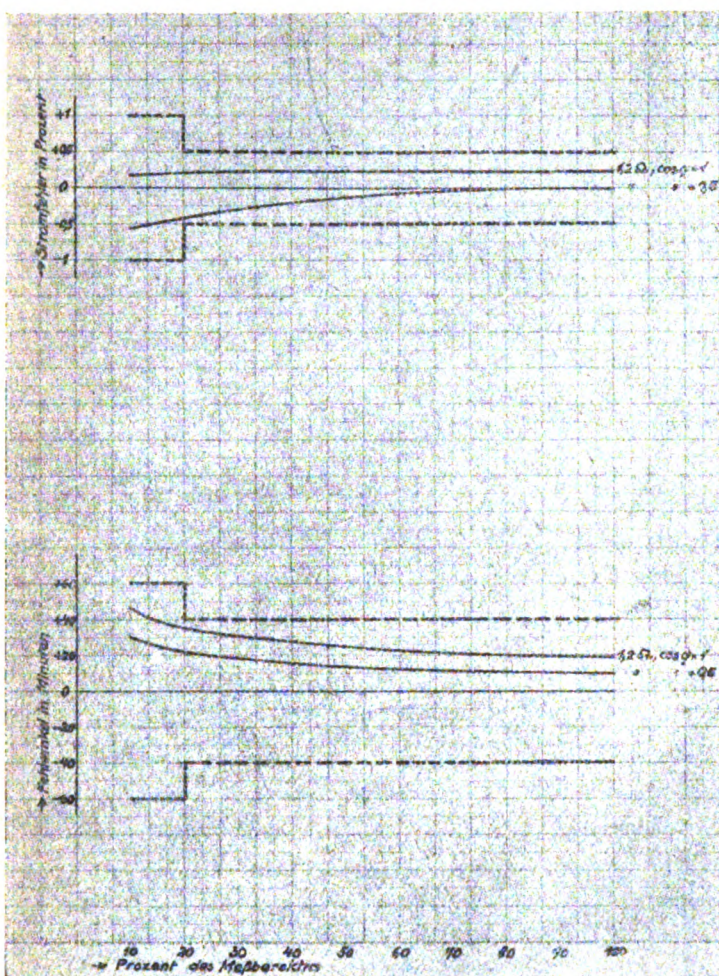


Fig. 3.

Stromfehler in Prozent = errore percentuale sulla intensità
Fehlwinkel in Minuten = errore di fase in minuti
Prozent des Meßbereiches = percento del carico normale

La fig. 3 dà infine le curve di taratura riferendosi ad un riduttore a più conduttori primari (figg. 5 e 6 del riassunto già citato), destinato a funzionare come trasformatore di misura.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

N. W. STORER — **Caratteristiche delle locomotive elettriche.**
(Journal of the Franklin Instit., ottobre 1921, pag. 453).

Il rapido sviluppo degli Stati Uniti è stato possibile solo grazie alla grande estensione delle rete ferroviaria. Il traffico è in continuo aumento così che è ormai divenuta insufficiente la trazione a vapore la quale sembra aver raggiunto il massimo di quanto era possibile ottenere. S'impone quindi un mezzo di trazione ancor più potente ciò che può esser dato dalla trazione elettrica.

Potendo con essa riunire quante unità motrici si vogliono, la potenza della macchina elettrica, è limitata solo dalla resistenza meccanica degli organi di trazione. La locomotiva elettrica consente la velocità più conveniente assicurando un esercizio economico: con le locomotive ordinarie sulle linee in salita i treni merci marcano, in media, a 11-16 km all'ora: con quelle elettriche possono raggiungere i 22 ed anche i 32 km.

È evidente la maggior capacità di traffico che ne deriva. Altrettanto vale per i treni viaggiatori sia pur tenuto conto che nelle linee pianeggianti la locomotiva elettrica non può generalmente far superare le velocità già elevate raggiunte anche dalla trazione a vapore.

È eliminato anche il cambio delle macchine dopo un certo numero di chilometri. Su di una linea americana alle macchine elettriche vengono fatti percorrere senza cambio 700 km.

A viaggio eseguito sono fatte ritornare previa semplice visita generica e solo ogni 6500 km di percorso vengono visitate in modo più completo.

Possono così percorrere 17000 km al mese e raggiungerebbero i 24000 od anche i 32000 km se gli orari fossero meglio impostati.

Risulta quindi la possibilità di economizzare nel quantitativo di locomotive.

L'assenza di fumo, di polvere e di rumore è pure un vantaggio specie quando si abbiano lunghe gallerie.

Lo sforzo di trazione massimo è doppio o triplo di quello continuo: dipende dal coefficiente di aderenza; lo sforzo normale di trazione varia dal 5 al 20 per cento del peso aderente. Se è del 20% lo sforzo massimo non può superare del doppio lo sforzo continuo: sarà il triplo se lo sforzo di trazione normale è dal 10 al 15%. Con la locomotiva a vapore lo sforzo massimo è di poco superiore al medio.

La potenza della locomotiva elettrica è limitata dal riscaldamento dei motori così che d'inverno si ha maggior rendimento, il contrario di ciò che avviene nella macchina a vapore.

Il motore serie è d'impiego universale su tutte le linee a corrente continua. Conviene alla trazione sulle ferrovie in quanto la sua

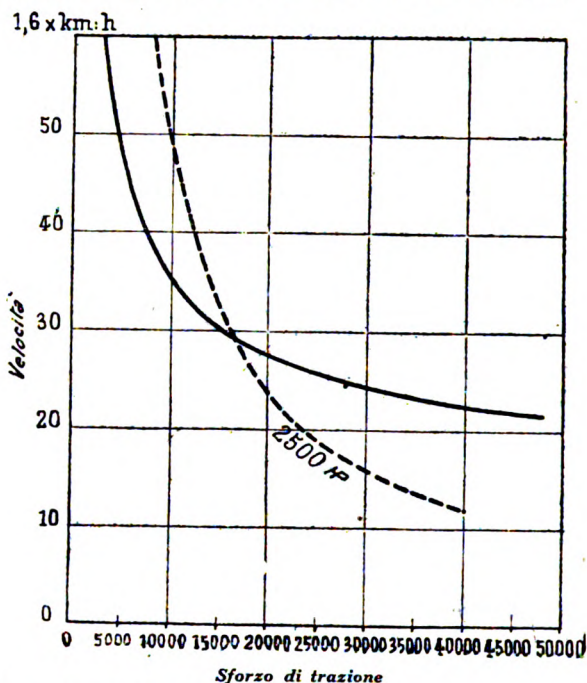


Fig. 1. — Curva di velocità in funzione dello sforzo di trazione di una locomotiva elettrica tipo 4-6-2+2-6-2, munita di motore serie a c. c. Curva a tratto continuo. Su tutte le figure le curve punteggiate sono state tracciate supponendo la velocità costante cioè che la velocità e lo sforzo di trazione per uno qualsiasi dei suoi punti corrispondano sempre alla medesima potenza (2500 HP) nel caso in esame.

potenza cresce col diminuire della velocità. La fig. 1 dà la curva velocità-sforzo di trazione d'una locomotiva elettrica a motori in serie

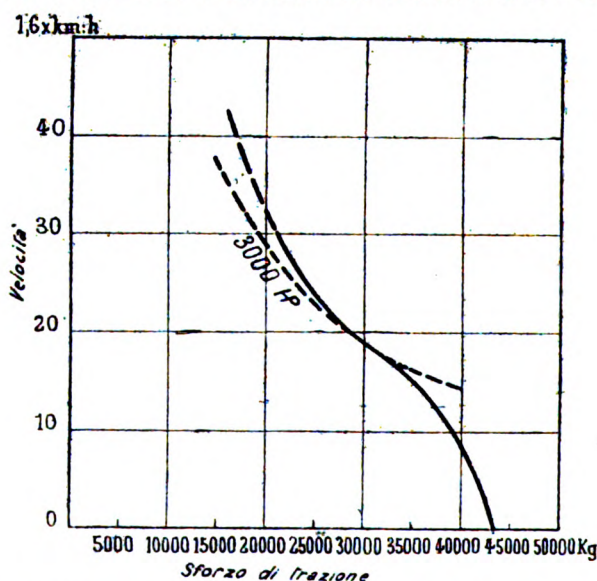


Fig. 2. — Curva di velocità in funzione dello sforzo di trazione di una locomotiva a vapore (curva a linea continua).

a corrente continua la fig. 2, pag. 494, dà quella analoga ottenuta per una locomotiva a vapore. Con quest'ultima si vede che lo sforzo ottenibile è limitato. Quando lo sforzo da sviluppare aumenta troppo, la velocità diminuisce molto rapidamente fino a diventare nulla. Con la locomotiva elettrica al contrario la velocità tende verso un limite inferiore e lo sforzo di trazione può raggiungere un massimo molto

più elevato. Con tali locomotive elettriche si possono realizzare fino a nove velocità differenti: mediante opportuni aggruppamenti dei motori (in serie, in parallelo, in serie parallelo, ecc.).

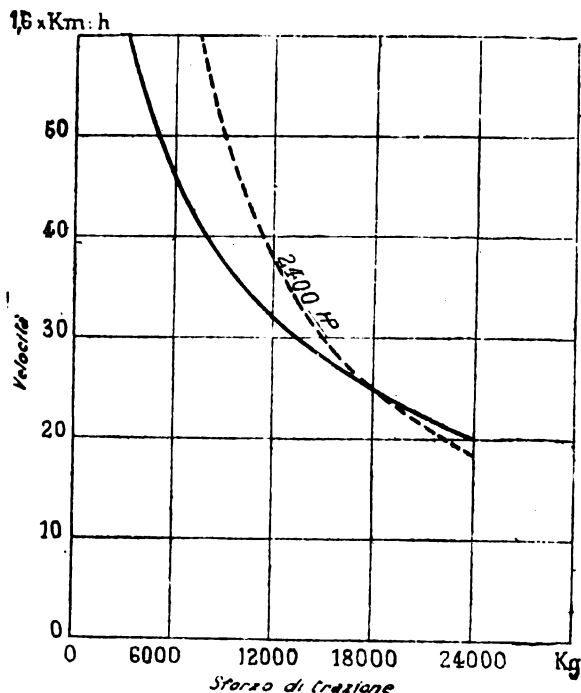


Fig. 3. — Curva di velocità in funzione dello sforzo di trazione di una locomotiva elettrica tipo 2-6-2+2-6-2, munita di motore in serie a c. alternata.

Il motore-serie a corrente alternata ha una caratteristica (fig. 3, pag. 494), che assomiglia a quello indicato dalla fig. 1. Non può tuttavia sviluppare coppia d'avviamento così grande come lo può fare il motore a corrente continua a causa delle limitazioni imposte dal collettore. La velocità si regola con la tensione applicata agli estremi mediante prese varie del trasformatore della locomotiva.

Si impiega parimenti il motore ad induzione a velocità costante (fig. 4, pag. 494). Il montaggio a cascata e l'utilizzazione di un numero variabile di poli permettono di realizzare velocità differenti ma il numero di queste velocità raramente è superiore a 2.

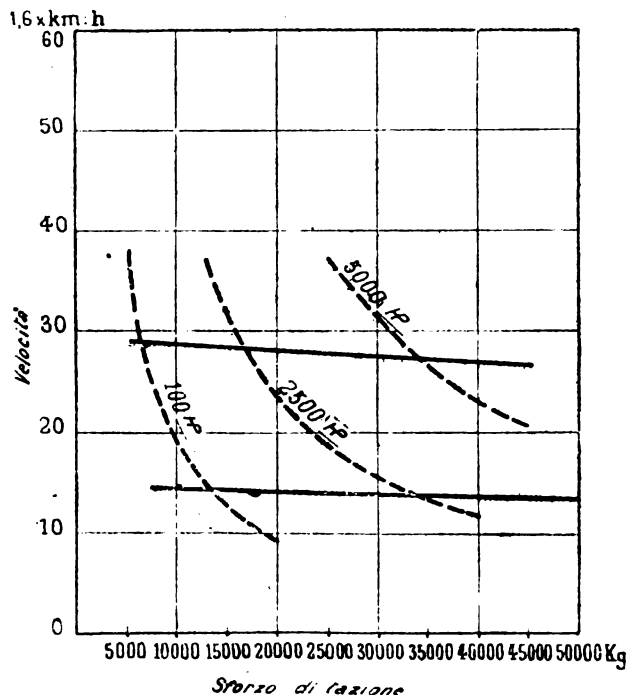


Fig. 4. — Curva di velocità in funzione dello sforzo di trazione di una locomotiva elettrica tipo 2-4-4-2+2-4-4-2, munita di motore d'induzione. Continuatione a due velocità.

Si ottiene l'avviamento facendo variare la resistenza del secondario del motore. Questo motore è capace di una coppia di avviamento molto potente. Ma essendo costante la velocità, la potenza aumenta con lo sforzo di trazione. Ne risulta la necessità di prevenire un motore di potenza più grande di quella necessaria come media, più grande, per conseguenza, di quella di un motore-serie che assicurerebbe il medesimo servizio. Bisogna anche prendere delle precauzioni per ripartire in modo uniforme il carico fra i diversi mo-

tori d'una medesima locomotiva o fra le varie locomotive se al treno ve ne fosse più di una.

Il motore serie ed il motore ad induzione hanno ciascuno i propri sostenitori, ma sembra tuttavia che il primo sia il preferibile.

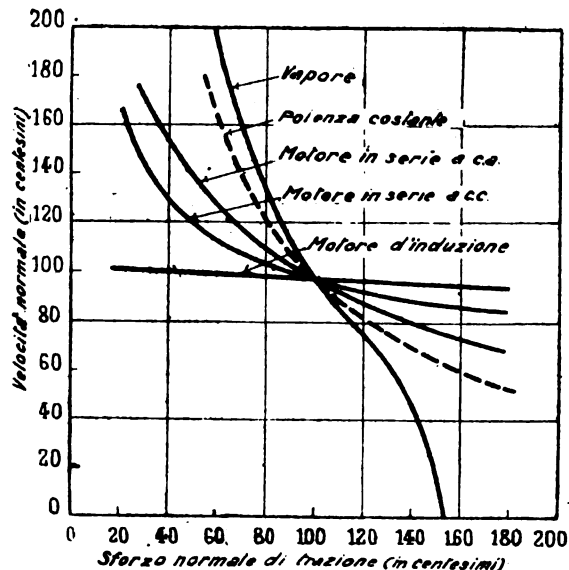


Fig. 5. — Curve di velocità in funzione dello sforzo di trazione delle differenti locomotive.

La fig. 5, pag. 495, raggruppa le caratteristiche delle diverse locomotive elettriche ed a vapore. Le locomotive elettriche permettono il ricupero dell'energia: esso ricupero è automatico con le locomotive a velocità costante a motori ad induzione. Nelle discese i motori funzionano da generatori.

Coi motori serie a c. c. o a c. a. il ricupero è ancora possibile ma l'equipaggiamento abbisogna allora di un dispositivo supplementare sulla locomotiva.

I motori a c. c. sono eccitati a mezzo di un gruppo motore-generatore alimentato dalla linea o da una generatrice azionata dagli assi. Oppure uno o più motori principali servono d'eccitazione per gli altri.

Coi motori serie a corrente alternata si può applicare la frenatura con ricupero. È preferibile ottenere l'eccitazione con l'aiuto di uno dei motori principali o di un convertitore di fase.

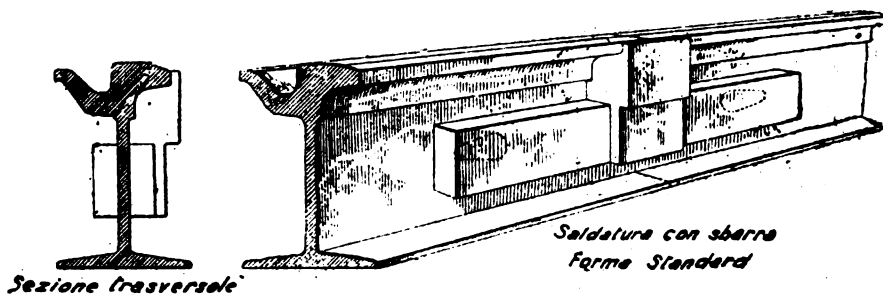
G. V.

*

E. B. ENTWISLE — 'Giunti di rotaie saldate elettricamente. (E. R. J., 10 giugno 1922, pag. 940-941).

L'introduzione dell'uso di rotaie tipo Vignole negli Stati Uniti (1884) ha reso necessaria la soluzione del problema dei giunti, dai quali dipende la durata delle rotaie stesse. L'articolo si riferisce specialmente ai giunti ottenuti per saldatura con resistenza elettrica.

Il sistema di saldatura usato fin dal 1894 dalla Lorrain Steel Co. successa alla Johnson Co. di Pensilvania, consisteva nell'unire le due rotaie con una sbarretta lunga circa 18 cm disposta su ciascun



lato dello stelo della rotaia, e connessa allo stelo stesso con due contatti d'estremità ottenuti per saldatura facendoli attraversare da corrente elettrica. La prima saldatura di questo tipo fu fatta a Boston, ove ottenne un notevole successo, data la impraticabilità dei giunti allora in uso, costituiti da un pezzo di fusione entro il quale veniva fissato con cunei il piede delle rotaie. Le sbarrette di giunzione saldate elettricamente vennero in seguito alquanto perfezionate, e si mantennero poi del tipo standard rappresentato, per circa un venticinquennio.

La sbarrette di circa 50 cm di lunghezza, 8 cm di larghezza e 3 di spessore, alquanto modificabili quando si tratti di rotaie usate provviste di fori appartenenti ai giunti di vecchio tipo, vengono scaldate e poste sotto un maglio a caduta, che forza contro la rotaia le parti d'estremità foggiate a pera e la parte centrale, in corrispondenza delle quali deve avvenire la saldatura.

Il giunto è completato da un pezzo centrale, largo 10 cm circa che viene saldato lateralmente sul fungo e sullo stelo della rotaia in corrispondenza del punto di giunzione nel tempo stesso in cui si effettua la saldatura centrale.

Questo sistema di giunzione delle rotaie è stato usato per venticinque anni con successo nelle principali città degli Stati Uniti, in cui si ebbero più di 800 000 giunti.

Ottimi risultati si ottennero anche sulla Brooklyn Elevated Railway in cui il binario è esposto a rapide variazioni di temperatura, senza che il terreno cooperi alla dispersione del calore prodottosi al passaggio dei treni. I pochi guasti trovati dopo circa sette anni e mezzo di esercizio erano probabilmente dovuti a deficienza di forza nel momento della saldatura, a surriscaldamento o al cattivo allineamento e combaciamento delle rotaie. I numerosi dati e le referenze raccolte attestano universalmente la praticità e la durata di questo sistema di giunzione.

Un ulteriore sviluppo del problema ha portato alla saldatura di testa, realizzata pure dalla Lorain Co. in base ai brevetti Jacobs. Il procedimento consiste nell'avvicinare le estremità delle rotaie e nel saldarle insieme, senza l'aiuto di sbarre di giunzione. Tale sistema era già stato tentato nel 1893-94, ma senza successo, mentre ora è quasi generalmente adottato.

La solida connessione delle due rotaie, è ottenuta mettendo le due estremità in contatto attraverso un fondente liquido che si riscalda ad elevata temperatura al passaggio di una corrente elettrica relativamente piccola, e operando una energica pressione delle due teste di rotaia fra di loro a mezzo di una pompa idraulica, dopo che si è raggiunta la temperatura di saldatura. L'apparecchio è portato da due vetture, una delle quali porta un generatore di corrente alternata di 30 kW, un compressore d'aria, un forno per fondere il fondente e un getto a fiamma per il successivo riscaldamento della saldatura. C'è inoltre un quadro provvisto di tutti gli apparecchi di misura e di regolazione necessari.

I due tronchi da saldare, devono venire perfettamente allineati in modo opportuno e, disposto un tassello fra le due estremità, si sottopongono le teste ad una pressione di circa 250 kg/cm². Indi, applicata una forma nel punto di giunzione e inserito il tratto da saldare sul generatore, la corrente passa attraverso il fondente, preventivamente introdotto allo stato fuso nell'interspazio fra le due estremità, e porta le estremità delle rotaie ad una temperatura superiore a quella di saldatura dell'acciaio. Raggiunte queste condizioni in circa tre minuti e mezzo, si applica una pressione che forza le rotaie l'una contro l'altra e contemporaneamente si toglie la corrente. Ogni ossidazione con questo sistema è esclusa, perchè le estremità da saldare sono completamente immerse nel fondente.

Immediatamente dopo l'applicazione di tutta la pressione si toglie la parte superiore della forma e il metallo caldo uscito fuori viene martellato sulla testa della rotaia, producendo l'effetto di una forgiatura. Ciò impedisce che la rotaia si rammolisca proprio in corrispondenza della saldatura stessa.

Prove scleroscopiche attestano che le parti riscaldate e battute hanno la stessa struttura di quelle non riscaldate.

La pressione viene mantenuta fino a che non si sia al disotto della temperatura critica; indi si effettua un'ulteriore riscaldamento con getti di fiamma fino a circa 800°, il che evita il pericolo di sforzi secondari dovuti alla pressione o ad altre cause.

Con lavoro continuo, si arrivano a fare tre saldature all'ora, su rotaie di dimensioni normali.

Le prime prove furono fatte nel 1919 a Pittsburgh, Pa e nel 1921 a Johnstown.

Con novantatre giunture su rotaie tipo Vignole del peso di circa 60 kg si sono ottenute due rotaie lunghe circa 820 m ciascuna.

I vantaggi del procedimento consistono particolarmente nel fatto che tutta quanta la sezione della rotaia viene saldata, senza l'interposizione di altro metallo.

Le difficoltà che si incontrano nell'attuazione pratica possono in ogni caso essere superate e vengono compensate dalla durata dei giunti ottenuti.

a. r.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

Sul disastro di Gleno.

La sera di Giovedì 13 corr. si ebbe una importante riunione del Collegio degli ingegneri di Milano per discutere, fra l'altro, sull'immane disastro del Serbatoio del Gleno. La presidenza del Collegio aveva subito incaricato il Prof. Danusso e gli ingegneri Mangiagalli e Mina di recarsi sul posto per poi riferire. Nell'assenza del Prof. Danusso — nominato secondo perito giudiziario insieme col Prof. Ganassini — e dell'Ing. Mangiagalli, spettò all'Ing. Mina il compito di riferire, compito che egli stesso definì ingrato, ma che egli seppe assolvere con nobile coraggio e con mirabile precisione e vigoria di espressione.

Dopo avere, con numerose proiezioni illustrato il progetto, i lavori della diga ed il disastro, l'Ing. Mina espose senz'altro le sue conclusioni, che dobbiamo alla sua cortesia di poter qui riportare integralmente.

«1. - Le legittime preoccupazioni dell'opinione pubblica debbono essere tranquillate. Il fenomeno del Gleno è affatto anormale, dovuto a circostanze straordinarie e specialissime. E da escludere in modo assoluto che queste circostanze si abbiano a ripetere in nessun altro Serbatoio. In ogni caso dei provvedimenti di Governo, che in parte sono già attuati ed in parte sono di pronta energica attuabilità possono in modo certo impedire che tali circostanze si ripetano.

2. - È assolutamente necessario alla vita economica del Paese che il disastro del Gleno non solo porti discredito a tutti i Serbatoi

ma anche non porti ritardo nel proseguimento delle dighe che già sono in corso o nell'attacco di quelle che si dovrebbero cominciare la primavera ventura.

3. - L'Italia, che nella costruzione degli impianti idroelettrici occupa già un posto onorevolissimo, è per preparazione scientifica, per valore di tecnici, per perizia di esecutori, per cosciente senso di responsabilità delle Società idroelettriche costruttrici di Serbatoi perfettamente in grado di affrontarne con successo anche il problema delle dighe».

L'Ing. Mina passò quindi ad illustrare queste conclusioni, riferendo quanto ebbe ad osservare nei due sopralluoghi eseguiti durante la costruzione della diga e nella visita subito dopo il disastro. Non ci è possibile qui diffonderci sull'esposizione dell'Ing. Mina della quale, d'altronde, alcuni giornali politici hanno dato ampia notizia. In sostanza egli, senza voler anticipare giudizi definitivi che solo la perizia giudiziaria deve dare, riferì l'impressione che i lavori fossero condotti senza quei criteri razionali necessari per simili impianti, senza il sussidio di quei mezzi meccanici che soli assicurano l'omogeneità della struttura e riducono il bisogno della sorveglianza; senza, infine, l'assistenza continua di un ingegnere che sia compreso delle proprie responsabilità e sappia con le parole e con l'esempio trasferirle il senso in tutti gli esecutori, fino all'ultimo manuale. Quando una diga sia progettata e costruita con quella serietà di criteri tecnici che è abituale alle nostre Imprese idroelettriche, un disastro come quello di Gleno non può assolutamente più verificarsi.

Dopo l'Ing. Mina prese la parola l'Ing. Villa, il quale riferì a conferma delle conclusioni del Mina, alcuni rilievi da lui fatti dopo il disastro ed infine dopo breve discussione fu approvato il seguente ordine del giorno:

«Il Collegio degli ingegneri ed architetti di Milano, udite le impressioni di visita al serbatoio del Gleno esposte da diversi soci specializzati in costruzioni idroelettriche, e tenuto conto anche di quanto è emerso dalle pubblicazioni in argomento;

«ritiene che il serbatoio del Gleno per le modalità direttive e di esecuzione costituisca un caso assolutamente anormale che non può verificarsi nella costruzione di serbatoi da parte di Società idroelettriche le quali abbiano la visione delle loro gravi responsabilità e possiedano la necessaria competenza tecnica;

«ritiene che un discredito il quale fosse esteso a tutti i serbatoi, e delle apprensioni per l'incolumità pubblica le quali non si limitassero ad esigere giustamente tutte le garanzie di sicurezza, ma si spingessero sino ad impedire od anche solo a ritardare l'esecuzione dei serbatoi in corso e di quelli che intenderebbe di incominciare a primavera, riuscirebbero di grave danno alla produzione della energia elettrica indispensabile alla vita del paese;

«plauce al sollecito provvedimento del Governo per una pronta verifica della sicurezza dei serbatoi in esercizio o in corso di esecuzione;

«giudica indispensabile che l'opera di regolamentazione statale dei serbatoi, già in parte raggiunta colle norme del 1921 obbligatorie per i progetti e per l'esecuzione delle dighe, sia immediatamente completata con quell'ufficio centrale di controllo competente e responsabile che l'Ing. Fantoli e la Commissione delle dighe hanno insistentemente, ma invano, richiesto sin qui; ufficio al quale sia deferito per ogni serbatoio la verifica dei calcoli di progetto, l'esame delle condizioni geologiche, il controllo della costruzione mediante visite periodiche, le prove di carico, il collaudo, esigendo inoltre che la direzione dei lavori sia sempre affidata a ingegneri competenti che diano garanzia della scrupolosa osservanza delle prescrizioni tecniche, per modo che sia reso impossibile il ripetersi del caso del Gleno;

«giudica indispensabile inoltre che l'ufficio di controllo si occupi in primo luogo di quei serbatoi che già sono in corso di lavoro o che si avrebbe bisogno di cominciare nella prossima primavera».

Confidiamo di poter riservare ai nostri lettori la primizia di altre importanti relazioni tecniche sulle cause del disastro. Intanto non possiamo che associarci al voto che il disastro di Gleno, pure sprofondando il Governo ad agire nel senso suesposto, non abbia ad intralciare le opere di sbarramento in corso o in progetto da cui tanto attende l'avvenire del nostro Paese.

NOTE E QUESTIONI ECONOMICHE, FINANZ., POLITICHE.

La politica radiotelegrafica alla Conferenza Imperiale Britannica.

— È stato reso di pubblica ragione il 15 novembre il rapporto sulla discussione tenutasi durante la Conferenza Economica Imperiale per quanto riguarda la catena radiotelegrafica britannica. Da esso si rilevano i punti di vista del Governo Inglese specie nei riguardi della Compagnia Marconi, esposti dal Post Master General Sir L. Worthington-Evans; ed insieme i punti di vista dell'Australia e della Nuova Zelanda esposti rispettivamente da Mr. Bruce e da Mr. Massey.

Gli argomenti più salienti nei riguardi dell'atteggiamento governativo ci pare si possano riassumere così:

1) Il Post Master General ha confermato di desiderare che la Stazione del Governo inglese (Rugby) comunichi col Sud Africa e col Canada (non ha accennato all'Egitto, ma è noto che esiste una stazione al Cairo già collegata direttamente all'Inghilterra per mezzo della Stazione di Leefield).

2) Ha confermato che l'ultima offerta fatta alla Marconi e circa la quale attende risposta, è quella di concedere alla Compagnia l'eruzione di due stazioni metropolitane per le comunicazioni colle altre parti dell'Impero (Australia, Nuova Zelanda e India).

3) Ha escluso la concessione di qualsiasi monopolio e ha dichiara-

rato che se la Compagnia Marconi rifiuterà, il Governo inglese metterà allo studio la costruzione di nuove stazioni per conto proprio.

Ad ogni modo il Post Master General non è neppure in favore di un monopolio governativo. Egli preferisce che il sistema del Governo e quello dei privati lavorino l'uno accanto all'altro, unendosi nella finalità di assicurare alla Gran Bretagna e all'Impero il più eccellente dei servizi che possano essere conseguiti, giacché egli crede che alla radiotelegrafia sia riservato uno sviluppo eccezionale e quasi non immaginabile.

Il Primo ministro australiano, dopo aver sostenuto anch'egli la grandissima importanza della radiotelegrafia, ha dichiarato che l'Australia ha deciso di costruire la più grande Stazione radio del mondo con un aereo di 20 alberi di 250 metri ciascuno. Si tratta ora di spingere l'Inghilterra a costruire la Stazione corrispondente. Le tre proposte considerate dal Governo durante le trattative sono:

1) Concorrenza senza restrizioni fra Governo e privati;
2) Formazione di un «pool» in base al quale il traffico verrebbe ripartito convenientemente fra le stazioni di Stato e quelle private ed i guadagni si dividerebbero egualmente in proporzione delle stazioni e dei mezzi adoperati;

3) Divisione del servizio secondo i collegamenti, ossia servizio con alcuni domini per mezzo di stazioni governative e servizio cogli altri per mezzo di stazioni delle Compagnie private.

Il rappresentante dell'Australia si è dichiarato favorevole al secondo sistema, ma ha fatto rilevare che con una sola grande stazione l'Inghilterra non avrebbe potuto far fronte ai bisogni di tutto l'Impero e quindi, come rappresentante dell'Australia, ha sostenuto la necessità di costruire nuove stazioni.

Il rappresentante della Nuova Zelanda, Mr. Massey, ha detto che lo sviluppo radiotelegrafico del suo Paese non si è finora affermato

perché si attendono sempre le decisioni della Madre Patria. Una volta prese queste decisioni la Nuova Zelanda si metterà a posto subito. Ma ha domandato: 1) Quando il Post Office Inglese prenderà una decisione definitiva? — 2) Quando sarà capace di lanciare radiotelegrammi alla Nuova Zelanda od a qualche centro intermedio destinato a fare da relais?

Mr. Massey si è pronunciato contro le imprese private esclamando: «Io vedo il pericolo di ogni controllo privato in questo campo; se una guerra dovesse scoppiare, non si può prevedere che cosa accadrebbe».

Il Signor Mac Intosh, ha detto che il Post Office lo ha assicurato, che la stazione governativa di Rugby sarebbe stata pronta per comunicare col Sud Africa, prima di qualsiasi altra stazione Marconi e quindi da parte sua si è dichiarato soddisfatto. Il Sig. Innes, da parte dell'India, ha espresso la speranza che sia fatto sollecitamente un deciso passo innanzi nella costruzione delle grandi stazioni. Egli ritiene che, una volta costruita una grande stazione in India, la Gran Bretagna non si troverà in ritardo nell'approntare impianti bastevoli per allacciare le comunicazioni. Per quanto riguarda la Stazione di Rugby il Post Master General ha detto che sarà in opera prima della fine del 1924.

G. R. B.

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

Da pubblicazioni ufficiose del Ministero PP. TT. togliamo le seguenti tabelle (1), atte a dare una idea precisa dello sviluppo, dalla sua nascita sino ad oggi, del servizio telefonico urbano e interurbano. Come nelle tabelle è indicato, le lettere S e C indicano rispettivamente le reti, gli abbonati, ecc., rispettivamente dallo Stato o da Concessionari privati.

SVILUPPO DEI SERVIZI TELEFONICI IN ITALIA DAL 1885 AL 1922. — I. Servizio telefonico urbano.

Anni al 30 giugno	Numero Reti			Numero abbonati			N. Posti Pubblici			Totale collegamenti urbani			Introiti in lire	
	S	C	Totale	S (a)	C (b)	Totale	S	C	Totale	S	C	Totale	S (f)	C (g)
1885	—	20	20	—	8038	8038	—	29	29	—	8057	8067	—	—
1895	—	56	56	—	11574	11574	—	48	43	—	11622	11622	—	—
1905	1	100	101	1123	28661	29784	3	292	295	1126	28953	30079	—	—
1907 (c)	38	103	141	31244	11490	42734	215	135	450	31459	11625	43184	—	—
1908	49	117	165	36243	13999	50242	256	341	597	36499	14340	50839	6 485 749,77	1 426 663,00
1909	63	138	201	41215	16726	57941	291	519	810	41506	17245	58351	7 372 401,27	1 770 956,60
1910	65	154	219	46293	20170	66463	377	671	1043	46670	20841	67511	8 465 605,56	2 174 368,40
1911	68	170	238	51811	24233	76 44	445	803	1254	52273	25042	77315	9 397 663,52	2 621 777,20
1912	69	191	260	51083	27442	83523	538	101	1539	56621	28443	85064	10 371 717,20	3 263 523,10
1913	71	223	294	61167	29676	8843	661	1216	1877	60828	30392	91720	11 217 213,64	3 618 954,80
1914	73	264	337	61893	31894	93787	798	1520	2318	62691	33414	96105	12 031 323,31	4 015 122,50
1915	78	284	362	66367	33026	99593	971	1755	2726	67538	34781	102319	12 486 628,62	4 341 044,20
1916	81	291	372	67508	32313	99821	1163	1880	3043	68611	34193	102864	13 620 967,07	4 171 897,30
1917	81	299	380	70371	34455	102826	1182	1924	3106	71553	34379	105932	13 866 826,42	4 196 321,60
1918	81	300	381	72111	26363	98474	1242	1945	3187	73353	28313	101666	13 879 941,98	Mancano i dati
1919	81	305	386	74 59	29161	103920	1262	2008	3270	76 21	31169	107190	19 379 719,92	—
1920	81	305	386	78691	33020	111711	1272	1710	2982	79963	34730	1146 3	25 943 129,54	—
1921	81	305	386	81528	35394	116922	1309	1822	3181	82887	37216	120103	45 170 464,41	—
1922 (h)	91	348	439	92143	36819	128962	1443	1967	3410	93586	38786	132372	70 560 000,—	—

SVILUPPO DEI SERVIZI TELEFONICI IN ITALIA DAL 1885 AL 1922. — II. Servizio telefonico interurbano.

Anni al 30 giugno	Linee		Linee interurbane						Uffici			Traffico in Num. comunicaz.			Introiti in lire	
	internazionali		Numero			Lunghezza circuito in Km.										
	N.	Lunghezza circuito Km.	S (a)	C (b)	Totale	S	C	Totale	S	C	Totale	Internazionale	Interurbano		S	C
1885	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1895	—	—	—	3	3	—	141	141	—	3	3	—	—	5753	—	—
1905	3	423	41	50	91	4443	2604	7047	—	—	—	—	—	220 000 (e)	—	—
1907 (c)	9	631	164	81	245	12781	2561	15342	170	140	310	102178	2 336 644 (e)	—	—	—
1908	10	711	216	87	303	17110	2805	19925	241	151	392	123168	2 770 755 (e)	—	—	—
1909	10	711	260	93	353	19983	2906	22 79	305	156	462	152376	2 418 936	1 226 385	2 166 219,95	653 729,20
1910	12	739	306	120	426	22339	3705	26544	357	169	526	173209	2 892 880	1 511 252	2 559 822, 5	785 626,45
1911	13	758	355	130	485	25667	4000	29667	404	182	586	217177	3 493 213	1 939 159	2 924 178 10	940 773,65
1912	13	758	402	141	543	26525	4378	30903	467	195	662	23 056	3 172 743	2 157 233	2 964 029,90	1 072 46,05
1913	13	758	479	162	641	29100	4880	33980	556	215	771	256292	4 171 982	2 378 389	3 524 219,45	1 206 375,95
1914	17	1122	503	188	691	31047	5634	36711	532	242	824	273170	4 380 574	2 618 432	3 848 509,—	1 363 557,60
1915	17	1122	547	214	761	31674	6293	37967	654	232	936	(d) 56635	4 245 026	2 728 235	3 552 124,05	1 407 804,90
1916	17	1122	567	224	791	31991	6597	38588	685	240	975	(d)	2 987 044	1 631 962	1 994 743,40	717 554,75
1917	17	1122	585	224	809	32505	6634	39139	702	294	996	(d)	4 790 037	2 566 554	3 722 704,54	1 196 669,20
1918	17	1122	604	231	835	33627	6534	40261	721	263	989	Traffico	5 122 822	2 982 854	3 888 204,50	1 461 179,—
1919	19	1151	629	241	870	35047	7240	42238	730	270	1000	conglò-	4 819 781	2 792 651	6 552 14,—	2 127 983,—
1920	20	1195	677	243	920	50308	9711	60519	744	274	1018	bato in	5 793 263	2 892 778	12 780 695,61	4 006 186,—
1921	20	1195	757	277	1034	53797	11588	65385	913	303	1219	quello	6 930 074	3 929 649	21 288 169,21	5 307 293,—
1922 (h)	20	1195	1164	306	1470	61320	12106	73426	1377	322	1699	interurb.	7 500 000	4 300 000	32 355 000,—	6 980 000,—

(a) Stato. — (b) Concessionari. — (c) anno del riscatto da parte dello Stato delle principali reti urbane dai concessionari. — (d) sospeso il servizio ai primi di agosto 1914, per lo scoppio della Guerra Europea. — (e) mancano dati ufficiali di ripartizione fra i due esercizi. — (f) compresi i canoni corrisposti dai concessionari. — (g) depurati gli introiti non soggetti a canone. — (h) sono compresi per la prima volta nelle cifre i dati statistici riguardanti le Terre Redente. Le cifre del traffico e degli introiti sono

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Generale Pugliese di Elettricità — Napoli — Capitale L. 5.000.000.

Il bilancio, chiuso al 30 giugno u. s., registra un utile di L. 42 mila e 376 su un movimento contabile di oltre 12 milioni.

Società Anonima per l'utilizzazione delle forze idrauliche della Dalmazia — Trieste.

Venne approvato il bilancio al 31 dicembre 1922 che riguarda le gestioni 1921 e 1922. L'assemblea deliberò di destinare L. 137.179 agli ammortamenti e di riportare a conto nuovo il saldo perdita che sale così a L. 7.032.243.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Mediterranea di Elettricità — Roma.

In assemblea straordinaria è stato stabilito di aumentare il capitale sociale da L. 18.000.000 a L. 25.000.000.

Società Agordina per Elettricità — Agordo.

Venne deliberato l'aumento del capitale sociale portandolo da L. 198.000 a L. 297.000.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

Società Tramvie Elettriche Provincia di Portomaurizio — Portomaurizio.

Si è costituita questa Anonima col capitale di L. 600.000 per l'esercizio e costruzione di tramvie elettriche.

Società Anonima Garigliano — Roma.

Si è costituita per lavori di irrigazione, produzione e distribuzione di energia elettrica, ecc. Il capitale sociale è di L. 500.000 in 500 azioni da L. 1000 ciascuna.

Officina Elettrotecnica Lodigiani e C. — Milano.

Si è costituita questa società in accomandita semplice per la costruzione di materiale da cabine, morsetterie per qualunque fensione, ecc.

Unione Industriale tra consumatori di energia elettrica — Treviso.

In assemblea straordinaria è stata deliberata la messa in liquidazione della Società.

* *

Nel turbolento periodo del dopo guerra, pochi mesi furono così ricchi di avvenimenti politici e così ridenti di tragiche possibilità e di angosciose attese come il novembre di quest'anno.

La crisi interna della Germania venuta maturando lentamente ma tenacemente fra le velleità separatiste alimentate dagli interessi francesi: il complotto semi-occulto del fermento comunista rinfocolato dalla propaganda russa, e la reazione ultranazionalista esasperata dalla miseria e dalle umiliazioni della sconfitta, scoppiò finalmente minacciando di travolgere e spezzare la stessa unità dell'impero. Se il Governo centrale della Germania riuscì a superare la gravissima crisi e a sconfiggere clamorosamente l'onda di rivolta che si era diffusa nel paese, fu certamente appunto perchè i tre movimenti, separatista renano, comunista sassone e nazionalista bavarese, pur essendo convergenti nella loro opposizione al Governo di Berlino erano fondamentalmente opposti fra loro.

Il mese di novembre segnò effettivamente la liquidazione del separatismo renano, morto fra l'indifferenza dei suoi stessi sostenitori e l'ostilità invincibile delle popolazioni. I torbidi comunisti furono anch'essi soffocati con implacabile severità dalle forze armate dell'impero. Meno chiara e meno persuasiva fu la improvvisa sgonfiatura dell'eccitazione nazionalista bavarese. Quale parte vi abbiano giocato le rivalità personali, il timore delle enormi responsabilità, la stanchezza delle popolazioni ed altri imponderabili elementi di natura morale, non è possibile dire. Certo si è che provocò grande sorpresa la facilità colla quale venne posto fine ad un movimento che si era impostato con basi grandiose, e si vantava di voler compiere una marcia militare su Berlino. Al momento opportuno le forze armate nazionaliste delegarono e la temuta rivoluzione bavarese finì ingloriosamente nelle proporzioni di un comune tumulto di piazza.

Certo la Germania può dire di avere superato la crisi più grave a cui ebbe a trovarsi esposta dal giorno della sua costituzione a nazione, e la gioia dei patrioti germanici non deve essere minore della disillusione provata da chi, nel disfacimento germanico si rinommetteva la propria sicurezza militare e l'incontrastata prosperità industriale.

Vero è che la situazione interna germanica non è chiarita né tale ancora da tranquillizzare. Fermenti di torbidi d'ogni genere vi pullulano ancora e possono dar luogo a sorprese di momento in momento. Ne è riprova la caduta del Gabinetto Stresemann e la difficoltà quasi insuperabile di arrivare a costituire un nuovo Ministero.

Ma almeno per ora, il centro dell'interesse politico europeo che si era portato nel cuore della Germania, torna a spostarsi nella Ruhr. Abbiamo accennato nella Rivista precedente alla situazione estremamente penosa e piena di incognite paurose che si andava delineando tra la fermezza delle pretese francesi e la minaccia d'una serrata delle industrie locali. Fortunatamente, ancora una volta, nel momento più

pericoloso da una parte e dall'altra mancò il coraggio di compiere l'atto estremo e con reciproche, per quanto non grandi e più che altro formali, concessioni si andò delineando l'accordo fra le Autorità occupanti ed i maggiori industriali della regione. Le fabbriche non chiuderanno, gli operai continueranno a lavorare e ciò dà tempo di cercare e trovare un *modus vivendi* tollerabile. Ed effettivamente gli accordi vanno man mano concretandosi ed ampliandosi cosicchè si ritorna ancora una volta a sperare di raggiungere una situazione di tranquillità e di proficuo lavoro.

Per l'ennesima volta dopo il trattato di pace, l'entente anglo-francese parve sull'attimo di una irreparabile rottura. Il ritorno in Germania del Kronprinz, e la sospensione del controllo militare alleato nelle fabbriche germaniche, provocarono le ire della Francia. Essa ricorse nuovamente alle minacce di più gravi sanzioni, cercò di coinvolgere gli alleati in una azione militare intesa ad ottenere l'espulsione del principe ereditario e l'immediato e integrale ripristino del controllo militare. Come sempre queste proposte urtarono contro l'irriducibile opposizione inglese e contro la non meno decisa ripugnanza italiana. La situazione fu in qualche momento così tesa che già sulla stampa interalleata si dava come avvenuta la rottura colla Francia, mentre in Germania si prendeva in considerazione l'ipotesi di una marcia francese fino ad Amburgo o fino a Berlino. Ma anche qui la Francia arrestò davanti all'ultimo passo e anzichè rompere coll'Inghilterra, preferì insieme agli altri alleati accettare la garanzia del Governo germanico circa la rinuncia al trono del Kronprinz e aprire trattative per il ripristino graduale del controllo militare reso praticamente difficilissimo dall'esasperazione antifrancese delle masse tedesche.

La speranza di un intervento americano, salutata con gioia al suo apparire, è caduta. Dopo un mese di indecisioni e di discussioni il Governo americano ha dichiarato che davanti alle limitazioni che venivano poste all'azione della proposta Conferenza, esso non riteneva utile di parteciparvi. E l'America ha fatto sapere per bocca dei suoi uomini più autorevoli che essa non è disposta a spendere le sue forze per curare l'Europa se questa non mostra più vivo desiderio di essere guarita dai mali che l'affliggono. Non può non causare sorpresa il vedere la Francia, dopo aver fatto fallire la Conferenza proposta dall'America, accettare e quasi favorire la costituzione di un Comitato di periti per valutare le capacità di pagamento della Germania.

Unica nota confortante si è l'inevitabile attenuazione delle misure militari nella Ruhr ed il miglioramento sensibile dei rapporti fra Autorità occupanti e popolazioni, in seguito all'abbandono della resistenza passiva.

Un altro avvenimento che richiamò molto l'attenzione del mondo politico fu la manifestazione della cordialità e del ravvicinamento italo-spagnolo, culminata nel viaggio in Italia dei Reali di Spagna, accolti dovunque colla più festosa simpatia. Si parlò di trattato più o meno segreto, di intesa mediterranea, di alleanza lat'na, si fantasticò di sognate ostilità verso questa o quella nazione. Noi non vediamo in ciò se non un altro episodio di quella politica accorta seguita dal nostro Governo che cerca di procurare dovunque all'Italia amicizie che possano essere fondate su effettive concordanze di interessi e di ideali. Tutto quanto riguarda il possibile sviluppo di intese mediterranee o di leghe latine, spetta al futuro e si sottrae alla nostra analisi obiettiva.

Nella Spagna intanto l'azione del Governo del generale De Rivera continua con energia severa, non risparmiando gli oppositori anche se situati nelle più alte cariche dello Stato. E ancora troppo presto per giudicare degli effetti reali della nuova dittatura.

In Grecia continuano le agitazioni ed i tumulti. Vi si nota specialmente un fermento vivissimo contro la monarchia ed un largo movimento favorevole alla Repubblica. Il re appare sempre più uno strumento nelle mani del suo governo e quasi prigioniero dei Ministri, i quali fanno annunziare che il re rimarrà ancora « per ora » ad Atene.

I Balcani sono tutt'ora la polveriera d'Europa. Poco è mancato che un intrigo di una serva terminato in una involontaria aggressione all'addetto serbo in Bulgaria conducesse ad un nuovo conflitto. Questo fu evitato soltanto grazie alle remissività del Governo bulgaro che accettò tutte le riparazioni richieste, ma serve di monito per la facilità con cui possono nascere nuove complicazioni in quell'angolo di Europa.

Sempre fosca la situazione in Polonia dove gli scioperi e i tumulti portarono a conflitti sanguinosi nei quali i caduti si contano a decine. E ciò naturalmente contribuisce a peggiorare le condizioni dell'industria e quindi delle finanze statali.

Si accentuano invece i sintomi di miglioramento nell'Austria nella quale le condizioni politiche si vanno decisamente sistemando verso una tranquillità, foriera di buoni eventi, come è dimostrato anche dal risultato delle recenti elezioni che segnarono uno scacco deciso per i pangermanisti.

*

Gli accordi intervenuti nella Ruhr e la graduale ripresa del lavoro nelle miniere, fa risorgere la speranza che possano quanto prima venire riprese in misura non trascurabile le spedizioni di carbone in Italia in conto riparazioni. Come è noto le spedizioni, che del resto non raggiunsero mai il minimo stabilito, cessarono del tutto nell'ultimo più burrascoso periodo. Appena si delineò la cessazione della resistenza passiva e l'accenno ad una ripresa di attività lavoratrice, il nostro Governo intervenne per far valere i nostri diritti. Si giunse così ad un accordo firmato a Düsseldorf il 23 novembre secondo il quale l'Italia riceverà subito in conto riparazioni per il mese di di-

cembre un quantitativo di carbone non minore di 200.000 tonnellate. A partire dal 15 gennaio prossimo l'Italia dovrà ricevere il quantitativo di carbone integrale stabilito dal programma della Commissione delle Riparazioni, e che consiste, come è noto, in 400.000 tonnellate al mese. È sperabile che altre difficoltà non interverranno a vietarci di ricevere la già scarsa quota di prestazioni in natura assegnatici.

Un importante esempio dell'attività italiana all'estero è costituito dalla partecipazione italiana alle imprese di sfruttamento idroelettrico della Stiria. Le trattative condotte con grande attività da un gruppo finanziario italiano a cui appartengono la Banca Commerciale, il Credito Italiano e la Edison, incontrarono la benevola accoglienza delle autorità locali cosicché l'andamento delle trattative stesse fu relativamente agevole. Soltanto all'ultimo momento si accese una opposizione vivace che assunse anche un certo colore politico. Il capitale austriaco rappresentato da un consorzio di dodici Banche cercò di ridurre la partecipazione italiana, nella presunzione che dietro il gruppo italiano si celasse l'interessamento del gruppo Stinnes e del gruppo francese Loucheur. Fortunatamente le difficoltà poterono essere vinte e il contratto venne firmato negli ultimi giorni del mese. Secondo l'accordo, che dovrà ancora ottenere l'approvazione del Governo austriaco, resta assicurato al gruppo italiano la maggioranza ed il controllo nella grande Società Steweag per le forze idrauliche della Stiria. Stando a notizie diffuse, rimane al capitale italiano il 63,5 % del capitale sociale mentre il consorzio delle Banche austriache ottiene il 36,5 %. Si apre così all'attività ed alla tecnica nostra un vasto e propizio campo d'azione e di sfruttamento.

Il nuovo Ministro d'Austria a Roma ha assicurato che il suo Governo favorirà in ogni modo l'interessamento del capitale italiano in Austria, tanto utile per la rinascita e la sistemazione del suo Paese. Esso ha insistito nel mettere in valore i rapporti di buon vicinato stabilitisi fra l'Italia e l'Austria, auspicando una intensificazione negli scambi favorita dal recente trattato di commercio.

A facilitare gli scambi commerciali coi paesi ex-austriaci contribuirà anche la Conferenza raccolta a Bologna per iniziativa del Governo italiano, per trattare le questioni ferroviarie di interesse comune. Parteciparono alla Conferenza, oltre l'Italia, l'Austria, la Jugoslavia e la Ceco-Slovacchia.

In occasione delle recenti manifestazioni italo-spagnole si addivenne anche alla firma della convenzione di commercio e di navigazione fra Italia e Spagna. Viene così messo fine alla situazione precaria esistente a questo riguardo fra le due Nazioni in seguito alla denuncia del trattato di commercio esistente, avvenuta nel 1921. Colla nuova convenzione si è cercato di favorire il commercio reciproco con garanzie ed agevolazioni speciali per le merci di particolare importanza per l'uno o per l'altro Paese. Si è assicurato il trattamento della nazione più favorita per le nostre esportazioni nella Spagna e per le importazioni in Italia dalla Spagna. Si è poi stabilito di procedere alla nomina di una Commissione di tecnici incaricata di studiare i modi migliori per valorizzare le esportazioni dei due Paesi sui mercati esteri regolando in maniera da evitare per quanto è possibile la dannosa concorrenza di prodotti analoghi sullo stesso mercato.

Continuano i voti e le proposte favorevoli ad una ripresa economica di rapporti colla Russia. Un noto industriale italiano reduce da un viaggio in Russia ha espresso la sua opinione sulla possibilità di considerare quell'immenso Paese come un favorevole mercato di sfogo per la nostra sovrapproduzione industriale nonché come opportunissima fonte di materie prime a noi tanto necessarie e così difficili ad ottenersi dalle altre Nazioni. Il momento sarebbe particolarmente favorevole, dato che fino ora la concorrenza vi è limitata alla Svezia e all'Inghilterra. Occorre costituire un ente bancario che garantisca in qualche modo le iniziative e addivenire alla conclusione di un trattato di commercio. La politica del Governo Russo eccentua sempre più la sua colorazione borghese e la vita economica del Paese si va evolvendo verso forme più consone alla ripresa di relazioni concrete cogli organismi finanziari occidentali. Sembra del resto che le pratiche da tempo iniziate per un trattato di commercio italo-russo abbiano quanto prima a condurre alla presentazione di un vero trattato all'approvazione della Camera.

*

La ricorrenza della Vittoria del Piave e dell'avvento al potere del Governo fascista, ha dato luogo in Italia a manifestazioni patriottiche, celebrate ovunque con concorde entusiasmo. Molto cammino si è fatto in questo anno ma molto cammino resta ancora a farsi.

È attesa con grande interesse la prossima esposizione finanziaria che il Ministro De Stefani terrà al Senato. In essa si potranno avere gli elementi per valutare la situazione economica attuale.

È stato deliberato che l'emissione di Buoni del Tesoro ordinari, venga da ora in avanti limitata alla sostituzione o rinnovazione dei buoni scaduti e che vanno scadendo.

È continuata la riforma e la semplificazione delle disposizioni sui bolli e su una quantità di tasse varie. È difficile valutare la portata di queste misure che hanno però certamente, se non altro, il vantaggio di facilitarne la applicazione e la riscossione effettiva.

A partire dal 1 gennaio 1925 è decretata l'esenzione completa dalla imposta fondiaria dei fabbricati rurali, delle miniere, cave, saline e tonnare.

Per provvedere alla sicurezza dello Stato, si è proceduta alla nomina di una Commissione suprema di difesa destinata a risolvere

le più importanti questioni relative alla organizzazione e predisposizione dei mezzi necessari all'esercito ed alla marina. La nomina è particolarmente interessante perchè in essa compare un elemento nuovo nelle nostre istituzioni di pace: il Comitato per la preparazione della mobilitazione nazionale. Quest'ultimo è destinato ad avere numerosi ed intimi contatti colle industrie nazionali onde nascono possibilità di rapporti impreveduti anche per le industrie più gelose e più segrete. Non si può però negare che la costituzione di un tale comitato risponde bene alla concezione moderna della guerra, come è scaturita dalla terribile, recente esperienza.

La Direzione Generale del Tesoro pubblica alcuni dati interessanti relativi al risparmio nazionale. Risulta che al 30 giugno 1923 il risparmio complessivo, comprendendovi i depositi ordinari e quelli a risparmio e i depositi presso Banche rurali, ammontava a 32.334 milioni in confronto a 28.316 milioni al 30 giugno 1922 e di contro a 26.318 milioni al 30 giugno 1921. Poichè prima della guerra, (al 30 giugno 1914) il risparmio risultava di 7595 milioni, valutando il valore attuale della moneta ad un quarto, ciò corrisponderebbe a 31.180 milioni. È dunque questa la prima volta che si nota un incremento reale nel risparmio nazionale, dopo l'inizio della guerra.

Si sono pubblicate le tabelle dei risultati delle entrate del Ministero delle Finanze, relative al primo quadrimestre dell'esercizio in corso. In tale periodo si nota, in confronto al corrispondente periodo dell'anno finanziario precedente, un aumento di entrate di 27,8 milioni. Sono in aumento specialmente le imposte sugli scambi, la ricchezza mobile e le tasse scolastiche. Qualche contrazione si è avuta invece nelle imposte dirette sui consumi, nei monopoli industriali e nel lotto. Complessivamente l'entrata accertata fu di 4190 milioni, mentre era stata preventivata in 4039 milioni. Limitando le considerazioni al solo mese di ottobre si avrebbe un aumento di 36 milioni in confronto all'ottobre dello scorso anno. Il gettito complessivo delle entrate nel mese di ottobre fu di 1404 milioni.

Un altro elemento di indice di prosperità è portato dalla confortante ripresa di attività del Porto di Trieste, favorito dalla disciplina e laboriosità della massa lavoratrice. In alcuni giorni si è raggiunto un traffico di 827 vagoni, superiore di 102 vagoni al massimo fino ad ora raggiunto nel dopo-guerra. Il grande Porto risente il benefico influsso dei provvedimenti presi a suo favore e delle intese tenacemente perseguite coi Paesi del retroterra. Senza dubbio esso è attualmente anche favorito dalla paralisi del porto di Amburgo, paralisi dovuta all'alto costo che ivi hanno assunto i traffici in seguito alla crisi monetaria, tanto che Amburgo è oggi il Porto più caro di tutta Europa. Molte linee di traffico dell'Europa Centrale che prima si avviavano ad Amburgo, ora si dirigono a Trieste. Se, come pare, la crisi che ha colpito Amburgo, specialmente dopo la rivolta comunista, avesse a continuare, si preparerebbe certamente pel porto di Trieste un periodo di grande prosperità.

L'interessamento del Governo per le questioni d'indole tecnica che riguardano la nostra industria e la nostra economia, continua a manifestarsi colla ricerca della collaborazione dei competenti. Per le questioni connesse alla situazione della Ruhr e all'industria metallurgica, venne tenuta a Roma una apposita riunione a cui intervennero, insieme ai Ministri interessati ed al capo del Governo parecchi dei maggiori esponenti della grande industria italiana. In un colloquio coi rappresentanti dei gruppi di competenza fascisti, l'On. Mussolini riprese anche lo sfunto altre volte accennato della eventuale costituzione di una specie di Parlamento tecnico. Tale nuovo organo non dovrebbe limitarsi ad una semplice espressione di organizzazione sindacale: inoltre non dovrebbe avere semplice funzione consultiva, ma verrebbe considerato come un Istituto che partecipa in qualche modo alla funzione legislativa. Il Parlamento tecnico dovrebbe avere la figura di una rappresentanza emergente dai grandi organismi intellettuali ed economici della Nazione.

Suscita qualche interesse una iniziativa partita dalla Associazione Nazionale dei combattenti per un esperimento di colonizzazione collettiva organizzato nello Stato di San Paolo al Brasile. Questo tentativo di emigrazione organizzata, nel quale è interessata la Società Anonima Coloniale Ribeira, ha riscosso l'approvazione del Governo il quale ha promesso l'appoggio più ampio alla iniziativa. Continua così quella serie di provvedimenti e di iniziative intese a migliorare e organizzare la nostra emigrazione, e che ebbe principio dalle restrizioni messe dagli Stati Uniti alla introduzione degli emigranti. Altra volta abbiamo accennato ai buoni risultati ottenuti dalle misure prese dal Governo per compiere una accurata selezione della massa degli emigranti. Ancora recentemente il Ministro del Lavoro Americano raccomandava l'Italia ad esempio degli altri Paesi di emigrazione, come quella che meglio ha dimostrato di saper regolare la emigrazione alle origini, senza oltrepassare il contingente mensile e quello annuale stabilito. Molti altri paesi hanno già compiuto la quota annuale di emigranti permessi, presentando anzi una eccedenza di qualche migliaio di sbarcati dei quali non è ancora deciso se verrà tollerata la permanenza.

A Trieste venne tenuto il Congresso per l'espansione economica. Il Congresso riuscì una solenne affermazione di fede e di volontà realizzatrice. In interessanti relazioni vennero passate in rassegna le forze finanziarie bancarie dell'Italia in tutti i Paesi del mondo. Risultò così evidente che i nostri interessi finanziari hanno teso una rete che avvolge ormai tutti anche i più lontani Paesi, e che i nostri Istituti Bancari non sono assenti là dove l'opera loro può essere necessaria od utile. In alcune regioni, come ad esempio in America lo sforzo bancario italiano ha raggiunto proporzioni grandiose che possono essere ragione di un giusto orgoglio. L'importantissimo problema

delle comunicazioni venne ampiamente trattato, specialmente in relazione alle nostre Colonie. Vennero emessi voti per l'intensificarsi delle comunicazioni per via aerea e per la pronta realizzazione della nuova linea di cavi diretti coll'America, superando le difficoltà opposte dalle diffidenze e dalle rivalità ben note di altre Nazioni. Venne nominato un Comitato per lo studio e la definizione di un piano di pratica realizzazione per risolvere il problema della propaganda economica e commerciale all'estero.

*

La Conferenza Economica dell'Impero Inglese portò, realizzando i timori espressi nelle passate Note, al prevalere delle correnti protezioniste. Già alcune misure inerenti al nuovo piano di tariffe sono annunciate. Tuttavia non pare che l'idea protezionista abbia incontrato il favore del gran pubblico nella massa del quale sono fortemente radicate le tradizionali teorie, libero-scambiste. La lotta fra libero scambio e protezionismo è appunto la piattaforma sulla quale verranno combattute le prossime elezioni inglesi. La lotta si annuncia accanita ed avvincente l'interesse delle masse le quali si sentono già da certi sintomi minacciate da un rincaro di vita in conseguenza appunto delle annunciate misure protezionistiche. Vi è dunque ancora la speranza che la disputa sottratta ai chiusi concilii degli uomini di finanza e di industria possa essere risolta a favore della libertà degli scambi, a indiscutibile vantaggio di tutti.

E in verità la già strenuata economia Europea non avrebbe bisogno di essere sottoposta a nuove prove e a nuove difficoltà, mentre in tutti i Paesi si accentuano gli sforzi per risolvere le situazioni ovunque più o meno penose.

In Polonia si è deliberata l'istituzione di una nuova Banca di emissione per la fondazione della quale il Tesoro disporrà di 125 milioni di riserva metallica e di 125 milioni di credito della cassa territoriale polacca. Sono quindi in totale 250 milioni di franchi oro dei quali 150 milioni sono disponibili per risanamento delle finanze e la stabilizzazione della nuova moneta. Per il bilancio polacco del 1924 è preventivata una entrata reale di 1112 milioni di franchi oro. Sul miliardo di franchi oro di imposte eccezionali sul patrimonio, sono riservati all'industria ed al commercio 350 milioni di franchi oro pagabili in tre scadenze annuali.

Al Parlamento Ceco-Slovacco si ebbe una interessante esposizione finanziaria dalla quale risultò come la crisi economica si sia ripercossa in un minore provento delle tasse e imposte. Si rese prima necessario una modificazione nel bilancio preventivo del 1924 nel senso di ridurre le spese a 16.994 milioni, con una diminuzione di 4647 milioni in confronto dello scorso anno. Le entrate dello Stato sono discese a 16.391 milioni, cosicchè il disavanzo sale a 603 milioni con un aumento di 44 milioni in confronto dell'anno precedente.

Continua l'opera di risanamento delle finanze Austriache. La corona è ormai da tempo stabilizzata, il deficit del bilancio viene gradatamente eliminato. Dal bilancio per il 1924 si rilevano 8346 miliardi di entrate contro 9182 miliardi di uscite; resterebbe così un deficit di 836 miliardi, valore che rappresenta soltanto un terzo di quello relativo al 1923. Tuttavia il Ministro delle Finanze Austriaco, parlando al Parlamento ha assicurato che colle nuove misure introdotte il deficit potrà essere ridotto a 146 miliardi. Sono poi annunciati fortissimi nuovi aumenti sulle tariffe dei servizi pubblici. Anche per l'Austria il problema più difficile per raggiungimento del pareggio consiste nella riorganizzazione e nello sfruttamento razionale dei servizi pubblici.

Dopo lunghi indugi e molte incertezze la Commissione Finanziaria della Società delle Nazioni ha espresso voto favorevole alla concessione di un prestito internazionale all'Ungheria. Tuttavia mentre il Governo Ungherese chiedeva mezzo miliardo di corone oro, la Commissione Finanziaria sulla scorta di dati raccolti, ha ritenuto che potessero essere sufficienti 250 milioni di corone oro. L'Ungheria ha sempre seguito una politica finanziaria rigorosa e quasi dura, limitando con grande severità le importazioni, e trattenendo severamente gli aumenti degli stipendi ai funzionari ad onta dello svilimento monetario. Essa ha perciò evitato il crollo formidabile della corona austriaca. Tuttavia trattandosi per l'Ungheria di un paese essenzialmente agricolo, le sue risorse sono di più lenta valorizzazione, e anche il riassetto generale del Paese non potrà essere così rapido come fu per l'Austria. Il prestito all'Ungheria verrà rilasciato senza la garanzia delle nazioni alleate.

Una relazione ufficiale da Mosca dà notizie del commercio estero russo nel periodo che va dall'ottobre 1922 al maggio 1923. Risulta da tale statistica che nel maggio 1923 l'esportazione dei viveri rappresentava il 40 % della quantità totale ed il 41,5 % del valore totale; le materie gregge contavano invece per il 59,8 % della quantità e per il 56,7 % del valore totale delle esportazioni. Fra i clienti della Russia il primo posto era tenuto in aprile dalla Germania col 41,6 % del valore totale, seguita dall'Estonia col 28 %. Nel maggio invece la Germania scende al 13,4 % cedendo il primo posto alla Lettonia. L'Inghilterra conta per percentuali del 6 % circa. Per quanto riguarda la importazione in Russia, la Germania rappresenta nel mese di aprile il 31 % della quantità e il 61 % del valore, mentre l'Inghilterra rappresenta il 34 % della quantità ma solo il 16 % del valore. Ma nel maggio tali cifre diventano rispettivamente 23 % e 38 % per la Germania e 43 % e 29 % per l'Inghilterra. La ripercussione del grave collasso germanico è anche qui evidente.

Il bilancio statale russo per il 1923-24 ammonta a 1750 milioni di rubli oro, contro 1250 milioni dell'esercizio 1922-23. È annunciata come prossima la presentazione del preventivo dettagliato 1923-24; i

due terzi delle spese saranno coperti dalle entrate; un terzo del deficit sarà coperto con operazioni di credito e solo in piccola parte con nuove emissioni. Si inizia così l'opera di risanamento della finanza bolscevica costretta dalla ineluttabilità delle cose a riaccostarsi ai metodi ed alle concezioni della società borghese occidentale. Di questo nuovo indirizzo è ancora segno evidente la sempre maggiore copia di concessioni industriali che vengono rilasciate a privati. Si annuncia infatti che il numero delle imprese industriali sottoposte al Consiglio compartimentale dell'economia di Mosca diminuisce continuamente. Su 1700 stabilimenti, già divenuti di Stato nel centro della Russia, il 14 % è già stato affidato a concessionari, il 19 % sarà a giorni concesso ed il 20 % è in istudio per la concessione.

Il cambiamento evidente nei metodi e nella mentalità del Governo russo, rende più facile l'opera di penetrazione da esso iniziata da tempo per riacciare le relazioni colle altre Nazioni europee. Già nel mondo slavo rinascono le tradizionali simpatie per la Russia. Il Governo iugoslavo ha stabilito di riprendere le trattative col Governo dei Soviet per i rapporti commerciali ed industriali. In Rumania si è pure discussa la ripresa di traffici colla Russia e si prevede la firma di una convenzione in proposito. I Paesi nordici già si sono fortemente introdotti in Russia. Una Commissione industriale finanziaria francese presente in Russia, conta di riacciare sollecitamente importanti relazioni economiche. Già si parla della concessione ad un gruppo francese delle miniere di carbone di Krivoirog, già in passato appartenenti a un Sindacato francese. Dobbiamo augurarci che l'interessamento del nostro Governo, che non comincia da oggi, ci renda possibile di arrivare in tempo utile in questa gara di formidabili interessi.

Ma il punto nero della economia europea, la zona morta di questo vasto campo in via di faticosa sistemazione, resta per ora la Germania. La paralisi conseguente alla occupazione della Ruhr ed alla catastrofe monetaria ha colpito il Paese nelle sue parti più vitali. La ridda dei prezzi è fantastica; in quelli di prima necessità si registrano sbalzi da 16 a 70 miliardi al chilo, in tre giorni. Il rifornimento dei viveri è sempre più difficile specialmente nelle grandi città. Il cambio vertiginosamente alto rende praticamente impossibili i rifornimenti dall'estero. La disoccupazione aumenta di ora in ora acquistando proporzioni gravissime.

Tralasciando di considerare le regioni occupate, dove come è noto il Governo tedesco ha sospeso la concessione di sussidi, si contano nell'interno della Germania circa un milione di disoccupati sovvenzionati dal Governo. Vi sono inoltre un milione e mezzo di operai che lavorano solo parzialmente. Si calcola che oltre un terzo dell'intera popolazione tedesca soffra a causa della disoccupazione.

L'attività edilizia che si era mantenuta notevole anche nei periodi difficili, è paralizzata dal costo elevatissimo dei materiali. Le industrie tessili sono in gravissima crisi non potendo più esportare a causa dell'impossibilità di reggere alla concorrenza estera.

Le miniere di carbone di Slesia hanno diminuito la loro produzione. L'industria della potassa è pure in gravi angustie.

L'industria elettrica Germanica soffre pure grandemente per l'elevato costo dei materiali e della mano d'opera. I prezzi di produzione nelle fabbriche tedesche sono ormai superiori a quelli che vigono all'estero. Le ordinazioni dagli altri Paesi sono grandemente diminuite, e del resto diventano poco redditizie. Anche il mercato interno non dà più ordinazioni per nuove installazioni. Pare che il Governo per favorire l'esportazione sia disposto ad abolire tutti i dazi di uscita ripristinando il commercio libero.

Tuttavia l'industria lotta tenacemente. La Compagnia Generale di Elettricità A.E.G. è riuscita a concludere un contratto con la General Electric Co. di New York; tutte le nuove invenzioni verranno scambiate vicendevolmente. Già prima della guerra le due grandi Società avevano stretti rapporti, che però erano stati troncati durante il periodo bellico. Tuttavia già nel 1920 ben 25 milioni di azioni della A.E.G. venivano acquistati da una banca americana dietro cui stava la C.E.Co., cosicchè l'accordo attuale viene come un naturale sviluppo di interessi già stretti. Contemporaneamente la Electro Banque di Zurigo, emanazione della A.E.G. riorganizza la sua situazione finanziaria riducendo il valore delle azioni da 250 franchi a 50.

Durante il primo semestre dell'anno in corso l'esportazione di materiale elettrico dalla Germania è stato di 425.777 quintali contro 418.777 nel 1922. Nella cifra indicata entra il macchinario rotante per 116.161 quintali, i cavi per 88.922 quintali, le lampade elettriche per 8972, gli apparecchi telefonici per 5336, gli strumenti di misura per 28.936 quintali. Si nota nel 1923 il formarsi o l'accentuarsi di nuove correnti di esportazioni. Per esempio dal 1922 al 1923, le esportazioni verso gli Stati Uniti passarono da 2,1 a 4 milioni di pezzi; quelle verso l'Argentina passarono da 650.780 a 3,2 milioni di pezzi. Più di 1,6 milioni di lampade furono esportate in Russia. L'esportazione verso l'Italia ha diminuito per quanto riguarda il macchinario grosso, passando da 1669 quintali nel 1922 a 1464 nel 1923, e così pure per le lampade di cui se ne esportarono nel 1923 solo 891.345 contro 2.035.226 nel 1922. Risulta invece in aumento l'esportazione del piccolo macchinario (da 1012 quintali a 6731) e degli apparecchi di misura (da 2500 quintali a 4238).

Vi sono quindi ancora elementi di vitalità di cui si notano altri indici notevoli nei miglioramenti di alcuni impianti e nella fondazione di nuovi. È anzi uno degli aspetti più tragici della situazione tedesca questo contrasto fra la grande miseria generale e le enormi forze finanziarie concentrate nelle mani di una piccola oligarchia di magnati dell'industria. Si va così creando una situazione di profondo malcontento che può dare origine a gravissimi sconvolgimenti interni.

*

Il mercato borsistico si è mantenuto oscillante ed incerto, con frequenti alternative di giornate pesanti e di folate di ottimismo. La incertezza della situazione politica influisce certamente sull'andamento delle Borse, non però in misura così notevole come potrebbe temersi. Infatti basta pensare alla gravità di certi momenti politici che si sono attraversati durante il mese, per riconoscere che la loro ripercussione non è stata proporzionata. Si direbbe che anche la finanza si vada adattando all'attuale stato di cose e si limiti ad attendere con paziente ottimismo la soluzione delle gravi questioni.

Anche il mercato dei cambi è stato alquanto incerto, con sbalzi imprevedibili nelle quotazioni giornaliere. La nostra lira si avvantaggia nel complesso in misura non trascurabile rispetto al franco francese, mentre si dimostra pesante in confronto al dollaro e alla sterlina.

L'andamento dei titoli di Stato, fu quasi del tutto inattivo. Tuttavia, dopo qualche accenno di pesantezza, si notò un certo risveglio tantoché il Consolidato passò da 89,45 all'inizio del mese a 90,60 alla chiusura.

Fiacchi i valori cambiari, che durante il mese segnano quasi tutti una depressione graduale. Però gli ultimi giorni si ebbe una ripresa notevole di cui beneficiarono specialmente le Commerciali che da 1113 in apertura, chiudono a 1185 dopo essere scese però fino a 1089. La Banca d'Italia dopo aver toccato 1485, si risollevarono a 1522; così pure le Credito segnano qualche miglioria chiudendo a 821.

Trascurato il gruppo dei trasporti che non registra variazioni notevoli pur dimostrandosi resistente e segnando qualche miglioria.

Largo favore hanno avuto i titoli delle industrie tessili che segnano i più brillanti progressi del mercato. Si distinguono specialmente le Cottonificio Cantoni le quali partendo da una quotazione di 1650 si portano con sbalzi successivi fino a 1952; ma anche gli altri titoli segnano miglieorie notevoli: ricordiamo le Turati passate da 468 a 570, le Tessuti Stampati da 558 a 672, le Linificio Canapificio Nazionale da 625 a 672, ecc.

Calmi invece i titoli metallurgici e minerari. Qualche miglieoria registrano le Elba, e le Montecatini. Più attivo il comparto automobilistico, dove le Fiat furono largamente trattate: questo titolo, sempre in favore, migliora ancora le sue posizioni portandosi da 381 a 393; anche le Bianchi registrano un lento, continuo progresso.

Incerto ed oscillante il comparto dei titoli alimentari e dei valori di esportazione.

Largamente trattati furono i titoli elettrici che richiamarono in notevole misura l'attenzione del mercato. I prezzi subirono numerose oscillazioni e si registrarono anche notevoli miglieorie che però non sempre furono integralmente conservate. Facciamo seguire come il solito lo specchietto delle variazioni dei titoli elettrici.

Ing. RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei Titoli Elettrici nel novembre 1923.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	300	597	599	663
Conti	250	345	342	347
Vizzola	500	1041	1038	1110
Brescia	100	124,50	113	124,50
Adamello	200	227,50	226	235,50
Unione Eser. Elettrici	50	93,50	91,50	94
Elettrica Alta Italia	250	230	280	286
Officine Elett. Genovesi	250	337	336	338
Adriatica	100	145	144,50	146
Negri	200	121,50	120	119
Ligure Toscana	200	264	268	276,50
Gener. Elet. della Sicilia	100	117,50	117	124,50



**Associazione
Elettrotecnica Italiana**

Reata in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Sottoscrizione per le vittime del disastro di Gleno.

La Presidenza Generale ha diretto alle Presidenze di Sezione la seguente lettera:

«L'immane sciagura che ha colpito la Valle del Dezzo, dalla sua origine allo sbocco nella Valle Camuna, in una di quelle regioni ove più si sono moltiplicate le opere idroelettriche che alimentano tante nostre industrie, trova un'eco ancor più angosciata e profonda nei «Soci della nostra famiglia elettrotecnica, che tutti ci raccoglie nei «cimenti e negli studi delle applicazioni elettriche. È giusto quindi «che tutti i Soci dell'A. E. I. concorrano a dare una viva ed efficace «attestazione della nostra solidarietà nel dolore, concorrendo quanto «più sia possibile a lenire, con aiuto finanziario, le conseguenze di «una di quelle terribili offese che le forze brute della natura sferrano «talvolta quasi per ribellarsi al giogo loro imposto dal genio umano.
«L'A. E. I. deve fare tutto ciò che può; voglia dunque Ella, «Egregio sig. Presidente, con cortese sollecita cura chiamare a rac-

«colta i Soci della Sezione che Ella presiede perchè ciascuno con- «corra a dare il suo aiuto. Oltre alle cifre, l'atto stesso del concorso «è prova tangibile della viva parte che prendiamo alla sventura dei «fratelli colpiti».

Si invitano pertanto i colleghi ed i soci collettivi ad accogliere con animo generoso l'appello della Presidenza Generale ed a inviare sollecitamente le loro offerte presso la sede della rispettiva Sezione.

L'elenco nominativo delle offerte sarà pubblicato sull'*Elettrotecnica* e comunicato alla stampa quotidiana.

* *

REFERENDUM

per le modifiche e aggiunto allo Statuto ed al Regolamento.

a) Modifiche allo statuto.

ART. 12.

Testo esistente.

L'Associazione è retta ed amministrata da un Consiglio Generale composto da:

un Presidente Generale;
tre Vice Presidenti Generali;
un Segretario Generale;
un Segret. della Presidenza;
un Vice Segretario Generale;
un Cassiere;
i Presidenti delle Sezioni;
i Consiglieri eletti nelle singole Sezioni a far parte del Consiglio Generale a mente dell'art. 13.

Testo che si propone.

si aggiunge:

gli ex Presidenti Generali e il Redattore Capo del giornale.

ART. 13.

Il Presidente Generale, due Vice Presidenti Generali, il Cassiere, il Segretario generale e il Segretario della Presidenza sono nominati complessivamente e contemporaneamente con votazione generale di tutti i Soci che ne hanno diritto. Il terzo Vice Presidente generale sarà il Presidente Generale precedente.

Il Presidente Generale, i due Vice Presidenti Generali, il Cassiere sono nominati complessivamente e contemporaneamente con votazione generale di tutti i Soci che ne hanno diritto.

Il terzo Vice Presidente Generale sarà il Presidente Generale antecedente.

Il Segretario Generale, il Vice Segretario Generale e il Segretario della Presidenza sono nominati dal Consiglio Generale.

Il comma 2 resta immutato.

Il comma 3 è abolito.

ART. 15.

f) Nominare il Direttore dell'Ufficio Centrale fissandone le mansioni e le retribuzioni.

f) Nominare il Segretario Generale, il Segretario della Presidenza, il Direttore dell'Ufficio Centrale e gli impiegati dell'Associazione fissandone le mansioni e le retribuzioni.

ART. 25.

L'art. 26 diventa comma e) del l'art. 25.

e) Ogni Sezione formerà un proprio Regolamento interno.

ART. 26.

Per mantenere l'unità d'indirizzo e il collegamento opportuno fra le varie Sezioni è costituita una Commissione (Commissione per lavoro delle Sezioni) così composta:

Presidente: il Presidente Generale;

Membri: i Vice Presidenti Generali; i Presidenti di tutte le Sezioni;

Segretario: il Segretario Generale.

Parte aggiunta allo Statuto.

VII. - GIORNALE ED ATTI DELL'ASSOCIAZIONE

ART. 31. - Il giornale «L'Elettrotecnica» è l'organo ufficiale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana e costituisce il Giornale e gli Atti dell'Associazione stessa.

ART. 32. - L'Amministrazione del giornale sarà retta da un apposito regolamento da approvarsi dal Consiglio Generale con la ratificazione dell'Assemblea dei Soci.

b) Parte aggiunta al Regolamento.

X. - RIUNIONI ANNUALI.

ART. 26. - La preparazione tecnica delle riunioni annuali è curata dalla Commissione per le Riunioni e Congressi che è così composta:

Presidente: Il Presidente Generale.

Membri: I Vice Presidenti Generali - La Redazione dell'Elettrotecnica.

Segretario: Il Segretario Generale.

Detta Commissione fisserà gli argomenti intorno ai quali si svilupperanno i lavori della Riunione annuale che dovranno essere approvati dal Consiglio, ed esaminerà le memorie presentate, giudicando in modo insindacabile sulla loro accettazione.

ART. 27. - Nella Riunione verranno portati in discussione soltanto i lavori presentati in precedenza in modo da poterne fare la pubblicazione prima della Riunione. L'autore non potrà leggere per esteso la sua comunicazione, ma di regola la riassumerà nel modo più breve, nel tempo che verrà assegnato dalla Commissione.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BARI

La sera dell'8 corrente mese, i soci di questa Sezione si recarono a visitare il nuovo impianto termo-elettrico della Società Forza e Luce Bari. Detto impianto, comprendente un gruppo a vapore di 1500 HP a corrente trifase 9000 volt, segna il primo passo nella trasformazione della rete di Bari da corrente continua in corrente trifase, dovendosi predisporre la rete medesima ad accogliere l'energia idroelettrica che arriverà prima dall'impianto del Matese e poi da quello dei laghi Silani. La visita, che si estese a qualche cabina di trasformazione in città, offriva quindi interesse piuttosto per l'importanza locale che dal punto di vista generale. Ma per questo appunto i soci della Sezione si interessarono alla visita e alle spiegazioni fornite dal collega Ing. M. Ascoli, direttore della Società, intorno al programma e ai lavori in corso per l'allacciamento degli impianti di Bari e del resto della Puglia alle linee ad alta e ad altissima tensione che porteranno in questa regione l'energia dei due impianti idroelettrici sopraindicati.

* *

Necrologio

ERNESTO SANNIA



La morte di Ernesto Sannia ha colpito dolorosamente tutti coloro che avevano avuto la fortuna di conoscerlo ed avevano potuto apprezzarne le doti preclari non solo di uomo e di funzionario, ma di ricercatore tenace e silenzioso della verità scientifica. E più ancora l'imatura sua fine ha colpito coloro che lo avevano non solo conosciuto, ma compreso.

Tutta l'impareggiabile altezza del suo carattere, tutta la insuperabile fedeltà della sua coscienza all'adempimento del dovere, tutta la forza del suo intelletto, nutrito della più larga cultura scientifica ed alimentato da studi sempre nuovi, avrebbero dovuto dare al nostro amico perduto le più grandi soddisfazioni; invece Egli è morto, senza che i suoi meriti fossero stati ufficialmente riconosciuti e giustamente esaltati. Le sue virtù erano nascoste dalla sua istintiva modestia.

Laureatosi ingegnere civile e diplomatosi in elettrotecnica, cominciò ad esercitare la libera professione, ma, nonostante gli arridesse il successo, abbandonò poco dopo il libero esercizio, perchè il suo temperamento non gli permetteva di resistere alla lotta ed alla concorrenza, cui purtroppo si va incontro nell'esercizio della libera professione.

Entrò, quale assistente, nell'Istituto Elettrotecnico della Regia Scuola di Applicazione, diretto dall'illustre prof. Luigi Lombardi, il quale lo ebbe ben presto in grande stima. Qui, nel silenzio e nella solitudine dei suoi studi e delle sue ricerche, Egli alimentava il fuoco intimo della sua vera gioia spirituale; qui Egli poté plasmare il suo cervello alle speculazioni scientifiche e poté formarsi quella cultura specializzata, che lo doveva poi tanto distinguere.

Lasciato il Politecnico, Egli entrò nella Società Napoletana per Imprese Elettriche, ove gli furono affidati sempre incarichi speciali, che richiedevano effettiva competenza, coscienza intemerata, e attestavano la fiducia illimitata ch'Egli ispirava.

Quando nel 1907 l'esercizio telefonico venne, in virtù di legge, gestito dallo Stato, Ernesto Sannia, per i suoi titoli, fu ammesso nell'Ufficio Tecnico della Direzione Compartimentale. Nuovo completamente della materia, Egli, con paziente studio e con vero fervore, sempre animato dalla fiamma inestinguibile del sapere, si dedicò alla conoscenza dei complessi problemi telefonici, tanto da diventare uno dei migliori specialisti in materia telefonica. Alla sua dottrina attingevano i colleghi e dipendenti!

Ma Egli era modesto, infinitamente modesto! E per questa sua grande virtù, Ernesto Sannia non ebbe quel riconoscimento, che tanto gli spettava.

Oh! quante volte negli uffici dello Stato avviene di trovare nell'ombra il funzionario ignorato, che fatica instancabilmente e silenziosamente e — senza accorgersi del prodigio — rappresenta il fulcro di tutto il complesso lavoro che intorno si svolge! Ernesto Sannia fu uno di questi eroi ignorati del dovere, pur con il notevole privilegio dell'ingegno superiore e degli studi severi e profondi. La sua morte ci riconduce purtroppo alla dolorosa constatazione che non sempre, nei pubblici uffici, vengono premiati i più degni. Spesso non piova la virtù, è necessaria l'audacia!

Nulla Egli fece mai per mettersi in vista, per richiamare l'attenzione sui suoi meriti, e men che mai gli balenò la tentazione di speculare sul glorioso nome paterno. Ma fu ben figlio di suo padre nel senso più nobile e più lusinghiero della parola, e ne proseguì l'amore della scienza, il disinteresse immacolato, lo zelo in pro' del pubblico bene.

Non meno evidente era la somiglianza di Lui con sua madre, Anselina d'Ovidio, della quale ereditò la tolleranza compassionevole verso tutte le miserie umane, la bellezza pura del volto e l'arguzia inesauribile. Giacchè il nostro Ernesto era un umorista nato. Assetato di rettitudine e di giustizia, faceva quanto era in Lui per impedire un'ingiustizia o combattere una stortura; quando era costretto a rinunciare all'impresa, dava la stura a quei suoi commenti caustici, ma bonarii, s'ignorili, piacevolissimi a quelli stessi che ne erano l'obiettivo. Era la sua un'arguzia fine, concettosa, ma schietta, fresca, immediata, quasi plastica, silurante, come ebbe a definirla un comune amico.

Pochi uomini io ho conosciuti così imparziali, sereni, obiettivi nel giudizio; ma temperava la giustizia con una carità squisita e riconosceva il merito, l'ingegno altrui, dovunque l'incontrasse, con l'entusiasmo di un giovane che nulla ancora abbia incominciato ad ambire per se stesso. Della sproporzione fra le svariate attitudini e la fortuna avuta nella vita non mosse mai lamento; fu contento delle gioie della famiglia e delle amicizie sincere e cordiali: giacchè questo uomo che pareva nato per la vita di famiglia, conservava ancor'oggi a 55 anni lo spirito socievole, l'anima aperta di un giovane. E morto ancor giovane un uomo che non sarebbe mai invecchiato, nel senso triste della parola.

La malattia di Lui costituì una settimana di passione non solo per i consanguinei, ma per tutto l'ambiente in cui Egli svolgeva l'opera sua, accomunando in un solo palpito tutta la famiglia telefonica, dai capi al più umile operaio; la sua fine suscitò un coro unanime di dolore e di strazio.

Diamo all'Estinto il vale supremo ed alla desolata famiglia il conforto delle nostre lagrime.

Avviso importante

Si pregano i signori Soci che si sono prenotati per ricevere i fascicoli della Descrizione Impianti Elettrici, a voler inviarne il relativo importo con cartolina vaglia alla Sede Centrale - Via S. Paolo 10 Milano (3) - altrimenti verrà sospeso l'ulteriore invio.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

E' GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

I dieci anni dell' "Elettrotecnica",

Con questo numero l'*Elettrotecnica* compie il suo decimo anno e, fatta adulta, sta per entrare in una nuova fase della sua vita. Sorta per il favore col quale i nostri benemeriti Soci collettivi avevano accolto l'iniziativa del Prof. Lori, impegnandosi con una sottoscrizione ad assicurarle la vita per un quinquennio, l'*Elettrotecnica* avrebbe dovuto nei cinque anni, secondo le parole stesse del suo Fondatore, fare le ossa o morire. Ma, a pochi mesi dall'inizio, in pieno periodo di organizzazione, la coglieva la bufera della guerra mondiale che travolgendo i valori di tutte le cose, troncava alla base le sorgenti speranze. Oggi ricordando quegli anni fortunosi pare già quasi un miracolo che, fra tante difficoltà ed a differenza di tante altre riviste anche straniere, il nostro giornale abbia potuto continuare sempre regolarmente le sue pubblicazioni. Ma alla fine del quinquennio fu naturalmente necessario ricorrere ancora all'aiuto dei Soci collettivi, e colla più viva gratitudine ricordiamo oggi la bella fede che, in quella occasione, essi dimostrarono nell'avvenire del giornale. Quantunque, per il diminuito valore del denaro, l'aiuto della sottoscrizione risultasse di fatto assai modesto, esso bastò a superare il punto morto e da quel giorno l'*Elettrotecnica* ha iniziato veramente il suo cammino ascensionale. Nel numero unico, pubblicato l'anno scorso in occasione del venticinquennio dell'A.E.I., abbiamo illustrato le fasi di tale cammino e, riguardando quei diagrammi, il lettore comprenderà facilmente come, nella recente Riunione di Venezia, la Presidenza abbia potuto comunicare all'assemblea plaudente che, col nuovo anno, l'*Elettrotecnica* non avrebbe più bisogno dell'aiuto diretto dei Soci collettivi. E se si pensa che ciascun socio versa annualmente al giornale meno di venti lire, ci sembra che il risultato conseguito debba essere per tutti motivo di vero compiacimento.

Del passato dell'*Elettrotecnica* parlano i dieci volumi pubblicati; per l'avvenire parleranno ugualmente i fatti. Nei riguardi della forma, col nuovo anno si compirà un nuovo passo sulla via del miglioramento della carta e dei caratteri. Per la sostanza, mentre contiamo di sviluppare ancora di più le descrizioni dei nostri impianti tanto apprezzate dai lettori, dobbiamo ripetere per l'ennesima volta che il giornale è essenzialmente quale lo fanno l'attività e l'interessamento dei consoci. Certamente ad esso non verrà meno l'amorevole e vigile cura della Redazione che dell'*Elettrotecnica*, figlia prediletta dell'A.E.I., spera di poter essere considerata come la buona e fedele nutrice.

La misura e la registrazione della portata dei canali.

La facilità con cui negli impianti elettrici è consentito di accentrare al quadro di comando tutti i controlli e tutte le misure relative all'esercizio, ha spinto i tecnici delle «zone limitrofe» a mettersi sulla stessa via ed in quest'ultimo decennio si sono compiuti dei notevolissimi progressi in fatto di apparecchi destinati a controllare l'andamento degli impianti termici ed idraulici. Per questi ultimi, mentre sono state da tempo superate tutte le difficoltà relative alla misura ed alla registrazione dei livelli e delle pressioni, non può dirsi invece sia stato ancora risolto in modo definitivo il problema ben più importante delle misure di portata. Si conoscono dei buoni apparecchi indicatori e registratori applicabili là dove, sul canale di scarico, sia possibile costruire uno stramazzo permanente; d'altra parte i Venturimetri — che hanno già avuto anche qualche sanzione ufficiale — ed altri apparecchi analoghi possono risolvere abbastanza bene il problema, a parte la questione della spesa, nel caso delle condotte forzate. Nel caso dei canali invece siamo ancora nel periodo dei tentativi e degli esperimenti. L'Ing. C. PUCCIONI ha appunto studiato e presentato al Congresso di Venezia un interessante apparecchio registratore da applicarsi ai canali, del quale pubblichiamo oggi la descrizione.

LA REDAZIONE.

REGISTRAZIONE DELLA PORTATA NEI CANALI DEGLI IMPIANTI IDROELETTRICI

CORRADO PUCCIONI

Comunicazione alla XXVIII Riunione Annuale dell'A. E. I.
Venezia, ottobre 1923

La misura continua della portata derivata negli impianti idroelettrici, ha grande importanza non solo ai fini dei controlli fiscali, ma anche per avere una statistica delle portate utilizzabili dal corso d'acqua alimentare, nonché di quelle del corso stesso, dalla portata derivata essendo in generale agevole risalire a quella del fiume.

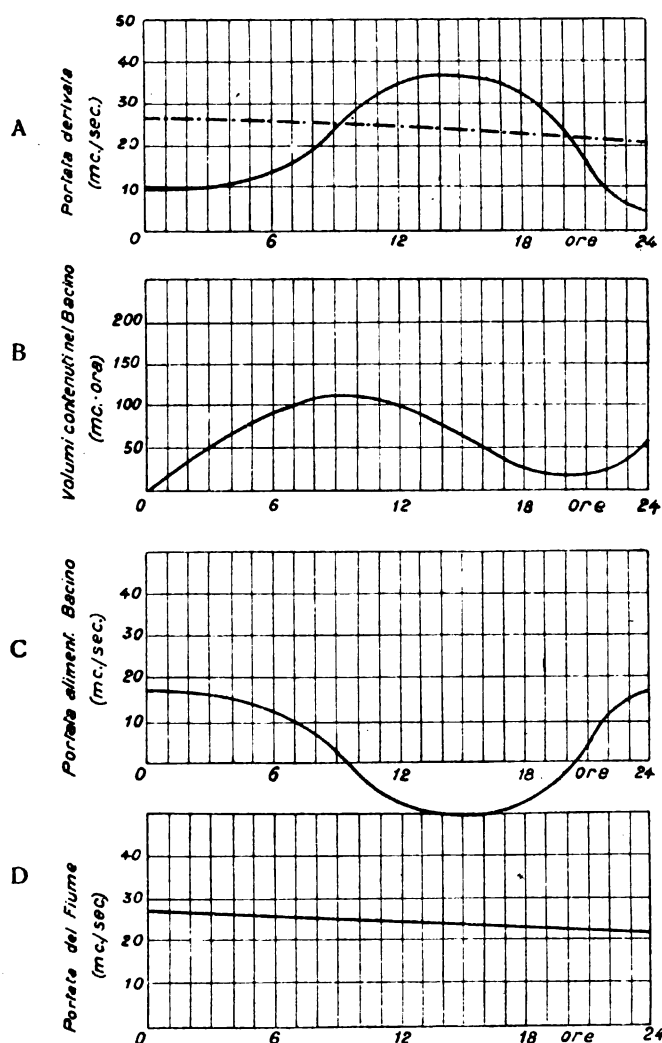


Fig. 1.

statistiche, la prima specialmente utile per poter stabilire la possibilità di produzione di energia nell'impianto, la seconda per lo studio di eventuali ampliamenti di esso e per il progetto di altri impianti sullo stesso corso d'acqua.

Inoltre la misura delle portate nei canali di derivazione permette utili controlli d'esercizio. Così dal confronto di essa con i li-

velli raggiunti potrà dedursi lo stato degli attriti del canale ed avere quindi una indicazione circa la convenienza di eseguire espurghi da depositi e raschiature delle pareti da vegetazioni.

Nel caso poi speciale di impianti alimentati da bacino il rilievo continuo della portata derivata, unito al contemporaneo continuo rilievo dei livelli raggiunti dal bacino, permette di fare altri controlli importantissimi per l'esercizio dell'impianto.

Invero siano A e B (v. fig. 1) i diagrammi della portata derivata e dei volumi contenuti nel bacino in corrispondenza dei livelli raggiunti rappresentati in m^3 -ora ($1 m^3$ -ora = $3600 m^3$ = volume per poter fornire la portata di m^3 1 al secondo per un'ora).

Costruendo la curva C derivata dalla curva B essa rappresenterà evidentemente la portata d'alimentazione del bacino (positiva nell'invaso, negativa nello svaso). ⁽¹⁾

Nel caso poi che gli svasi ed invasi del bacino, come avviene sempre quando esso alimenti il canale e non direttamente la condotta forzata, vengano eseguiti con manovre a mano, il diagramma della portata derivata permette inoltre di verificare se le manovre furono eseguite come prescritto e se esse furono regolate opportunamente per adattarsi alle esigenze del carico.

Parimenti il diagramma della portata derivata passante nel canale offrirà un utile controllo quando si abbia un canale che alimenti un bacino, potendo per mezzo di tale diagramma e del rilievo dei livelli del bacino e delle portate da esso erogate farsi un utile bilancio fra l'afflusso e il deflusso del bacino e i volumi in esso contenuti ciò che darà il mezzo di rilevare eventuali perdite.

Per la misura della portata nelle condotte forzate esistono già noti apparecchi deducanti la portata delle perdite di carico in una

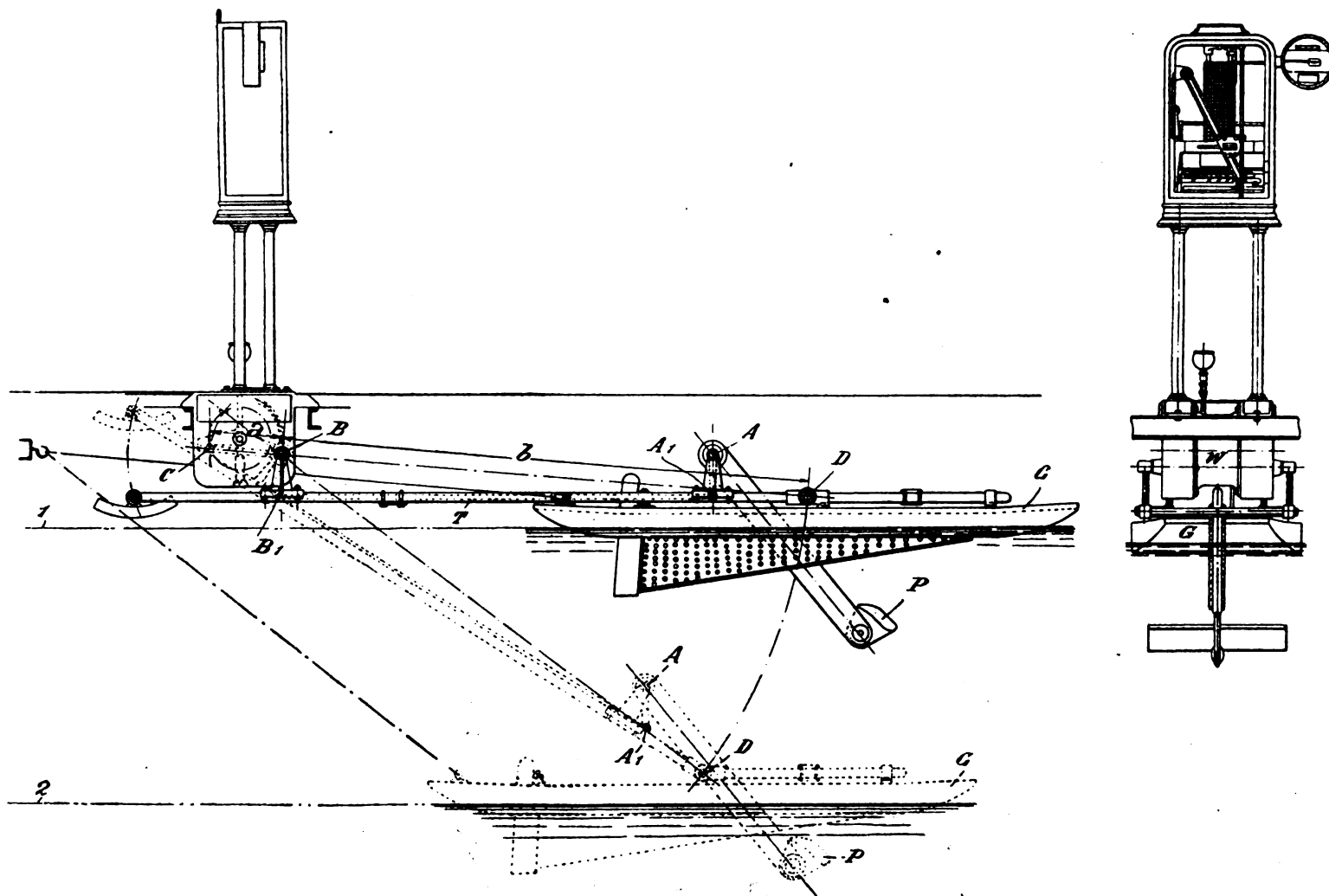


Fig. 2.

La somma delle ordinate delle curve A e C (portata derivata + portata alimentante il bacino) darà naturalmente l'andamento della portata del corso d'acqua, dato importante che sarà quindi possibile così dedurre. Viceversa se la portata del fiume è altrimenti nota (o per misure a monte o perchè nello spazio di tempo considerato essa sia ritenibile costante ed eguale alla media del diagramma della portata derivata fra due ordinate corrispondenti a livelli eguali del bacino, o perchè anche essendo variato il suo andamento possa dedursi da punti del diagramma della portata derivata corrispondenti a livelli costanti del bacino, nei quali quindi la portata derivata uguagli quella del fiume) le aree comprese fra il diagramma della portata del fiume e il diagramma delle portate derivate rappresenteranno evidentemente i volumi svasati ed invasi nel bacino. Dal confronto di tali volumi svasati ed invasi nel bacino, con i volumi teorici corrispondenti ai livelli raggiunti si potrà avere un'idea dello stato del bacino e delle sue eventuali alterazioni per azioni di interrimento.

⁽¹⁾ Tale curva derivata è facilmente tracciabile anche senza passare per la curva B tenendo conto degli incrementi o decrementi per ogni ora dei m^3 -ora contenuti nel bacino e può anche venire tracciata automaticamente con opportuno apparecchio comandato da galleggiante immerso nel bacino.

strozzatura della condotta, i quali risolvono assai bene il problema, ma risultano assai costosi, richiedendo l'inclusione di pezzi speciali nelle tubazioni e portando alla necessità di installarne tanti quanti sono le tubazioni. Di più essi danno la portata utilizzata e non quella derivata, per ottenere la quale occorre avere altro mezzo per valutare quella sfiorata onde aggiungerla alla prima.

Invece per la misura delle portate nei canali nei quali si ha in generale la portata completa derivata, non si hanno che apparecchi basati su semplici misure di livello, o su stramazzi attraverso il canale. I primi hanno l'inconveniente di non tener conto delle variazioni di portata che con uno stesso livello possono aversi per variazioni negli attriti delle pareti del canale o per chiamate o rigurgiti momentanei, i secondi di rendere necessario un salto con relativa perdita di carico, che spesso non è ammissibile.

Tenute presenti tali condizioni, il sottoscritto ha studiato di risolvere il problema della misura continua e registrazione della portata nei canali per mezzo dell'apparecchio appresso descritto, soddisfacente alla condizione di semplice ed economica installazione, senza necessità quindi di alcuna opera speciale nel canale, non producente perdite di carico apprezzabili e misurante direttamente il volume defluente nell'unità di tempo in base al valore della velocità media e della sezione liquida, in modo da evitare tutti gli errori derivanti da misure indirette.

Costruzione e funzionamento dell'apparecchio.

La misura della velocità media e della sezione liquida, dalle quali, come già accennato, viene in questo apparecchio dedotta la portata del canale, è effettuata per mezzo di due distinti dispositivi.

La misura della velocità media è ottenuta rilevando la velocità massima e moltiplicando questa per un coefficiente K , pari al rapporto fra velocità media v_m e velocità massima v_p , rapporto che dipende dalla natura delle pareti del canale e dal livello e che può essere rilevato sperimentalmente.

Il rilievo della velocità massima è ottenuto per mezzo della deviazione di una paletta P (vedi fig. 2) in forma di doppia ala immersa nella corrente, portata da un'asta di ferro vuoto, girevole intorno ad un asse A . La forma della paletta è studiata in guisa da ottenere per ogni deviazione la migliore possibile adesione della vena fluida per evitare la formazione di vortici che renderebbero instabili le deviazioni e da avere una sensibilità del pendolo circa uniforme alle varie velocità. ⁽²⁾ Tale asse di rotazione è mobile parallelamente a sè stesso in senso verticale con le variazioni di livello, essendo portato da un telaio T in tubo di ferro, rotante intorno all'asse orizzontale B , comandato da un galleggiante collegato a cerniera all'estremo D del telaio stesso. La posizione dell'asse A sul detto telaio mobile è fissata in modo da mantenere in ogni condizione di livello del canale una conveniente immersione della paletta. Tale immersione è regolata in maniera che la paletta risulti sempre investita dal filone di velocità massima e ciò perchè in tali condizioni il valore di K risulta per la maggior parte dei canali costante, anche variando notevolmente il livello, come sarà poi dimostrato. Tuttavia l'apparecchio, è predisposto anche per tener conto di un'eventuale variazione di K in livello, variazione che può aversi in modo sensibile in alcuni casi particolari.

La deviazione della paletta (v. fig. 3) viene convertita dall'apparecchio in uno spostamento rettilineo orizzontale $V_0 V_1$, proporzionale alla velocità che colpisce la paletta e ciò per mezzo di una doppia moltiplica di ingranaggi e di un riduttore ad elica, elica la cui sviluppo è tale da dare appunto il diagramma della velocità nella scala voluta in funzione della deviazione della paletta.

Il rilievo della sezione idrica (area della sezione liquida) è fatto per mezzo dello stesso galleggiante, riducendone in modo opportuno gli spostamenti al variare del livello in altri spostamenti verticali, tali che, data la forma del canale essi rappresentino nella voluta scala i valori della corrispondente sezione idrica.

Tale riduzione è ottenuta per mezzo di una controlleva BC (vedi fig. 5) che agisce su una superficie cilindrica $L_0 L'$ con direttrice normale all'asse B , guidata verticalmente.

È facile vedere che regolando la lunghezza BD in confronto a CB e dando una conveniente sagoma alla detta superficie cilindrica $L_0 L'$ si può ottenere che gli spostamenti verticali della superficie cilindrica $L_0 L'$ è quindi del carrello I delle sezioni idriche da essa comandata riproducano in una voluta scala la sezione s . Come sarà dimostrato in seguito, la superficie cilindrica $L_0 L'$ avrà direttrice rettilinea orizzontale e quindi sarà un piano orizzontale nel caso di canale a sponde verticali e avrà direttrice curvilinea negli altri casi. In particolare per canali a sponde oblique la detta direttrice sarà una parabola ad asse verticale.

Lo spostamento orizzontale $V_0 V_1$, rappresentante in scala la v_p viene convertito in uno spostamento orizzontale $V_m V_m'$ proporzionale alla velocità media v_m moltiplicandolo per il coefficiente K .

Tale moltiplicazione è ottenuta variando la distanza $So Vo$ mentre la $So Vm$ resta costante $= C$.

È evidente che basterà che sia $\frac{So Vm}{So Vo} = K$ ossia $So Vo = \frac{C}{K}$, quindi risulti $V_m V_m' = K v_p = v_m$.

Poichè si ha sempre $K < 1$ ne risulterebbe che si avrebbe $So Vm < So Vo$, ossia la scala della velocità media v_m risulterebbe posta superiormente alla scala delle v_p . Ciò non è conveniente per ragioni costruttive, per esse essendo opportuno invece che la scala della v_m sia più bassa della scala v_p . A ciò viene provveduto adottando per le v_m una scala maggiore di quella di v_p . In generale per le v_m è adottata la scala di 125 mm = 1 m al secondo e per le v_p la scala di 100 mm = 1 metro al secondo; ciò fa sì che la distanza $So Vm$ deve essere moltiplicata per 1,25 rispetto a quella che

si avrebbe se ambedue le velocità fossero nella stessa scala e quindi la scala delle v_p risulta superiore a quella delle v_m da $K = 1$ fino a $K = 0,80$, limite sotto il quale in generale non si discende in canali murati. Qualora si avessero valori di K anche minori di 0,80 (canali in terra) si potrà utilizzare la stessa disposizione facendo che le v_p risultino già ridotte in un rapporto minore di 1.

Ciò premesso, avendosi uno spostamento orizzontale $V_m V_m'$ proporzionale alla velocità media v_m e uno spostamento verticale $So S'$ proporzionale alla sezione idrica s lo spostamento $S' Q^1$ risulterà proporzionale alla portata.

$$\text{Infatti:} \quad S' Q = \frac{v_m s}{C}$$

dove $C = \text{costante} = So Vm$

relazione da cui si deduce anche la scala in cui le portate verranno indicate, una volta fissata la scala delle velocità medie, la scala delle sezioni idriche e la lunghezza costante C .

In generale il rapporto K per un determinato canale, quando la v_p sia la velocità del filone di velocità massima, risulta per canali murati, quali sono in generali i canali degli impianti industriali, praticamente costante anche variando notevolmente il livello.

Infatti tale rapporto è dato secondo Bazin dalla formula:

$$K \times \frac{V_{\text{media}}}{V_{\text{max}}} = \frac{1}{1 + 14 \sqrt{A + B/R}}$$

dove A e B sono coefficienti dipendenti dalla natura della superficie delle sponde e quindi costanti per un dato canale, mentre R è il raggio medio.

Ora per i tipi di canali contemplati da Bazin si hanno i seguenti valori per A e B :

I Canali a pareti molto lisce	$A = 150 \times 10^{-6}$	$B = 4,5 \times 10^{-6}$
II Canali a pareti lisce	$A = 190 \times 10^{-6}$	$B = 13,3 \times 10^{-6}$
III Canali a pareti poco lisce	$A = 240 \times 10^{-6}$	$B = 60 \times 10^{-6}$
IV Canali in terra	$A = 280 \times 10^{-6}$	$B = 350 \times 10^{-6}$
V Canali e fiumi con ghiaia	$A = 400 \times 10^{-6}$	$B = 700 \times 10^{-6}$

In base a tali valori di A e di B per i detti cinque tipi di canali contemplati da Bazin per i vari raggi medi si hanno i seguenti valori di K :

VALORI DI K								
RAGGIO MEDIO R in m.								
Tipo canale	0,40	0,60	0,80	1,00	2,00	3,00	6,00	
I	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
II	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,84	0,84	0,43
III	0,78	0,79	0,80	0,80	0,80	0,81	0,82	0,82
IV	0,68	0,70	0,71	0,72	0,74	0,77	0,78	0,80
V	0,61	0,62	0,64	0,66	0,68	0,72	0,74	0,76

Da tale tabella si vede come per canali murati con raggio medio da 0,40 in su il rapporto di K varii in generale di non oltre l'1 % (ed eccezionalmente del 2 % per i piccoli canali del tipo III) per variazioni del raggio medio anche da 1 a 2, ciò che corrisponde a variazioni di livello anche in maggior rapporto, il raggio medio, come è facile dimostrare, variando sempre più lentamente del livello. Di tale variazione di K non vale quindi la pena di tenere conto, essendo contenuta entro i limiti degli inevitabili errori dell'apparecchio e basta fare la regolazione della distanza $So Vo$ ad un valore fisso invariabile in relazione al valore caratteristico del rapporto K per il canale dove l'apparecchio deve essere installato.

Peraltro, onde rendere l'apparecchio applicabile anche nel caso che il rapporto K non sia costante per essere canali in terra o in ghiaia, o canali murati nei quali il raggio medio varii in un rapporto anche maggiore di 1 a 2, l'apparecchio è munito di dispositivo permettente di tener conto anche di un eventuale variazione di K con il livello. Per ottenere tale scopo basta evidentemente poter far variare la distanza $So Vo$ con il livello. Ciò è stato raggiunto a mezzo di un sistema di leve e di camme opportunamente sagomate, comandato dal carrello della sezione idrica, sistema a mezzo del quale viene alzato od abbassato il rullo ad elica, variando in conseguenza la distanza $So Vo$ in relazione al livello.

*

Spiegato così il funzionamento generale dell'apparecchio, passiamo alla descrizione dettagliata dei vari organi.

1) *Organi per la misura della velocità.* — La deviazione della paletta destinata al rilievo della velocità (fig. 2) viene trasmessa dal

⁽²⁾ Lo sforzo per unità di superficie di proiezione della paletta su un piano normale alla direzione del moto dell'acqua, cresce circa col quadrato della velocità. Ma all'aumentare della deviazione diminuisce la proiezione della paletta, il che tende già a correggere la legge quadratica dell'aumento con la velocità dello sforzo prodotto dall'urto dell'acqua. Tale diminuzione della proiezione è resa più rapida formando la paletta con due piani fra loro raccordati, di cui uno ha già un'inclinazione iniziale a paletta in posizione di riposo e può essere resa anche più rapida inclinandosi in avanti in tale posizione tutta la paletta. Con tali artifici si arriva ad avere una sensibilità vicinissima all'uniforme per tutta la deviazione.

mozzo della paletta rotante sull'asse di sospensione A al manicotto B_0 rotante sull'asse B per mezzo di un parallelogramma $AA' B_0 B'$, formato da due manovelle uguali AA' e $B_0 B'$ riunite da una biella $B' A'$ di lunghezza uguale alla distanza BA .

A diminuire gli attriti, la rotazione tanto del mozzo della paletta sull'albero A , quanto quella del manicotto B_0 sull'albero B (solidale al telaio T) avviene con l'interposizione di cuscinetti a sfere.

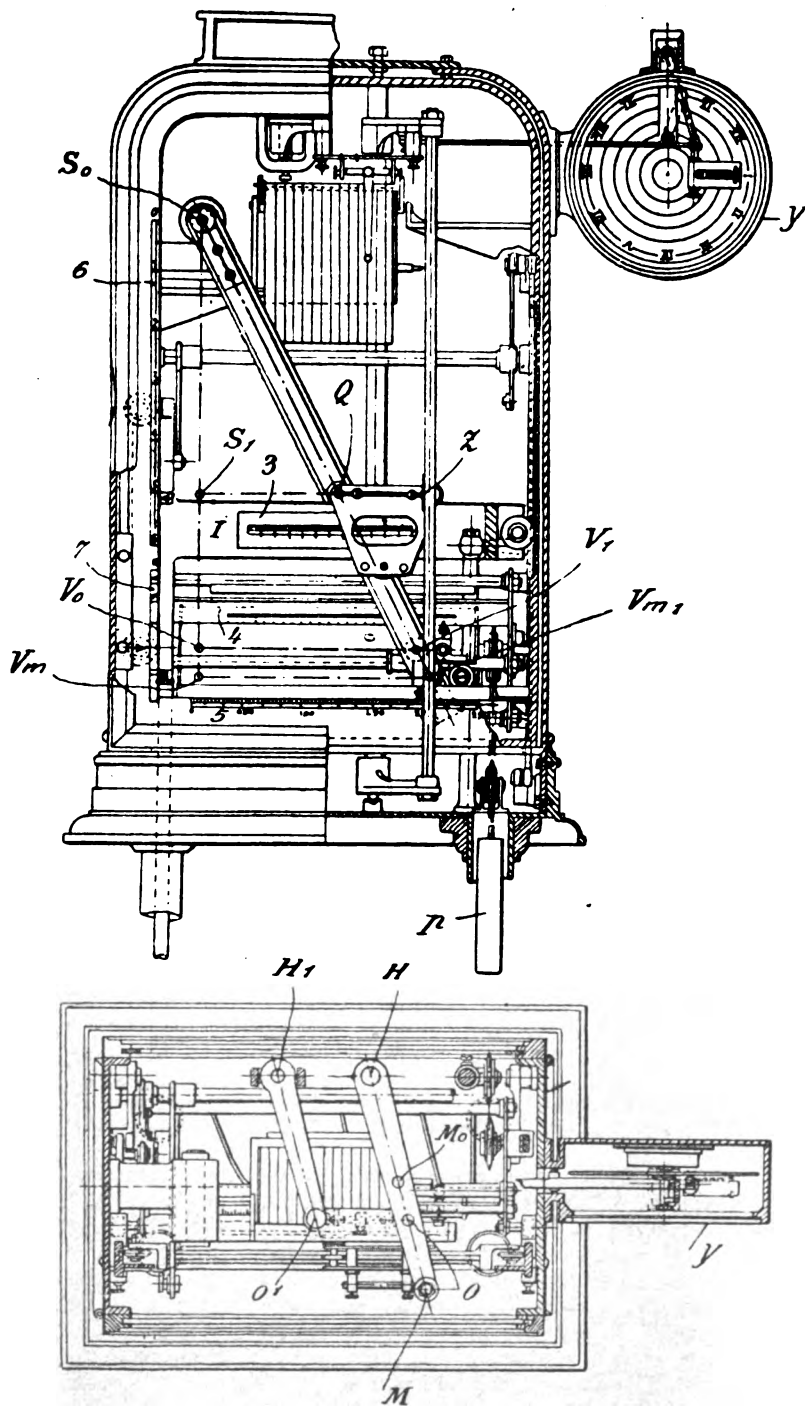


Fig. 3 e 4

È evidente che, qualunque sia la posizione dell'asse A in dipendenza del livello d'acqua, si avrà sempre AA' parallelo a B' , onde le variazioni dell'angolo di deviazione della paletta verranno sempre convertite in rotazioni esattamente ad esse uguali dell'asse B . Sull'asse B è montato un settore dentato R che ingrana con un pignone r . Il rapporto dei due ingranaggi è tale da moltiplicare nel rapporto 6 la deviazione della paletta. Perciò essendo di circa 45° la deviazione massima ammessa per la paletta, la rotazione massima del pignone r risulta di circa $45^\circ \times 6 = 270^\circ$. Sullo stesso albero E del pignone è montato un freno ad olio W (v. fig. 2) costituito da una ventola girevole in una cassa piena d'olio, munita di un diaframma radiale. La resistenza opposta dall'olio a passare, attraverso il piccolo giuoco lasciato dalla ventola, da una all'altra delle due camere nelle quali la ventola divide la cassa cilindrica, ammortizza le oscillazioni della paletta prodotte dalle variazioni istantanee della velocità dell'acqua colpendo la paletta, variazioni che si hanno specialmente con le velocità più alte per serpeggiamento del filone e moti ondosì.

Un tubo di comunicazione fra le due camere munito di rubinetto permette di regolare l'azione frenante. Inoltre il mozzo della ventola presenta un incavo su un settore della sua circonferenza per il quale può passare liberamente l'olio alle piccole deviazioni della paletta. Con ciò si ottiene di annullare in corrispondenza di esse l'azione del freno il che è necessario onde mantenere la voluta sensibilità anche alle basse velocità, per le quali, essendo in giuoco sforzi minori, il freno falserebbe le indicazioni, mentre sarebbe inutile non avendosi più le oscillazioni anzidette.

La posizione dell'asse A e la lunghezza dell'asta di sospensione della paletta vengono fissati in maniera che l'immersione della paletta, sia con il livello massimo, sia con il livello minimo risulti a circa $2/3 \div 3/4$ dell'altezza d'acqua e ciò perchè in tale regione della sezione si ha in generale il filone di velocità massima, la quale come già detto, ha, nella maggior parte dei casi, un rapporto costante con la velocità media a tutti i livelli e in ogni modo definito per ciascun livello, qualunque sia la velocità. La paletta può essere fissata rispetto all'asta di sospensione con varie inclinazioni e ciò al fine, come già detto, di ottenere varie sensibilità.

Dall'asse E la rotazione viene trasmessa all'asse F per mezzo di una trasmissione a catena con una ulteriore moltiplica pure nel rapporto 6 onde in complesso la deviazione della paletta viene moltiplicata sull'albero F (fig. 5), nel rapporto $6 \times 6 = 36$. La catena è fissa con un estremo a un punto della circonferenza della ruota maggiore R_1 e porta all'altro estremo un contrappeso p che la tiene tesa, permettendo quindi la trasmissione del moto alla ruota minore r_1 montata sull'albero F , sulla quale catena passa dopo essere stata rinviata da altre ruote folli r_2 ed r_3 .

Sull'albero F è montato un cilindro sul quale è avvolta un'elica in filo di rame, elica, le cui ordinate rispetto ad una determinata circonferenza sono uguali alla velocità v_p in una scala stabilita, corrispondenti ad ogni singola deviazione.

Un cursore V_1 mobile parallelamente all'asse del cilindro è comandato dalla detta elica. Gli spostamenti di esso misurano quindi la velocità v_p nella scala voluta. Tali spostamenti sono resi leggibili in apposita scala delle velocità 4.

La disposizione sopra indicata per la riduzione della deviazione della paletta in spostamento orizzontale proporzionale alla velocità permette di correggere facilmente nell'apparecchio già impiantato tale riduzione, qualora essa non risultasse esatta. Infatti l'elica in filo di rame può essere regolata sul cilindro come si vuole, giacchè essa è fissata sul cilindro stesso per semplice attrito, ottenuto tendendo fortemente il filo di rame tra due supportini di estremità a mezzo di appositi dadi avvitati all'estremità filettate del filo.

2) *Organi per la misura della sezione idrica.* — Come già accennato, la sezione idrica viene rilevata (v. fig. 2), per mezzo di un galleggiante G , che ha forma di chiatte ed è immerso direttamente nel canale ed è collegato a cerniera in D col telaio BD , girevole attorno all'asse fisso B .

Il galleggiante è formato da due piccole mezze chiatte accoppiate, in lamiera di ferro piombato, rinforzate da uno scheletro interno in legno. Il collegamento fra le due mezze chiatte è fatto dal lato posteriore per mezzo di un telaio in tubo di ferro, che porta anche le due cerniere di articolazione con il telaio BD , e dal lato anteriore per mezzo di una traversa in ferro, apribile onde potere facilmente sfilare il telaio BD con la paletta, dopo averlo scollegato dalle cerniere per gli opportuni smontaggi e verifiche.

Il galleggiante, oltre agli scopi già indicati, cioè di far variare la posizione dell'albero A di sospensione della paletta in relazione al livello e di permettere di rilevare il livello è quindi la sezione idrica, adempie allo scopo di proteggere l'asta della paletta del deposito dei corpi galleggianti o semigalleggianti (rami, foglie, ecc.), che depositandosi su di essa potrebbero alterare la deviazione della paletta stessa. A tal fine il galleggiante porta anteriormente sospesa un'asta di protezione e per i canali trasportanti molte foglie, anche una custodia in lamierino forato nella quale può muoversi la paletta. L'asta di protezione è girevole attorno ad un fulcro onde rendere possibile di estrarla per le opportune pulizie.

Opposta al telaio BD è la controleva BC , la quale agisce, come fu detto su una superficie cilindrica $L_0 L'$, guidata verticalmente e comandante il carrello delle sezioni idriche I . Vediamo come possa stabilirsi la lunghezza $BC = a$ in confronto a $BD = b$ e quale debba essere la sagoma della superficie cilindrica $L_0 L'$ per ottenere che gli spostamenti del carrello delle sezioni idriche riproducano in una determinata scala le sezioni stesse.

Sia :

$$s = S(H)$$

l'equazione della sezione idrica s in funzione del livello H nel canale considerato e sia z la scala prescelta per rappresentare le sezioni idriche (ossia numero di millimetri di spostamento del carrello delle sezioni idriche per rappresentare un metro quadrato).

Sia:

$$y = Y(x)$$

l'equazione incognita della curva direttrice della superficie cilindrica L_0L' rispetto ad un sistema di assi coordinati ortogonali (v. fig. 6), mobili verticalmente con la curva L_0L' e formati da un asse verticale y passante per B e da un asse orizzontale x passante per l'intersezione della curva con l'asse delle y anzidetto.

Si avrà quindi:

$$y = -z(LH - K) + \frac{a}{b}H + \text{costante}$$

$$y = H\left(-zL + \frac{a}{b}\right) + \text{costante}$$

Facendo $zL = \frac{a}{b}$ si avrà $y = \text{costante}$ per tutti i valori di H e quindi anche di x , ossia la direttrice sarà una retta orizzontale e quindi L_0L' un piano orizzontale. Da tale uguaglianza si trae a una volta fissata b e z .

*

Per un canale a sponde oblique, inclinate rispetto alla verticale di un angolo di tangente i l'equazione della sezione idrica è invece:

$$s = LH + iH^2 - K$$

e quindi risulta

$$y = -z(LH + iH^2 - K) + \frac{a}{b}H + \text{costante}$$

ossia

$$1) \quad y = H\left(-zL + \frac{a}{b}\right) - ziH^2 + \text{costante}$$

Ma si ha:

$$x^2 = a^2 - \frac{a^2}{b^2}(H_0 - H)^2$$

dove H_0 = altezza dell'asse B rispetto al fondo del canale. Quindi

$$a^2 - x^2 = \frac{a^2}{b^2}(H_0 - H)^2 = \frac{a^2}{b^2}(H_0^2 - 2H_0H + H^2)$$

Facendo per $H = H_0$

$$\frac{a}{b} = z \frac{ds}{dH} \quad \text{ossia} \quad \frac{a}{b} = z(L + 2iH_0)$$

la 1) diviene

$$y = 2izH_0H - ziH^2 + \text{costante.}$$

Ponendo la costante $= -ziH_0^2$ si ha:

$$y - zi(H_0 - H)^2 = -zi(a^2 - x^2) \frac{b^2}{a^2} = zi \frac{b^2}{a^2} x^2 - zi b^2 = K_1 x^2 + K_2$$

che è l'equazione di una parabola ad asse verticali passanti per B .

Pertanto nel caso di canale a sponde oblique la direttrice L_0L' sarà una parabola secondo la suddetta equazione.

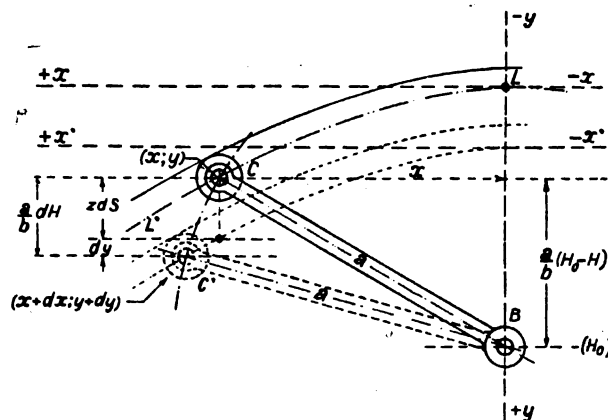


Fig. 6

Con procedimento analogo si determinerà la direttrice L_0L' in caso di un canale a sponde curvilinee di una qualsiasi forma. Naturalmente, siccome non è possibile fare agire direttamente con la sua estremità controllata BC sulla superficie L_0L' , ma occorre l'intermediario di una rotella, la sagoma LL' viene effettivamente costruita secondo una curva, parallela alla teorica, alla distanza del raggio della rotella.

3) *Dispositivo registratore.* — Nella parte superiore dell'apparecchio costituente il dispositivo registratore, scorrono il carrello I e il cursore V_1 , dei quali fu già accennato. Il carrello I mobile verticalmente misura con i suoi spostamenti in scala proporzionale la sezione idrica, mentre il cursore V_1 mobile orizzontalmente misura con i suoi spostamenti pure in scala proporzionale la velocità v_p nel punto della sezione del canale dove trovasi la paletta, punto scelto come fu detto sul filone di velocità massima.

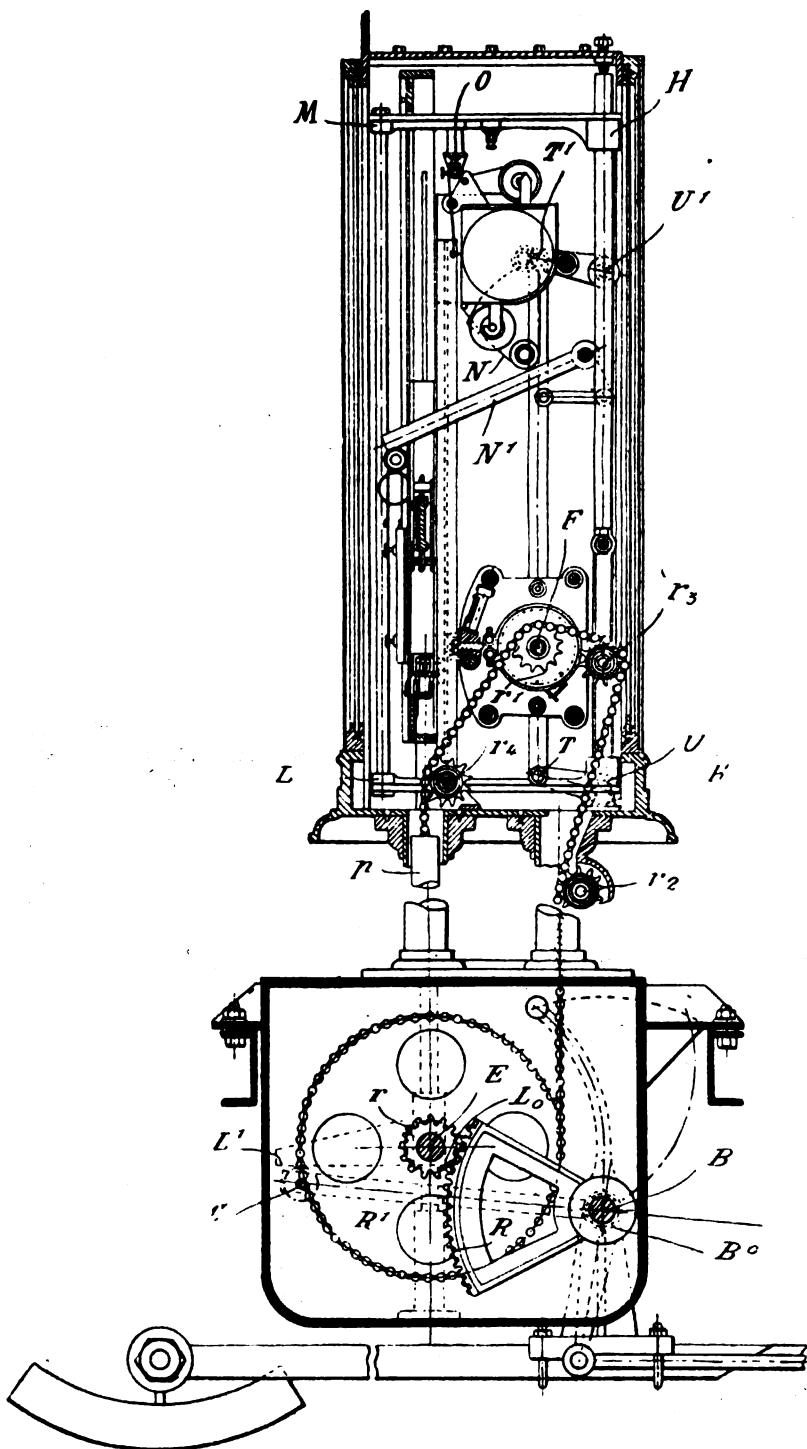


Fig. 5

Dovrà avervi per lo spostamento $z ds$ del carrello delle sezioni idriche corrispondente ad una variazione ds delle sezioni (v. fig. 6):

$$z ds = \frac{a}{b} dH - dy$$

da cui

$$z \frac{dS(H)}{dH} dH = \frac{a}{b} dH - dy$$

$$y = -zS(H) + \frac{a}{b}H + \text{costante}$$

Per un canale a sponde verticali si ha:

$$s = S(H) = LH - K \quad (\text{costante})$$

dove L = larghezza del canale.

Il cursore V_1 comanda un glifo rettilineo $So V_1$ girevole intorno ad So ; tale comando è ottenuto per mezzo di una rotella con centro V_1 portata dal detto cursore, scorrente nel glifo rettilineo. Il detto glifo rettilineo comanda a sua volta altri due carrellini: l'uno V_{m1} , scorrente in una guida orizzontale posta ad una distanza fissa da So (in pratica $So V_m = 500 \text{ m/m}$); gli spostamenti del quale misurano in scala 1,25 maggiore di quella della v_p , la velocità media v_m (ciò è ottenuto facendo che $So Vo$ sia tale che $So V_m = 1,25 K So Vo$, da cui si ha: $So Vo = \frac{So V_m}{1,25 K} = \frac{400}{K}$ l'altro Q scorrevole orizzontalmente nel carrello delle sezioni idriche, misurante con i suoi spostamenti, per quanto fu già detto, le portate. Infatti:

$$SQ = \frac{V_m V_m \times So S}{So V_m} = \frac{V_m \cdot S}{\text{costante}}$$

Per le v_p la scala che viene normalmente adottata nell'apparecchio è quella di 1 m. al 1'' = 100 mm. e per le v_m quindi quella di 1 m. al 1'' = 125 mm.

Ne segue che la scala delle portate indicate risulta $p = \frac{125 \times z}{500} = 0,26 \times z$, essendo z scala prescelta per le sezioni idriche. La scala delle sezioni idriche viene perciò fissata in guisa che la massima elongazione dallo zero del carrello Q delle portate, sia compresa entro i limiti consentiti dalle dimensioni dell'apparecchio.

La registrazione della portata, su apposito rullo registratore a carta continua, viene ottenuta facendo riprodurre dalla penna scrivente gli stessi spostamenti del carrellino Q , ridotti però in un rapporto r determinato onde non risulti necessario un rullo orologio registratore troppo alto. La trasmissione del movimento alla penna è fatta per mezzo di un telaio rettangolare $H K L M$, girevole intorno all'asse $H K$, fatto ruotare da una sporgenza a squadra Z del carrello Q , su cui s'appoggia il lato $L M$ del telaio, costituito da un'asticella cilindrica, grazie all'azione di una molla, agente sull'asse $H K$.

L'asse $H K$ si trova sulla mediana dello spostamento massimo di Z ; per tal modo le posizioni del telaio, corrispondenti a $Q = 0$ ed a $Q =$ portata massima risultano simmetriche.

La proiezione dell'arco di cerchio percorso da M su una parallela alla $S_1 Q$ risulta evidentemente uguale allo spostamento del carrello Q . Lo spostamento della penna misura però tale proiezione, ridotta nel rapporto r essendo la penna collegata ad una bielletta OO' congiungente due punti OO' delle due leve parallele $H M$ ed $H' M'$ tali che $H O = H' O = H M \times r$ (v. Fig. 4).

La penna si mantiene con tale dispositivo sempre parallela a sé stessa. Soltanto essa verrebbe ad avvicinarsi ed allontanarsi dal rullo registratore a seconda delle posizioni del telaio $H K L M$ e non potrebbe quindi scrivere. Per rimediare a ciò la penna è articolata superiormente e mantenuta aderente al rullo registratore da una molletta. Tale disposizione altera soltanto leggerissimamente l'ora segnata dalla penna in alcune posizioni del telaio $H K L M$, ma in maniera assolutamente insignificante; tale alterazione si può rendere minima facendo che il punto d'appoggio della penna sul rullo risulti sulla mezzaria dello spostamento massimo trasversale del fulcro della penna e adottando per la penna un'asta di sospensione sufficientemente lunga.

Disposizione per K variabile. — Qualora occorra di far variare il rapporto di K in relazione al livello, deve prodursi con la variazione di esso la variazione della distanza $So Vo$. Ciò come fu accennato e ottenuto per mezzo di un sistema di leve e di camme $N N'$ (v. fig. 5), comandato dal carrello delle sezioni idriche, sistema che sposta verticalmente tutto il castello del rullo ad elica.

Occorre però ottenere che malgrado tale spostamento non venga alterata la rotazione del rullo ad elica per modo che a una determinata deviazione della paletta corrisponda sempre la stessa rotazione del rullo ad elica e quindi la stessa posizione del cursore V_1 , da esso comandato. A questo scopo la catena di comando passa su una puleggia ausiliaria r_3 prima di passare sulla puleggia r motrice del rullo. La posizione dell'asse della rotella r_3 viene regolata nel modo appresso indicato.

È da premettere che tutto il castello del rullo ad elica (v. fig. 5), compresa la guida del cursore V_1 , è portato dalle bielle verticali TT' e $T_0 T_0'$ di due parallelogrammi uguali e paralleli $TT' UU'$ e $T_0 T_0' U_0 U_0'$ aventi i fulcri UU' e $U_0 U_0'$ fissati ai due lati dell'apparecchio. Per assicurare che risulti assolutamente identica la deformazione dei due parallelogrammi, le manovelle corrispondenti superiori sono fra loro collegate rigidamente da una traversa.

Il castello suddetto può essere fatto scorrere sulle dette due bielle ed essere fissato ad una qualunque altezza, in relazione al valore di K . La rotella motrice del rullo ad elica r_1 ha il suo asse compreso nel piano verticale determinato negli assi delle due bielle, mentre la rotella r_3 ha il suo asse scorrevole su una guida verticale con

asse contenuto nel piano verticale determinato dalle congiungenti i centri U, U' e U_0, U_0' .

Pertanto qualora si regoli la posizione della rotella r_3 in modo che il suo centro giaccia sulla parallela pel centro della rotella r_1 , agli assi della manovella $TU, T' U'$, ecc., il centro della rotella r_3 descriverà un cerchio di raggio uguale alla lunghezza delle manovelle dei parallelogrammi. Ne consegue che le due rotelle essendo identiche ed accoppiate da catena e la loro distanza essendo invariabile, la rotella r_3 non ruoterà comunque si deformino i due parallelogrammi finchè non ruoti r_3 e ruoterà di uno stesso angolo qualora questa ruoti, assicurando quindi la perfetta trasmissione della rotazione della paletta in qualunque posizione. Il castello del rullo spostandosi sempre parallelamente a sé stesso grazie al collegamento ai due parallelogrammi, non darà neppure luogo a nessuna rotazione della guida del cursore rispetto al rullo e quindi la trasmissione al cursore V_1 non sarà influenzata dal variare di posizione dei parallelogrammi.

Praticamente conviene di regolare la posizione del castello del rullo sulle due biellette in modo che esso si trovi all'altezza corrispondente al valore medio di K quando le manovelle sono orizzontali.

Per tal guisa lo spostamento del castello sarà simmetrico rispetto a tale posizione e si avrà la minima variazione di distanza fra il cursore V_1 e il glifo rettilineo $So V_1$, da esso comandato, variazione che del resto entro certi limiti può avvenire senza inconvenienti nella trasmissione del movimento, giacchè la scanalatura del glifo rettilineo è sufficientemente profonda perchè la rotella del cursore V_1 resti sempre compresa nella scanalatura stessa.

4) **Dispositivo integratore.** — All'apparecchio può essere applicato un dispositivo integratore permettente di avere i mc. totali defluiti in un determinato tempo.

Tale dispositivo (v. Fig. 3 e 4) è contenuto in una cassa cilindrica che viene applicata lateralmente al dispositivo registratore per mezzo di un braccio di sostegno. Entro tale braccio passa una piccola biella guidata con un estremo rettilineamente e parallelamente allo spostamento di Q e comandata all'altro estremo da un perno M_0 posto nella mezzaria della leva HM . All'estremo guidato rettilineamente è collegato un normale numeratore a rulli del tipo di quelli adottati nei contatori elettrici. Tale numeratore è messo in moto da una rotella planimetrica appoggiante su un disco contenuto nella detta cassa cilindrica, fatto ruotare da un orologio. Gli spostamenti dell'estremo dell'asticella guidato rettilineamente risulteranno evidentemente eguali alla metà degli spostamenti di Q . (Salvo un piccolissimo errore affatto trascurabile data la forte lunghezza della biella in confronto al piccolo spostamento trasversale di M_0 e per essere la retta di scorrimento dell'estremo guidato rettilineamente sulla mezzaria del detto spostamento trasversale).

La rotella planimetrica è regolata in modo da appoggiare sul centro del disco per portata $Q = 0$ e scorre lungo un diametro orizzontale del disco al variare della portata.

Detta E l'elongazione della rotella planimetrica dal centro del disco ed r il raggio della rotella planimetrica, la rotazione da' di essa rotella in un tempo dt , cui corrisponde una rotazione da del disco, sarà:

$$da' = da \frac{E}{r}$$

ma $E = Q \frac{p}{2}$ (p = scala portate indicate)

e

$da = N dt$, dove N numero dei giri del disco in 1''

Ne segue che

$$da' = N dt Q \frac{p}{r} \cdot \frac{1}{2}$$

da cui integrando

$$a' = N \frac{p}{2r} \int_0^T Q dt$$

ossia, come si voleva dimostrare, i giri della rotella planimetrica sono proporzionali ai mc. totali defluiti. Facendo $N = \frac{1}{3600}$ di giro in 1'', ossia 1 giro in un'ora.

ed

$$r = \frac{p}{2}$$

si ha:

$$a' = \frac{1}{3600} \int_0^T Q dt$$

Ma il secondo membro dell'uguaglianza è uguale al numero dei mc. ora defluiti in un tempo T (1 mc.-ora = 3600 mc.). Si potrà quindi avere in tali condizioni direttamente dai giri della rotella planimetrica i mc.-ora, unità che è più comoda dei mc., giacchè permette dividendola per le ore di avere direttamente la portata media.

Taratura dell'apparecchio.

La taratura dell'apparecchio viene eseguita nel modo seguente.

La legge di deviazione della paletta con la velocità è già determinata in precedenza con una taratura eseguita su una paletta campione e in corrispondenza viene regolata in fabbrica l'elica in filo di rame, avvolta nel tamburo.

Perciò quando l'apparecchio viene impiantato, tale legge viene nuovamente verificata nel canale dove l'apparecchio deve funzionare, onde tener conto delle differenze che possono eventualmente risultare da condizioni locali. Il modo più agevole per eseguire rapidamente tale verifica, anche a portata costante, è quello di variare artificialmente la velocità col provocare variazioni di livello nel canale invasando o svasando la vasca di carico e leggendo, in corrispondenza alle varie velocità colpendi la paletta rilevate a mezzo di mulinello, le velocità indicate dall'apparecchio.

Qualora la regolazione dell'elica non risultasse esatta si provvede a rettificarla, il che risulta assai agevole, dato che l'elica, come già detto, è fissata sul tamburo per semplice attrito, ottenuto tendendo fortemente il filo.

Per quanto riguarda la regolazione degli organi per il rilievo della sezione idrica, la cosa è ancora più semplice. Se si tratta di canali a sponde verticali, basta solo regolare a mezzo dell'apposita vite la posizione del carrello I in modo che esso indichi la sezione corrispondente al livello esistente nel canale. Ciò fatto si avrà la sicurezza di uguale corrispondenza per tutti gli altri livelli, data la regolazione costruttiva delle lunghezze a e b in regolazione alla larghezza del canale e alla scala prescelta per rappresentare le sezioni idriche. Qualora si tratti invece di canale con sponde oblique o curvilinee prima di tutto occorrerà verificare che l'asse B si trovi alla altezza stabilita dal fondo del canale in base alla quale è stata tracciata la sagoma $L_0 L_1$; dopo basterà fare la regolazione della posizione del carrello I per il livello esistente nel canale, come nel caso precedente.

Per quanto riguarda la regolazione dell'apparecchio in relazione al valore del rapporto $K = \frac{v_m}{v_p}$ si procederà nel modo seguente. Si determinerà a mezzo di misure col mulinello il valore di tale rapporto per i due livelli estremi e per uno o due livelli intermedi. Nella maggior parte dei casi, per quanto già detto, quando v_p sia la velocità massima (od anche una minore, ma ad essa proporzionale) si troverà un valore praticamente costante e in relazione ad esso si regolerà la posizione del castello del rullo ad elica, servendosi dell'apposita scala.

Qualora invece K non risultasse costante si provvederà all'opportuna sagomatura della camma N , la quale ha una parte riportata appunto per essere regolata secondo il bisogno.

La taratura dell'apparecchio una volta fatta si mantiene costante, dipendendo essenzialmente dal peso e dalla forma della paletta e del galleggiante, elementi invariabili nel tempo.

Per quanto riguarda la grandezza e la legge di variazione col livello del rapporto K non possono intervenire variazioni che in caso di una alterazione della natura delle sponde di canale, ma a ciò si può agevolmente ovviare con una lieve manutenzione del tratto di canale dove l'apparecchio è installato. Quanto ai mutamenti del valore di K che potrebbero dipendere da una differente distribuzione delle velocità per effetto di chiamate dal fondo o dalla superficie verificabili in speciali condizioni di esercizio, è facile evitare che ciò avvenga, purché l'apparecchio venga installato in punto sufficientemente lontano da quello dove dette diverse chiamate si producono.

La taratura di questo apparecchio si presenta in condizioni favorevoli per il doppio vantaggio che esso presenta di avere in giuoco grandi sforzi e grandi spostamenti serventi di base alla misura.

Grazie ai grandi sforzi disponibili non hanno nessuna importanza tutte le piccole cause perturbatrici, (variazioni di attriti, piccoli depositi, ecc.) e grazie all'ampiezza degli spostamenti è possibile una taratura molto esatta anche per piccole variazioni della velocità e del livello.

Ciò permette, malgrado qualche piccola accidentale variazione di K rispetto alla variazione prevista nell'apparecchio, di raggiungere in complesso una notevole esattezza nella misura, certamente non inferiore a quella che si raggiunge quando la portata sia dedotta da valori di carichi che in molti casi variano di quantità assai piccole e difficilmente accertabili anche per sensibili variazioni della portata, mentre la piccolezza stessa della variazione rende probabile che l'indicazione venga falsata da piccole cause perturbatrici non prevedibili.

L'esperienza di circa sei anni in un apparecchio installato nell'impianto di Castelmada dell'Azienda Elettrica Municipale di Roma ha provato come si possa contare sulla costanza della taratura sopra accennata e come anche non siano da temersi alterazioni per corpi galleggianti trasportati dal canale, i mezzi di protezione disposti risultando completamente sufficienti, e ciò benché tale canale trasporti, specialmente in alcune stagioni, notevoli quantità di galleggianti.

Riassumendo l'apparecchio sopra descritto presenta i seguenti vantaggi:

1. - È di facile installazione non richiedendo alcuna opera speciale nel canale e può essere impiantato in canali in esercizio senza interromperne il funzionamento.
2. - Non produce alcuna perdita di carico.
3. - Mantiene costante la sua taratura, che è sempre facilmente verificabile e rettificabile sul posto.
4. - Ha grande sensibilità in tutta la scala.
5. - Richiede relativamente ad altri apparecchi una piccola spesa d'impianto.

SULLO SCOPPIO DI UN SERBATOIO AD ARIA COMPRESSA IN UNA VETTURA TRAMVIARIA □ □ □ □ □ □

G. GALLO

Ritengo non privo d'interesse far conoscere i risultati di uno studio che ebbi a fare poco tempo addietro. Si trattava di stabilire le cause che potevano avere determinato lo scoppio di un serbatoio ad aria compressa avvenuto, la sera del 16 maggio 1923, in una vettura tramviaria di Roma, ed in seguito al quale rimasero feriti più o meno gravemente tredici passeggeri.

Il serbatoio in parola si trovava collocato sotto il sedile dello scompartimento di prima classe (vedi fig. 1) e lo scoppio provocò

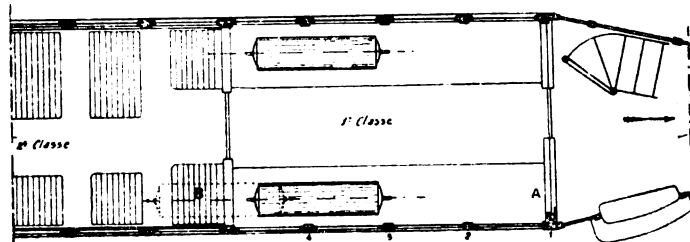


Fig. 1.

il violento distacco del suo fondello anteriore, che nel suo movimento determinava la rottura netta del montante in legno n. 2, della sezione di 91 cm², mentre il cilindro subendo un violento movimento di rinculo, dopo avere strappato i suoi attacchi dallo chassis della vettura, sfondava la parete divisoria fra lo scompartimento di prima e quello di seconda classe.

Come è noto l'impianto del freno ad aria compressa comprende un gruppo motore compressore che si trova collocato al di sotto della vettura. Il compressore, nel caso in esame, comprime l'aria nei due serbatoi fino ad una pressione massima di 6 atmosfere indicata dal manometro che si trova sul banco di manovra del conducente. Un interruttore automatico costituito da un pistoncino che si muove entro un piccolo cilindro in comunicazione a sua volta col serbatoio, permette di interrompere automaticamente il funzionamento del motore quando l'aria nel serbatoio ha raggiunto la pressione di 6 atmosfere.

Il compressore è azionato da un motorino elettrico che funziona alla tensione di 600 volts e a 6-7 Ampères compiendo circa 1000 giri al minuto; la trasmissione è ad ingranaggi del rapporto 15/82.

Il compressore ha le seguenti caratteristiche:

N . dei giri: 185; n . dei pistoni: 2; diametro dei pistoni: mm 120; corsa dei pistoni: mm 155; volume d'aria pompata in un minuto: litri 650.

Sia il motore che il compressore furono trovati in perfetto stato di funzionamento.

Procedetti quindi al controllo dei manometri e dell'interruttore automatico.

I due manometri davano indicazioni poco dissimili da quelle di un manometro campione e funzionavano in modo regolare salendo fino a 6 atmosfere (massimo della scala) e discendendo successivamente fino a 0 mediante valvola di scarico. Per uno dei manometri, escludendo l'alto della conduttura, si spinse la pressione alquanto al di sopra di 6 atmosfere, ma non appena il manometro campione giunse ad 8 atmosfere, il manometro si spezzò schiantando l'indice. I manometri quindi avevano un funzionamento normale e non subirono nell'incidente guasto alcuno, ciò che si sarebbe verificato se la pressione nel serbatoio avesse superato di poco le 6 atmosfere.

Analogamente venne controllato l'interruttore automatico; anche questo a 6 atmosfere funzionava in modo regolare, interrompendo il circuito elettrico ed arrestando quindi il motore; non appena la pres-

sione discendeva a 4 atmosfere, si ristabiliva automaticamente il contatto fra i due conduttori di corrente e con ciò il motore ritornava in funzione.

Da queste esperienze si può concludere in modo certo che le varie parti costituenti l'impianto del freno funzionavano in modo regolare al momento dell'incidente ed inoltre che la pressione nel serbatoio per effetto del compressore non poteva in alcun modo avere oltrepassato il limite di 6 o al massimo di 8 atmosfere, poichè dopo tale limite i manometri si sarebbero spezzati.

Quale era stata, allora, la causa dello scoppio?

*

Il serbatoio in parola ha le seguenti dimensioni:

Diametro esterno: 310 mm; diametro interno: 305 mm; altezza: 1110 mm; spessore della lamiera del cilindro: 2,5 mm; spessore della lamiera del fondello: 4 mm; capacità 80 litri circa.

L'applicazione dei due fondelli al corpo cilindrico del serbatoio è fatto nel seguente modo (vedi figura 2). Il fondello opportunamente

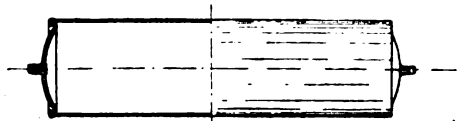


Fig. 2.

sagomato al bordo, viene applicato all'imboccatura del cilindro; due anelli, uno esterno al cilindro e l'altro interno al bordo del fondello servono di rinforzo; quindi in corrispondenza della linea superiore in cui vengono a coincidere i bordi delle due lamiere (cilindro e fondello) ed i due anelli di rinforzo, si procede alla saldatura autogena mediante il cannello ossi-acetilenico. Sebbene la saldatura autogena dell'acciaio rappresenti sempre una linea di minore resistenza per le inevitabili alterazioni strutturali dell'acciaio stesso⁽¹⁾, pure l'insieme della costruzione e dall'adattamento del fondello è fatto in modo così razionale da prevedere che esso presentava un elevatissimo coefficiente di sicurezza rispetto alla pressione massima di 6 atmosfere alla quale doveva venire sollecitato il cilindro.

Per avere un'idea il più possibile approssimata della resistenza opposta dal fondello alla rottura, decisi di procedere mediante una macchina per resistenza di materiali, al distacco dell'altro fondello dello stesso cilindro, fondello che da un esame accurato risultava applicato e saldato nelle identiche condizioni di quello schiantato.

Perciò il cilindro, opportunamente fasciato con alcune cerchiature, venne fissato con perni lungo due sue generatrici ai bracci principali di una macchina della potenza di 100 tonnellate e si fece agire nell'interno del cilindro stesso un mandrino sagomato alla sua estremità sulla forma del fondello in modo da esercitare su questo uno sforzo uniformemente ripartito. Poichè la superficie del fondello è di circa 706 cq, la pressione di 6 atmosfere nell'interno del cilindro viene ad esercitare sulla superficie del fondello uno sforzo di circa 4300 kg.

Si dovette invece aumentare man mano il carico di compressione fino ad arrivare ad un valore di 20 200 (ventimiladuecento) kg, al quale punto con uno schianto secco e rumoroso, senza deformazione apparente quale è la caratteristica delle saldature autogene, si provocò il distacco netto del fondello esattamente lungo la linea di saldatura e nelle identiche condizioni verificatesi per il fondello che fu causa dell'incidente in questione.

Ad un tale carico di 200 200 kg corrisponde una pressione sulla superficie del fondello di circa 28,4 atmosfere, pressione quindi di gran lunga superiore a quella di 6 atmosfere che poteva venire provocata dal compressore.

Questa enorme pressione che si deve essere sviluppata nell'interno del serbatoio, spiega la violenza dello scoppio e gli effetti disastrosi da esso provocati poichè il fondello solo con una pressione simile poteva venire lanciato con una velocità tale da provocare la rottura per taglio del montante della vettura e che si può dedurre richieda uno sforzo di almeno 7000 kg.

Era quindi logico ammettere che una causa estranea era intervenuta a provocare questa enorme, anormale, istantanea pressione, che ha tutta l'apparenza di una vera esplosione.

*

Applicando al caso speciale che ci interessa le leggi che regolano il riscaldamento dei gas che vengono compressi, abbiamo costruito un abaco (vedi fig. 3), nel quale abbiamo riportato come ascisse la temperatura dell'aria nel cilindro e come ordinate la temperatura dell'aria al momento dell'entrata nel serbatoio; ed abbiamo in corrispondenza a questi dati del diagramma tracciato le rette corrispondenti alle pressioni

rispettive di 5, 6, 7, 8, 9, 10 atm. Questo abaco ci permette quindi di stabilire la temperatura dell'aria compressa nell'istante del suo ingresso nel serbatoio, note che siano la pressione ivi già esistente e la temperatura dell'aria in esso contenuta. Poichè, il serbatoio nella vettura in esame non è esposto alla ventilazione e quindi le perdite per irradiazione sono molto limitate, protetto come è sotto i sedili in panno dello scompartimento di prima classe, è facilissimo raggiungere nel serbatoio stesso con le successive compressioni, una temperatura di 30, 40, 50, 60 gradi, in corrispondenza alle quali si rileva dall'abaco come salga rapidamente la temperatura dell'aria nel compressore, e quindi la temperatura da questa raggiunta al momento del suo ingresso nel serbatoio. E così p. es., ad una pressione di 6 atmosfere e ad una temperatura dell'aria nel serbatoio di 50 gradi, si può facilmente raggiungere nell'aria del compressore una temperatura che si aggira intorno ai 300 gradi.

Vedremo subito quale importanza abbia questa temperatura che si può raggiungere in un punto qualunque durante la compressione.

*

Il lubrificante nel compressore.

Allo scopo di assicurare un buon funzionamento del compressore, ed allo scopo inoltre, come ebbe a dichiarare allo scrivente la Direzione della Società, di iniettare nel serbatoio una certa quantità del lubrificante stesso al fine di preservarlo dall'arrugginimento, si adopera una notevole quantità di questo lubrificante nel compressore, in modo da annegare in esso i pistoncini, nella loro corsa di va e vieni dentro i cilindri.

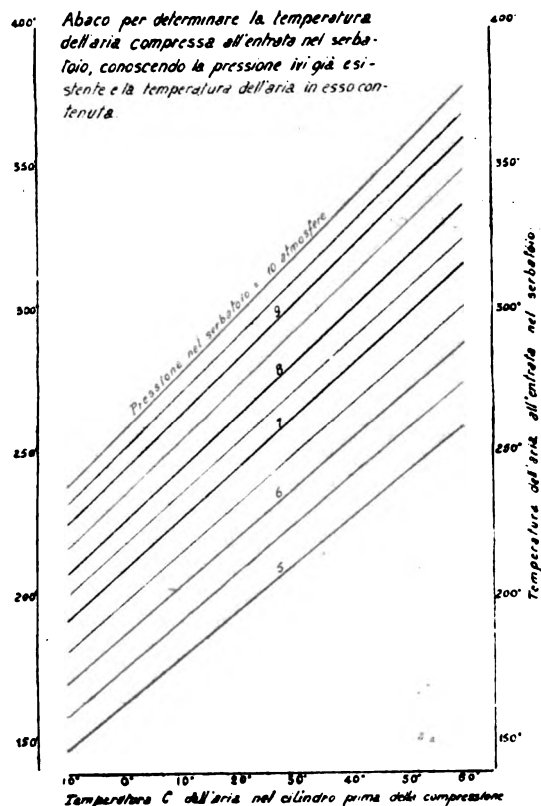


Fig. 3.

Parve perciò necessario di sottoporre all'esame sia il lubrificante ancora presente nel compressore, sia un campione dello stesso lubrificante non ancora messo in funzione. Ne è risultato che il lubrificante in parola non è un vero olio minerale derivato dai residui di distillazione del petrolio, ma sembra invece essere un prodotto di distillazione di schisti bituminosi. Esso contiene in sospensione una certa quantità di sostanze asfaltiche e catramose, e non è fluorescente come gli olii minerali del petrolio.

Le caratteristiche del lubrificante nuovo sono le seguenti:

- Peso specifico a 15° = 0,911;
- Viscosità Engler a 50° = 16,6;
- Reazione leggermente alcalina;
- Punto di infiammabilità = 140° - 145°.

Il punto d'infiammabilità dell'olio ricavato dal compressore risultò invece uguale a 180°-185°, cioè esso aveva perduto parte dei suoi prodotti più facilmente volatili.

Rileviamo però subito che il punto di infiammabilità di questo lu-

⁽¹⁾ G. GALLO: La saldatura autogena del ferro, Rend. Istituto Sper. Aer. Anno IX, Ser. 2°, fasc. 2° 1921.

brificante è notevolmente basso. Un olio per cilindri deve avere un punto di infiammabilità superiore almeno a 250°. Infatti sottoponendo a distillazione frazionata l'olio primitivo in esame, esso incomincia a distillare degli idrocarburi leggeri, tipo benzina, a 108°, e fino a 150° distilla l'1.7% del suo peso. Data la notevole quantità dell'olio impiegato ed il riscaldamento che subisce l'aria nel compressore ed il compressore stesso, è logico ammettere che i prodotti più volatili man mano distillando dall'olio per andare a raccogliersi con l'aria nel serbatoio ove possono accumularsi fino a raggiungere coll'aria il limite della miscela infiammabile.

Come è noto la miscela perfetta di benzina e di aria è composta di una parte in peso di benzina e di 14,92 parti in peso di aria e considerando il rapporto fra i volumi di benzina ed aria si rileva che tale rapporto è molto piccolo e precisamente è uguale ad $\frac{1}{8600}$, per cui si può dire che in una miscela perfetta di benzina e di aria la percentuale di benzina è minore della percentuale di vapore di acqua nell'atmosfera in condizioni igrometriche normali. Inoltre la miscela è infiammabile anche fra limiti molto lontani dalla miscela perfetta e si dimostra sperimentalmente che il limite delle miscele infiammabili è compreso fra 0,85 e 1,8 di quella, vale a dire si può giungere fino ad avere il 15 % in meno e l'80 % in più della benzina teoricamente necessaria per la miscela perfetta.

Ma l'accensione della miscela infiammabile di aria e benzina è fatta nei motori a scoppio mediante una scintilla, nei motori Diesel originali, comprimendo l'aria in presenza del combustibile fino a raggiungere la temperatura di accensione. La temperatura di accensione per una miscela di aria e benzina è stata sperimentalmente determinata sia comprimendo adiabaticamente la miscela sino ad avere la combustione istantanea, sia riscaldando la miscela in una bomba chiusa. Tale temperatura di autoaccensione della miscela fu trovata sperimentalmente dell'ordine di grandezza di 300°.

Ed è questa appunto la temperatura che, abbiamo veduto dall'abaco si può occasionalmente raggiungere nel compressore, quando la pressione nel serbatoio sia di circa 6 atmosfere.*

Si può quindi con grande attendibilità ritenere che una volta formatasi nel serbatoio una miscela infiammabile a spese delle parti volatili del lubrificante, questa ad un dato istante abbia preso fuoco in corrispondenza dell'aria calda del compressore, e l'accensione che si propaga con la velocità media di m 2 al secondo, si sia trasmessa quindi a tutta la miscela infiammabile contenuta nel serbatoio provocando un'onda esplosiva che ha determinato lo schianto istantaneo e violento del fondello del cilindro, prima che la pressione stessa potesse trasmettersi attraverso alla lunga conduttura ai manometri collocati nelle cabine agli estremi della vettura.

*

Da queste conclusioni, segue logicamente che, per evitare il prodursi di gravi incidenti, è necessario, nel caso di impianti di compressione del genere:

- 1) che il serbatoio sia collocato in posizione molto ventilata;
- 2) che il lubrificante sia di ottima qualità, perfettamente distillato e con un punto d'infiammabilità superiore almeno a 250°.

Roma - Laboratorio di Chimica-tecnologia
dell'Istituto Sperimentale Aeronautico.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

L'ELETTROTECNICA — Ogni annata	più per postali	L. 60,—
Abbonamento (nel Regno)	9,—	
(estero)	60,—	
Un numero separato (nel Regno)	Fr. oro 70,—	
(estero)	Fr. oro 2,50	
	più per postali	3,—
STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:		
Vol. I. - II° Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente	più per postali	20,—
		2,—
Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia	più per postali	20,—
		3,—
Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).	più per postali	
L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)	più per postali	2,50
		0,80
CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia	più per postali	1,—
		0,50
NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici	più per postali	3,—
		1,—
NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche	più per postali	4,—
		1,—
NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana	più per postali	1,50
		0,80

SUL MASSIMO RENDIMENTO DI UNA LINEA DI TRASMISSIONE

CARMEO MEZZADRI



:: :: :: Nota presentata alla Sezione di Torino :: :: ::
:: :: :: nell'adunanza del 23 marzo 1923 :: :: ::

Premesso che la presente nota è di carattere esclusivamente teorico, credo che le conclusioni che da essa derivano potranno avere la loro importanza, se applicate allo studio di lunghe linee che, se non esistono in Italia, certamente esisteranno nei grandi continenti dove le immense sorgenti di energia distano notevolmente dai centri di utilizzazione di essa.

Sono partito dalle relazioni ricavate dal Blondel (1) nello studio, con metodo esatto, delle lunghe linee di trasmissione.

Dallo studio suddetto risulta che, considerando un conduttore di una linea trifase simmetrica ed equilibrata di determinate costanti r , g , l , c , in cui r è la resistenza, g la dispersione, l l'induttanza, c la capacità per km di conduttore; le espressioni della tensione, della corrente e dello sfasamento in partenza sono:

$$V = V_c \frac{\sin \psi}{\sin \delta} \quad I = I_c \frac{\sin \xi}{\sin \delta'} \quad \varphi = \delta - \delta' + \varphi_0$$

in cui

$$V_c = m \beta I_0 ; \quad I_c = \frac{\beta}{m} V_0 ; \quad \psi = \sigma - J - \varphi_0 ; \quad \xi = \sigma + J + \varphi_0$$

$$\delta = \arctang \frac{V_c \sin \psi}{V_c + V_c \cos \varphi} ; \quad \delta' = \arctang \frac{I_c \sin \xi}{I_c + I_c \cos \xi} ;$$

$$V_c = \alpha V_0 ; \quad I_c = \alpha I_0$$

V_0 è la tensione semplice per fase in arrivo, I_0 la corrente, φ_0 lo sfasamento, P_0 la potenza per fase in Watt, α , β , J , m , σ sono funzioni della lunghezza della linea e delle sue costanti r , g , l , c .

Si ricava quindi che la potenza in partenza è data da:

$$P = VI \cos \varphi = V_c \frac{\sin \psi}{\sin \delta} I_c \frac{\sin \xi}{\sin \delta'} \quad (1)$$

Posto:

$$\sigma - J = a ; \quad \sigma + J = b ; \quad \frac{m \beta P_0}{V_0} = k$$

$$\frac{\beta}{m} V_0 = p ; \quad \alpha V_0 = h ; \quad \frac{\alpha P_0}{V_0} = q$$

la (1) diviene:

$$P = \frac{k^2 P_0}{\cos \varphi_0} \frac{\sin(a - \varphi_0) \sin(b + \varphi_0) \cos(\delta - \delta' + \varphi_0)}{\sin \delta \sin \delta'} \quad \text{e posto } \beta^2 P_0 = r \quad (3)$$

si ha:

$$P = \frac{r}{\cos \varphi_0} \frac{\sin(a - \varphi_0) \sin(b + \varphi_0) \cos(\delta - \delta' + \varphi_0)}{\sin \delta \sin \delta'}$$

da cui sviluppando il $\cos(\delta - \delta' + \varphi_0)$ e riducendo si ricava:

$$P = r \sin(a - \varphi_0) \sin(b + \varphi_0) (\cotg \delta \cotg \delta' + 1 - \tan \varphi_0 \cotg \delta' + \tan \varphi_0 \cotg \delta)$$

e poichè con le posizioni (2)

$$\tan \delta = \frac{k \sin(a - \varphi_0)}{h \cos \varphi_0 + k \cos(a - \varphi_0)} , \quad \tan \delta' = \frac{p \sin(b + \varphi_0) \cos \varphi_0}{q + p \cos(b + \varphi_0) \cos \varphi_0}$$

si avrà sostituendo nella precedente espressione di P e semplificando

$$P = r \left[\cos(a - b - 2\varphi_0) + \frac{h \cos b}{k} + \tan \varphi_0 \sin(b - a + 2\varphi_0) + \frac{q \cos a}{p \cos^2 \varphi_0} + \frac{h q}{k p} \right]$$

ossia sviluppando $\cos(a - b - 2\varphi_0) \sin(b - a + 2\varphi_0)$ e semplificando

$$P = r \left[\cos(b - a) - \tan \varphi_0 \sin(b - a) + \frac{h}{k} \cos b + \frac{h q}{k p} + \frac{q \cos a}{p \cos^2 \varphi_0} \right]$$

e tenendo conto delle posizioni (2) e (3) si ricava:

$$P = \beta^2 P_0 \left[\cos 2J - \tan \varphi_0 \sin 2J + \frac{\alpha \cos(\sigma + J) V_0^2}{m \beta P_0} + \left(\frac{\alpha}{\beta} \right)^2 + \frac{\alpha m \cos(\sigma - J) P_0}{\beta \cos^2 \varphi_0 V_0^2} \right] \quad (4)$$

(1) vedi: RAIMONDI: Calcolo delle condutture trifasi.

da cui si ricava che il rendimento è definito da:

$$\eta = \frac{P_o}{P} = \frac{1}{\beta^2 \left[\cos 2J - \tan \varphi_0 \sin 2J + \frac{\alpha \cos(\sigma + J) V_o^2}{m \beta P_o} + \left(\frac{\alpha}{\beta} \right)^2 + \frac{\alpha m \cos(\sigma - J) V_o^2}{\beta \cos^2 \varphi_0 P_o^2} \right]}$$

Per render massimo il rendimento bisogna render minima la funzione

$$y = \beta^2 \left[\cos 2J - \tan \varphi_0 \sin 2J + \frac{\alpha \cos(\sigma + J) V_o^2}{m \beta P_o} + \left(\frac{\alpha}{\beta} \right)^2 + \frac{\alpha m \cos(\sigma - J) V_o^2}{\beta \cos^2 \varphi_0 P_o^2} \right]$$

esso si può mettere sotto una forma più semplice ponendo:

$$\begin{aligned} \sin 2J &= A; \quad \frac{\alpha m \cos(\sigma - J)}{\beta} = r; \quad \frac{\alpha \cos(\sigma + J)}{m \beta} = h \\ \tan \varphi_0 &= t \quad \frac{V_o^2}{P_o} = u \end{aligned} \quad (5)$$

Nella funzione y per una data linea le variabili indipendenti sono: V_o , P_o , φ_0 . Tutte le altre quantità sono costanti, quindi i suoi minimi sono quelli della funzione:

$$y' = -A t + h u + \frac{r}{u} (1 + t^2) \quad (6)$$

Si possono presentare le seguenti questioni:

1) Data la tensione in arrivo e la potenza che si vuole erogare, determinare qual'è lo sfasamento φ_0 in arrivo per cui è massimo il rendimento di una linea di trasmissione di una certa lunghezza e di determinate costanti r , g , l , c .

Nella (6) la variabile indipendente è t quindi derivando rispetto ad essa ed eguagliando a zero si ha:

$$t = \frac{A u}{2 r}$$

e tenendo conto delle (5) si ha:

$$\varphi_0 = \arctang \frac{\beta \sin 2J V_o^2}{2 \alpha m \cos(\sigma - J) P_o}$$

Da tale espressione si deduce che teoricamente il valore dello sfasamento in arrivo, per cui il rendimento è massimo, non è mai nullo. Praticamente si può avere un valore così piccolo di φ_0 che si può ritenere senz'altro eguale a zero.

In altri casi invece esso può assumere valori rilevanti, come si vedrà in seguito.

2) Dato lo sfasamento in arrivo determinare qual'è il valore del rapporto $\frac{V_o^2}{P_o}$ per cui è massimo il rendimento della linea.

Nella (6) la variabile indipendente è u , derivando rispetto ad esso y' ed eguagliando a zero si ha:

$$u = \sqrt{\frac{r(1+t^2)}{h}}$$

e tenendo conto delle (5):

$$\frac{V_o^2}{P_o} = \frac{m}{\cos \varphi_0} \sqrt{\frac{\cos(\sigma - J)}{\cos(\sigma + J)}}$$

3) Data una linea di una certa lunghezza e di determinate costanti, trovare quali sono i valori di φ_0 , V_o , P_o , per cui il rendimento della stessa è massimo.

Nella (6) posto $t = u z$ (7) diviene:

$$y' = -A u z + h u + \frac{r}{u} + r u z^2 = \frac{r}{u} + u \left\{ \left(\sqrt{r} \times z - \frac{A}{2\sqrt{r}} \right)^2 + \left(h - \frac{A^2}{4r} \right) \right\}$$

ciò perchè $r > 0$; poniamo:

$$v = \sqrt{r} \times z - \frac{A}{2\sqrt{r}}; \quad s = h - \frac{A^2}{4r} \quad (8)$$

allora:

$$y' = \frac{r}{u} + u(v^2 + s)$$

i minimi di questa funzione, in cui u e v sono le variabili, sono:

$$u_0 = \sqrt{\frac{r}{s}} \quad v_0 = 0 \quad (9)$$

dev'essere $s > 0$; ciò avviene nel calcolo delle linee.

Questi sono i valori corrispondenti al minimo di y' , infatti

$$y''_{uu} = \frac{2r}{u^3}; \quad y''_{vv} = 2u; \quad y''_{uv} = 2v$$

$$y''_{uu} \quad y''_{vv} - y''_{uv} = \frac{4r}{u^2} > 0 \quad y''_{uu} > 0$$

sostituendo nelle (9) i valori dati dalle (5) e (8) si ricava

$$\begin{aligned} \varphi_0 &= \arcsen \frac{\beta \sin 2J}{2 \alpha} \sqrt{\frac{1}{\cos(\sigma + J) \cos(\sigma - J)}} \\ \frac{V_o^2}{P_o} &= 2 \alpha m \cos(\sigma - J) \sqrt{\frac{1}{4 \alpha^2 \cos(\sigma + J) \cos(\sigma - J) - \beta^2 \sin^2 2J}} = \\ &= \frac{m}{\cos \varphi_0} \sqrt{\frac{\cos(\sigma - J)}{\cos(\sigma + J)}} \end{aligned}$$

Da queste formule si deducono le seguenti proprietà:

Per una linea di determinata lunghezza e di determinate costanti esiste un valore positivo ed uno solo dello sfasamento in arrivo per cui il rendimento della linea è massimo: a questo valore dello sfasamento corrisponde uno ed un solo valore del rapporto fra il quadrato della tensione semplice e la potenza da erogarsi per fase.

Per un determinato valore del fattore di potenza in arrivo di una linea di determinata lunghezza e di costanti date, la curva che definisce il modo di variare della tensione col variare della potenza erogata, volendo mantenere il valore del rendimento costantemente eguale al massimo corrispondente a quel certo valore del fattore di potenza, è una parabola.

Questa proprietà è importante, perchè da essa risulta che, adottando dispositivi speciali alle estremità della linea, si può esercire la stessa con un rendimento massimo costante, qualunque sia il valore della potenza erogata.

Applichiamo le formule ricavate a casi particolari e coi numeri facciamo un'idea dei vantaggi che esse ci possono far conseguire.

Supponiamo di avere una linea trifase lunga km 500, avente

$$r = 0,11333 \text{ ohm}, \quad g = 60 \times 10^{-8}, \quad l = 0,0012159, \quad c = 1,6819 \times 10^{-8}$$

Vediamo qual'è il massimo rendimento assoluto che questa trasmissione ci può far conseguire. Applicando le nostre formule si trova che tale rendimento si ha per $\cos \varphi = 0,995$ e $\frac{V_o}{P_o} = 380,7$ ed è circa del 74,3 %.

Nella fig. 1, figurano quattro curve segnate per intero, dedotte dalla tabella 1^a, ognuna di esse si riferisce ad un valore del fattore di potenza in arrivo, e precisamente la più bassa è per $\cos \varphi = 0,995$, successivamente le altre tre sono per $\cos \varphi = 0,9$; $0,8$; $0,7$.

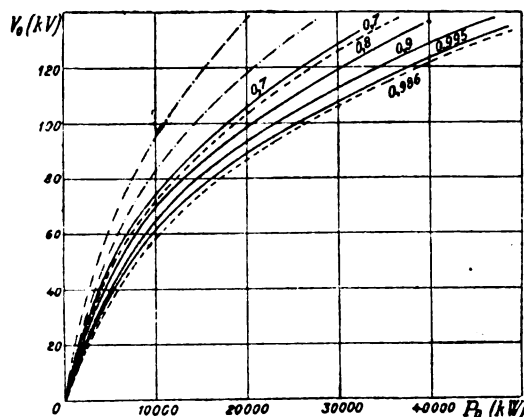


Fig. 1.

Ognuna di esse è definita dall'equazione: $V_o = f(P_o)$, ossia ci dà il valore della tensione semplice che si deve adottare per metterci nelle condizioni di massimo rendimento, col variare della potenza da erogare per ogni fase. Si vede dal diagramma che con l'abbassarsi del $\cos \varphi_0$ le curve si vanno appiattendendo, ossia per una data potenza da erogare, con l'abbassarsi del $\cos \varphi_0$ la tensione che si deve adottare, per avere il massimo rendimento relativo, va crescendo sempre più. Così passando ai numeri si vede che mentre per trasmettere una potenza di 4000 kW per fase con $\cos \varphi_0 = 0,995$ bisogna adottare $V_o = 123402$ volt, per trasmettere la stessa potenza con $\cos \varphi_0 = 0,7$ bisogna adottare una tensione $V_o = 147180$ volt con una differenza di quasi 24000 volt. E da aggiungere che ciononostante il rendimento si abbassa da 74,3 % a 69 %. Ciò che vuol dire che in questo caso a parità di potenza immessa alla partenza si perdono 7,6 kW per ogni 100 erogati all'arrivo. Invece a parità di potenza erogata si debbono immettere alla partenza 10,2 kW in più per ogni

cento erogati all'arrivo. Inoltre dovendo mantenere g costante bisogna che il raggio dei conduttori sia più grande e quindi per mantenere l e c costanti occorre che sia più grande anche la distanza fra i conduttori stessi.

Le curve tratteggiate nel diagramma sono, come le precedenti, la rappresentazione della tabella 1^a, e si riferiscono ad una linea avente le stesse costanti della precedente, ma una lunghezza di 1000 km. La più bassa è per $\cos \varphi_0 = 0,986$ a cui corrisponde il massimo rendimento assoluto 55 %. La più alta si riferisce al caso in cui $\cos \varphi = 0,7$.

TABELLA 1.

Lunghezza linea Km.	Potenza erogata per fase Watt	Tensione semplice per fase V_0 Volt					
		Cos φ_0 corrisp. ad $\eta_{\max}$	cos φ_0 = 0,9	cos φ_0 = 0,8	cos φ_0 = 0,7	Cos φ_0 corrisp. ad $\eta_{\max}$	cos φ_0 = 0,7
500	1 × 107	61701	64903	68837	73590	—	—
	2 × 107	87258	91783	97350	104072	—	—
	3 × 107	106870	112411	119230	127462	—	—
	4 × 107	123402	129801	137674	147180	—	—
1000	1 × 107	60319	63161	66992	71617	82840	96261
	2 × 107	85304	89323	94741	101282	117153	136134
	3 × 107	104475	109397	116033	124045	143483	166730
	4 × 107	120637	126320	133984	143235	165680	192522

Le due ultime colonne della tabella si riferiscono ad una linea avente $g = 20 \cdot 10^{-6}$ ed il rapporto $\frac{d}{R}$ fra la distanza dei conduttori ed il raggio di essi eguale a 501,19 invece di 338,14 come nel caso precedente.

Coi dati che in essa figurano si sono ricavate le curve segnate a tratti e punti.

Si deduce dall'osservazione delle curve suddette che a parità di potenza da erogare all'arrivo, più lunga è la linea e più bassa si deve scegliere il valore della tensione all'arrivo; a parità di potenza da erogare e di lunghezza di linea, la tensione si deve scegliere tanto più alta quanto più piccola è g .

La tabella 2^a mostra come deve variare la tensione col variare del fattore di potenza all'arrivo della linea di 500 km con $g = 60 \times 10^{-6}$, quando eroghi 20 000 kW, e qual'è il rendimento massimo in ognuno dei casi. L'ultima colonna dà i rendimenti corrispondenti quando si eroghi la stessa potenza ma con una tensione costante ed eguale a quella che garantisce il massimo rendimento a $\cos \varphi = 1$ —

TABELLA 2.

Cos φ_1	V_0	%	%
0,7	60073	69	67,7
0,8	56193	71,3	70,879
0,9	52979	73,2	73
0,995	50367	74,3	74,3
1	50260	74,2	74,2

Abbiamo visto qual'è l'influenza del valore della lunghezza della linea e di quello della dispersione sul valore del rapporto $\frac{V_0^2}{P_0}$ vediamo adesso l'influenza che essi hanno su quello dello sfasamento di massimo rendimento.

Ho trovato i seguenti valori:

Linea lung. 500 Km. con	$\frac{d}{R} = 338,14$	$g = 60 \times 10^{-6}$	$\cos \varphi = 0,995$	$= 74,3\%$
» » 1000 »	»	»	»	$= 0,986 = 55,6\%$
» » 2000 »	»	»	»	$= 0,981 = 30,5\%$
» » 1000 »	$\frac{d}{R} = 501,19$	$g = 20 \times 10^{-6}$	»	$= 0,945 = 73,4\%$
» » 2000 »	»	»	»	$= 0,91 = 51,3\%$

Come si vede il valore dello sfasamento in arrivo per cui il rendimento è massimo, aumenta con l'aumentare della lunghezza della linea. Ciò però fino ad un certo punto. Esso a parità di lunghezza di linea aumenta con l'aumentare del rapporto $\frac{d}{R}$ e col diminuire di g .

Da quanto ho detto in precedenza risulta che si può esercitare una linea in qualunque condizione di carico col rendimento costante ed uguale al massimo. Difatti abbiamo visto che il rendimento massimo di una linea è conseguito per un determinato sfasamento e per un certo valore del rapporto $\frac{V_0^2}{P_0}$. Mantenendo costanti queste due quantità, il rendimento resta costante. Supposto costante φ_0 per mantenere costante $\frac{V_0^2}{P_0}$ mentre varia P_0 occorre variare V_0 proporzionalmente

alla radice quadrata di P_0 . Non essendo forse possibile una regolazione continua di V_0 , con la condizione che al secondario dei trasformatori la tensione deve mantenersi costante, si può fare una regolazione saltuaria. Si potrebbe ad esempio preoccuparsi del funzionamento a 1/2 a 3/4 ed a 1/1 carico, stabilisce il rapporto di trasformazione in questi casi, e studiare il trasformatore per modo che risponda a tali esigenze.

Cosicché, quando per un certo periodo dell'anno dobbiamo o possiamo soltanto erogare la metà di energia del normale, si può con una manovra sui trasformatori metterci nelle condizioni di massimo rendimento. Per vedere l'utilità che si può trarre da quanto s'è detto ho fatto il calcolo del rendimento della linea di trasmissione lunga 1000 km con $g = 60 \times 10^{-6}$ nel caso in cui il carico si riduce a metà mentre V_0 si mantiene costante. Ho trovato che esso si abbassa dal 55,6 % al 51,1 %.

Nel tal caso si perdono all'arrivo 8,87 kW per ogni 100 erogati. Nel caso della linea della medesima lunghezza con $g = 20 \times 10^{-6}$, ho trovato che all'arrivo si perderebbero 6,43 kW per 100 erogati.

LA NOSTRA INDUSTRIA

Telefoni e segnalazioni al servizio degli impianti elettrici

È nota l'importanza del servizio telefonico, telegrafico o di segnalazioni per gli impianti elettrici, e son note le non lievi difficoltà da superare per garantire che questo servizio sia sempre pronto a rispondere alle necessità dei vari esercizi. Si può tuttavia dare a questo problema una soluzione soddisfacente, quando si abbia cura di tener conto in ogni loro aspetto dei fenomeni che accompagnano le forti scariche, le sopra-elevazioni elettrostatiche ed elettromagnetiche e le intense derivazioni di terra, che un corto circuito su una terna trifase crea sulle terre circondanti gli impianti. Tale affermazione è suggerita allo scrivente da ben vent'anni di pratica, durante i quali egli ha seguito e segue l'incremento delle tensioni, della potenza e delle complicazioni delle reti di trasmissione d'energia elettrica, cercando di mantenere sempre i suoi apparecchi al corrente di queste trasformazioni, così da risolvere appieno il problema telefonico che agli esercizi elettrici è strettamente collegato. Egli si propone di esporre qui sommariamente i concetti, a cui ritiene ci si debba informare per risolvere bene l'importante problema.

I circuiti telefonici e telegrafici al servizio degli impianti elettrici si possono distinguere in quattro categorie:

- 1) reti telefoniche sostenute dagli stessi pali delle condutture di alta tensione;
- 3) reti telefoniche della specie interassiale cioè a dire con linee correnti parallelamente alle linee di trasmissione d'energia elettrica ad alto potenziale o poste fra le due palificazioni ad alta tensione (dal che deriva la parola interassiale);
- 3) reti completamente separate dall'alta tensione;
- 4) radiotrasmissioni.

Le prime due categorie sono all'incirca equivalenti per quanto riguarda i fenomeni d'induzione elettrostatica e d'induzione elettromagnetica e specialmente i fenomeni che accompagnano le perturbazioni dovute ai corti circuiti. Per contro la linea interassiale offre il vantaggio rispetto a quella messa sugli stessi pali dell'alta tensione, di rendere meno facili i corti circuiti diretti fra linea alta tensione e linea telefonica. Le prime tre specie di linea risentono tutte, se pure in varia misura degli effetti perturbatori prodotti dalle sopraelevazioni di potenziale di terra, che i corti circuiti delle linee ad alta tensione creano ineluttabilmente.

I servizi ad alta frequenza, che si suddividono in servizi ad onde convogliate ed in radio-telegrafia, non subiscono nè i fenomeni d'induzione nè quelli delle sopra tensioni di terra: i servizi della prima specie sono però sensibili alle interruzioni e alle messe a terra totali dei circuiti mentre la radio-telegrafia non subisce questi inconvenienti. Essa è tuttavia soggetta alle perturbazioni atmosferiche, alle interferenze di altre radio-trasmissioni, oltre che a difficoltà tecniche non lievi dato che il personale delle Imprese Elettriche non ha grande familiarità con simili installazioni. Inoltre difficoltà d'ordine burocratico credo rendano difficile la pratica applicazione di simili impianti.

Sono noti gli apparecchi studiati e costruiti dallo scrivente per le reti telefoniche e telegrafiche delle due prime categorie. Le loro caratteristiche principali si possono riassumere nel modo seguente.

Sicurezza contro i pericoli di contatti o delle cariche statiche cui i fili telefonici sono soggetti: la protezione è ottenuta a mezzo di un trasformatore speciale costituito da bobine munite di altissimo isolamento (proporzionato alla tensione esistente fra fase e fase nel primario) e con isolamento sul secondario proporzionato alla $\sqrt{3}$ del potenziale esistente fra le fasi. Le bobine primarie e secondarie sono separate e racchiuse in scatole metalliche messe a terra, ciò che determina l'impossibilità assoluta che in caso di perforazione dell'isolamento primario l'arco derivante abbia da raggiungere il secondario.

L'alto isolamento del secondario sta a garanzia che nessuna sopraelevazione di tensione che possa avvenire nella terra a cui è col-

legata la massa del trasformatore, abbia a comunicare al secondario una tensione pericolosa. Il ferro del trasformatore si satura prima che la tensione sul circuito secondario possa raggiungere valori pericolosi. Il primario è protetto da scaricatori, valvole, valvola di tensione shunt, self-induzione. Il trasformatore così costituito impedisce fughe di correnti nel posto telefonico ciò che indirettamente contribuisce a rendere anti-induttivo il sistema.

Il telefono collegato al secondario può essere del tipo normale (chiamo qui tipo A), ma è da preferirsi il sistema speciale rappresentato nella fig. 1, il quale ha il vantaggio di essere più semplice e di es-

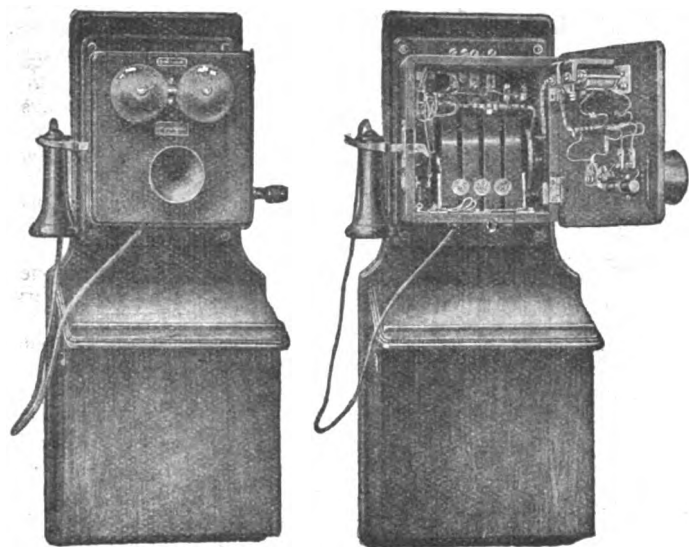


Fig. 1.

sere costituito da avvolgimenti a filo grosso e quindi meno soggetti a guasti. Esso consente un potenziale di saturazione del secondario del trasformatore pari a circa la decima parte di quello del trasformatore per telefono normale ed offre il vantaggio di essere munito di un circuito filtro che impedisce ai rimanenti disturbi d'induzione di essere sentiti nel ricevitore, eliminando specialmente i disturbi a frequenza industriale.

Sistema antiinduttivo elettrostatico.

Le linee telefoniche parallele all'alta tensione sono soggette a cariche statiche che possono raggiungere decine di migliaia di volt e quindi tali da rendere pericolosa la linea telefonica e da determinare disturbi in conseguenza di fughe elettriche su uno dei circuiti per cattivo isolamento (basta un ramo d'albero che tocca i fili per determinare disturbi). Questi fenomeni sono eliminati con apparecchi detti smorzatori, costituiti da un auto-trasformatore di cui alcune prese centrali possono essere messe a terra attraverso un commutatore, mentre gli estremi sono derivati sui due fili di linea.

Le cariche statiche che circolano nelle due mezze bobine in opposizione trovano in questi apparecchi un vero corto circuito a terra mentre le correnti telefoniche e della suoneria circolanti in serie nelle bobine stesse trovano una impedenza assai elevata e non subiscono quindi per tale motivo alcuna sensibile attenuazione. Tuttavia, se lo smorzatore è un apparecchio prezioso per la scarica delle correnti a terra, esso però deve essere applicato tenendo presente lo schema della linea ad alta tensione per impedire ritorni di corrente attraverso il contatto a terra in caso di forti perturbazioni della linea principale. A tal fine le terre dei telefoni debbono essere scelte in modo da non essere affatto influenzate dalle terre degli impianti elettrici ad alta e bassa tensione.

Apparecchi contro l'induzione elettromagnetica.

All'apparecchio telefonico può essere aggiunto, se non basta l'azione selettiva dei telefoni speciali su ricordati, anche un altro apparecchio detto cernitore: si tratta di un piccolo ponte che ha la funzione di impedire che le correnti di frequenza fino a 100 periodi abbiano a circolare nel ricevitore telefonico in modo sensibile. Lo schema risulta dalla fig. 2 e comprende un piccolo trasformatore il cui primario I è in serie sulla linea o sul secondario del trasformatore di sicurezza: questo trasformatore ha due secondari (II-III), di eguale numero di spire, di eguali costanti elettriche e magnetiche ed avvolti in opposizione. In serie con questi due circuiti in opposizione è collegato il telefono T; due derivazioni costituite da una self S_1 , S_2 e da una capacità in serie C_1 , C_2 , collegano ciascun lato del telefono col punto di riunione dei due avvolgimenti in opposizione. Regolando opportunamente i circuiti self-capacità si riesce ad ottenere l'eliminazione delle basse frequenze.

Coll'applicazione razionale di questa serie di apparecchi e con impianti studiati accuratamente, è possibile di continuare la corrispondenza anche con una fase della linea ad alta tensione a terra. Anche le linee parallele all'alta tensione, ma non poste sugli stessi pali debbono essere protette con apparecchi di sicurezza antiinduttivi, poichè esse presentano, sia pure in grado minore, pericoli per il personale e disturbi dovuti all'induzione.

I circuiti delle prime due categorie hanno il notevole vantaggio di seguire la linea e quindi di permettere durante le riparazioni alle linee di trasmissione, di derivarsi con dei telefoni portabili pure di sicurezza e dare immediata notizia dell'avvenuta riparazione, rendendo minima la durata dell'interruzione.

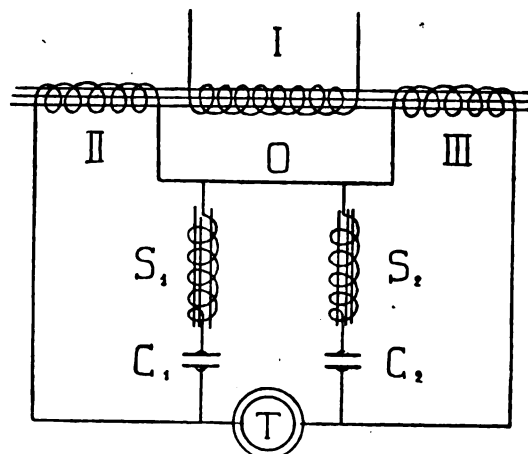


Fig. 2.

La terza categoria di linee, quelle cioè a tracciato indipendente non presenta tale vantaggio. Anche per queste linee occorre tener presente il pericolo di perturbazioni attraverso le prese di terra ed usare telefoni con trasformatori di sicurezza.

Al sistemi telefonici al servizio degli impianti elettrici è conveniente aggiungere sovente un circuito telegrafico o di segnalazione che funzioni simultaneamente ma indipendentemente dal circuito telefonico. Ciò si può realizzare col noto dispositivo del circuito virtuale o circuito fantasma, cioè utilizzando i due fili telefonici in parallelo per l'andata delle correnti telegrafiche e la terra per il ritorno.

Per evitare che in questo circuito telegrafico si determinino fortissime correnti di induzione lo scrivente ha adottato un relais di sicurezza antiduttivo il cui schema è rappresentato dalla figura 3. Il relais è munito di bobine alternate I e II munite di alto isolamento e una delle serie delle bobine è avvolta in opposizione a quelle della seconda serie.

La linea che è presa sul centro dello smorzatore A passa dalla prima serie alla seconda quindi a terra attraverso al condensatore C: dal punto di riunione delle due serie di bobine O è derivata la self S collegata all'altro estremo alla terra. Un manipolatore ad alto isolamento M serve ad includere sulla linea la pila P: in posizione di riposo a includere il relais R. Le correnti alternative perturbatrici sono respinte dalla self S, passano in serie alle due spirali S_1 , S_2 , attraversano il condensatore C di valore opportuno perchè queste correnti siano favorite e l'ancora dell'elettromagnete resta a riposo perchè le forze magneto-motrici indotte delle due serie di bobine sono eguali e contrarie. Quando il corrispondente abbassa il tasto invia una debole corrente continua sui due circuiti in parallelo: questa corrente non può che attraversare l'avvolgimento S_1 e la self induzione S mentre è impedita dal condensatore C di seguire l'altra bobina di self S_2 . Le forze magneto-motrici risultanti attraggono l'ancora e chiudono un circuito di una macchina Morse, o di una campana o di una segnalazione qualunque.

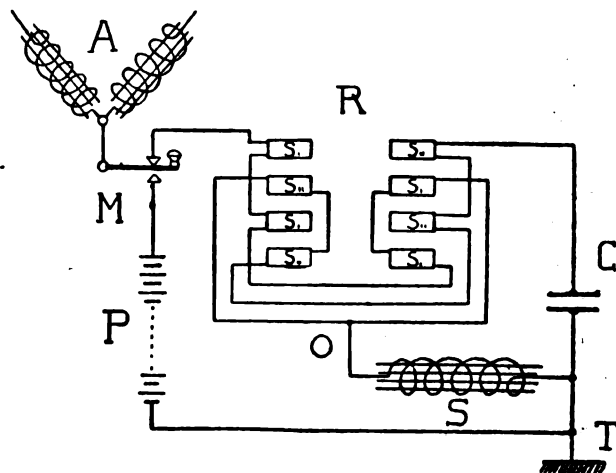


Fig. 3.

Questo sistema può funzionare anche quando i due fili telefonici sono in corto circuito fra di loro, oppure quando uno di essi è interrotto, quindi vi sono molto minori probabilità di interruzione delle comunicazioni che non col circuito costituito dal doppio filo ordinario. Questo circuito può permettere anche l'esclusione di certi posti derivati sul circuito ordinario che non devono sentire la conversazione scambiata fra i posti del circuito muniti di simili relais.

Radiotrasmissioni.

Recentemente sono state concepite grandi speranze circa l'ausilio che le radiotrasmissioni potrebbero dare ai servizi telefonici e telegrafici degli impianti elettrici.

Le trasmissioni ad alta frequenza possono essere, come si è detto o ad onde convogliate, o radiotelefoniche. Le prime utilizzano i circuiti telefonici e alta tensione come rotaie alle onde, e quindi con stazioni di piccolissima potenza si possono raggiungere grandi distanze poichè l'energia propagantesi a mezzo delle onde eterie è quasi tutta convogliata sui fili e solo in piccolissima misura viene irradiata nelle altre direzioni.

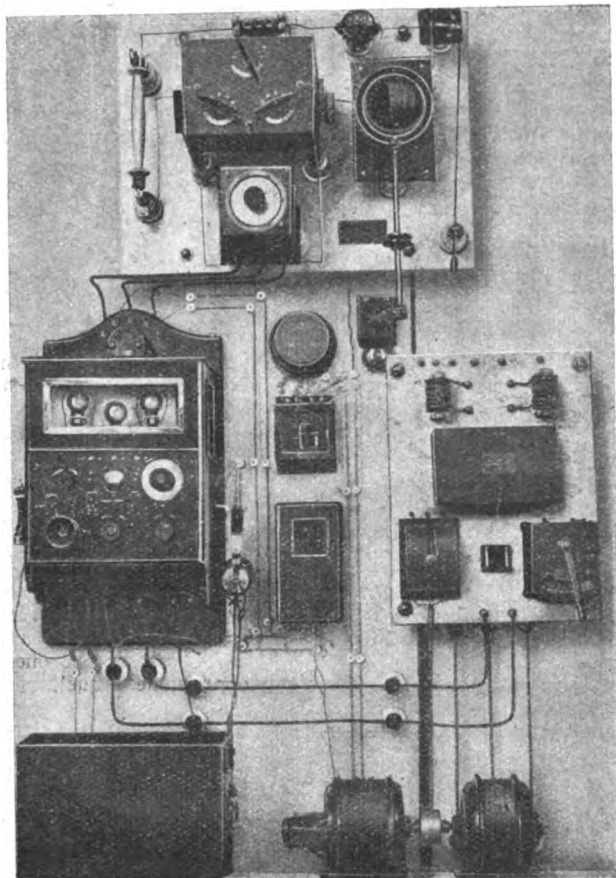


Fig. 4.

Le stazioni del primo sistema studiato dallo scrivente sono assai semplici, ed il Governo ha accordato la concessione di effettuare normalmente questi impianti quando non si superi la potenza di 30 watt d'aereo.

Le stazioni sono costituite nel modo indicato dalla fig. 4 e cioè :

a) da un pannello d'entrata delle linee, tipo di sicurezza, sul quale sono montati :

- 1 serie di scaricatori a 3 grandi rulli,
- 1 valvola tipo Cismon,
- 1 jigger con tubo di bakelite con isolamento provato a 100.000 volt, avvolgimento primario e secondario munito di commutatore per l'inserzione di un numero conveniente di spire,
- 1 variometro regolabile a mezzo di un'impugnatura isolante provata a 100.000 volt,
- 1 condensatore variabile ad aria,
- 1 amperometro a filo caldo con escluditore.

b) da un posto telefonico propriamente detto in armadio a mensola in legno, ebanite e vetro, nel quale sono montati :

- 1 commutatore girevole speciale automatico permettente il passaggio dagli apparecchi di chiamata a quelli di corrispondenza : questo commutatore stacca gli apparecchi di chiamata automaticamente a mezzo del gancio ricevitore,
- 2 audion generatori della potenza di 50 watt assorbiti (dei quali uno di riserva) comandati da una levetta permettente l'inclusione di uno o dell'altro di detti audion,
- 1 audion amplificatore che può essere escluso o incluso a mezzo di una leva,
- 3 reostati per la regolazione di accensione dei tre filamenti degli audion suddetti,
- 1 voltmetro per controllare la tensione della batteria e dei due filamenti degli audion generatori,
- 1 voltmetro di controllo della tensione di placca,
- 1 condensatore di sintonia,
- trasformatori di placca e di modulazione per l'amplificatore, elevatori ed abbassatori,
- condensatori e resistenze per i differenti circuiti,
- 1 ricevitore,
- 1 cuffia a doppio ricevitore.

c) dagli apparecchi di ricevimento delle chiamate costituenti da :

- 1 audion amplificatore,
- 1 relais sensibilissimo,
- 1 secondo relais per il comando della suoneria.

d) dagli apparecchi erogatori di energia costituiti da :

- 1 gruppo convertitore con motore corrente continua o alternata alla tensione dell'impianto, comandante sui medesimi alberi una dinamo corrente continua con due collettori dei quali uno a 8-12 volt e l'altro a 600-800 volt, potenza resa 100 watt,
- 1 quadro di controllo del gruppo,
- 1 batteria di accumulatori 8 volt.

È previsto anche il caso di una stazione che debba corrispondere con diversi punti nel qual caso sono aggiunti dei dispositivi manovrati da levette quanti sono i posti da chiamare ed ogni posto avrà una propria lunghezza d'onda. È anche previsto il caso di dover traslare il circuito ad alta frequenza su un circuito telefonico normale con fili.

Il concetto informativo di queste stazioni è il solito che governa le stazioni radio-telefoniche ed è stato possibile di ridurre ad un solo audion le funzioni di generatore, modulatore, rivelatore ed amplificatore per modo che il circuito è duplex e permette la conversazione nei due sensi senza bisogno di manovre, di commutatori o di altri accorgimenti.

Viene usata una sola lunghezza d'onda tanto per la trasmissione quanto per la ricezione.

Le chiamate nelle stazioni aventi un solo corrispondente sono fatte semplicemente accendendo il triodo ed apprestandosi a ricevere la risposta del corrispondente al ricevitore telefonico. Le onde alta frequenza agiscono su un rivelatore sensibilissimo che fa funzionare uno speciale relais d'Arsonval. Nel caso di chiamate di più posti a mezzo di levetta speciale è possibile di variare la lunghezza d'onda di emissione in modo da metterla in condizione di fare funzionare quello dei relais inseriti sulla linea che è accordato per quest'onda. La conversazione invece avviene sempre sull'unica lunghezza d'onda scelta per tutte le stazioni.

La stazione è collegata da un lato a terra e dall'altro ad un aereo. L'aereo può essere un semplice filo tesato per qualche centinaio di metri parallelamente alle condutture d'energia, oppure può essere costituito da un condensatore che colleghi direttamente il morsetto d'uscita della stazione r. t. ad una o più delle fasi alta tensione, e può anche essere costituito da un aereo sospeso con isolatori a catena presentanti valori di capacità tali da far sì che il collegamento sia misto condensatore-aereo.

Questo sistema, mentre è preziosissimo per garantire la conversazione fra i posti non è consigliabile allo stato attuale per il servizio dei telefoni portabili per guardiaspina, poichè detti apparecchi sono troppo pesanti e richiedono pur sempre una certa regolazione che non è alla portata di persone non specializzate. Data la conoscenza che lo scrivente ha dei bisogni delle Imprese Elettriche crede che questo sistema per ora sia consigliabile come sussidiario, e che una linea ordinaria sia pur sempre indispensabile.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROTECNICA GENERALE.

P. BOUCHEROT — L'aspetto fisico della propagazione delle correnti alternate sulle lunghe linee e la trasmissione di energia senza onda di ritorno. (R. G. E., 7 ottobre 1922 e 18 novembre 1922, pag. 499 e segg. e pag. 755 e segg.)

Se si vuole studiare l'aspetto fisico della propagazione delle correnti alternate su una lunga linea di trasmissione, evitando l'impiego delle grandezze immaginarie (al quale l'A., come molti suoi colleghi anche non francesi, è decisamente contrario), è consigliabile di limitarsi in un primo tempo per ragioni di semplicità e chiarezza al caso di una linea monofase priva di resistenza longitudinale e di conduttanza laterale, quindi senza perdite.

Dalla soluzione generale delle equazioni fondamentali scritte per una linea simile, soluzione valida naturalmente per un regime stazionario, si può dedurre che il fenomeno della propagazione delle correnti alternate può essere rappresentato sotto uno dei tre aspetti fisici seguenti :

I. - Le condizioni elettriche della linea in un punto qualsiasi possono essere considerate quale la risultante della sovrapposizione di due onde di energia propagantesi in senso inverso con velocità identiche.

La prima onda s'allontana dall'origine con una velocità eguale a $v = \frac{1}{\sqrt{L'C}}$ in cui L e C indicano la autoinduttanza e la capacità per unità di lunghezza della linea, mentre l'altra onda si avvicina all'origine con velocità eguale. Per ogni onda il rapporto fra la corrente e la tensione in un punto qualsiasi è dato dal valore $\sqrt{\frac{L}{C}}$, positivo quest'ultimo per l'onda che s'avvicina all'origine e negativo per l'altra. La potenza reale media in ciascun punto è proporzionale alla differenza dei quadrati delle tensioni delle due onde. Quindi se que-

ste ultime sono di tensione eguale non ha luogo nessuna trasmissione d'energia, mentre invece viene trasmessa una quantità massima d'energia quando una delle due onde scompare. In quest'ultimo caso anche la potenza reattiva nella linea è minima, ed essendo in ciascun punto proporzionale al prodotto delle tensioni delle due onde, sarà nulla se una delle due onde cessa di esistere.

II. - Le condizioni elettriche della linea in un punto qualunque possono essere considerate come risultanti dalla sovrapposizione di due pulsazioni (onde stazionarie) della medesima frequenza di quella della corrente. Il caso particolare in cui le due pulsazioni sono fra di loro in quadratura sia nello spazio che nel tempo corrisponde all'esistenza di un'onda unica nel caso I. L'esistenza invece di una sola pulsazione corrisponde all'eguaglianza delle due onde nel caso I, cioè alle condizioni in cui la potenza trasmessa è nulla.

III. - Le condizioni elettriche della linea possono infine considerarsi come risultanti dalla sovrapposizione di un'onda e di una pulsazione.

Si osservi l'analogia delle tre ipotesi esposte con quelle formulate per la formazione di un campo magnetico rotante ellittico che può immaginarsi costituito dalla sovrapposizione di:

I. Due campi costanti rotanti in senso inverso a velocità eguali;

II. Due campi alternativi (pulsanti) di frequenza eguale;

III. Un campo rotante e un campo alternativo (pulsante).

Ritornando in argomento, l'ipotesi più confacente alla nostra mentalità è la prima, cioè quella della sovrapposizione delle due onde, delle quali quella che dall'origine (stazione generatrice) va alla stazione ricevitrice è denominata onda principale (incidente), mentre l'altra porta il nome di onda riflessa. In realtà è chiaro che ambedue le onde contengono un'infinità di onde riflesse, perchè è ovvio che una prima onda riflessa alla stazione generatrice si rifletta nuovamente a quella ricevitrice e così di seguito.

Passando poi allo studio della propagazione delle due onde su una linea provvista di resistenza longitudinale e conduttanza laterale, l'A. si serve del metodo di calcolo per separazione delle potenze reale (attiva) e reattiva e giunge alle seguenti conclusioni:

1) Per ciascuna onda il rapporto fra la corrente efficace e la tensione efficace è costante e non dipende che dalle caratteristiche della linea. Esso è eguale al valore inverso della impedenza caratteristica della linea.

2) Per le due onde lo spostamento di fase fra corrente e tensione ha il medesimo valore e dipende unicamente dalle caratteristiche della linea. Il segno di quest'angolo di fase è determinato dalla differenza fra le perdite d'energia laterali e quelle longitudinali. Essendo nella maggior parte dei casi le perdite laterali di entità trascurabile, tale angolo è negativo: la corrente è perciò spostata un po' in avanzo di una quantità invariabile rispetto alla tensione. L'angolo di fase risulta eguale a zero quando le caratteristiche della linea soddisfano alla relazione $lg = cr$, in cui g è la conduttanza laterale e r la resistenza longitudinale della linea per unità di lunghezza.

Adottando i simboli:

U = tensione efficace in un punto qualunque;

I = corrente efficace in un punto qualsiasi;

P = potenza reale in un punto qualsiasi;

Π = potenza reattiva in un punto qualsiasi;

ω = pulsazione;

s = base dei logaritmi naturali;

x = distanza dall'origine;

le relazioni a cui giunge l'A. sono le seguenti:

$$U^2 = A_1 \varepsilon^{2x} + A_2 \varepsilon^{-2x} + B_1 \cos \beta x + B_2 \sin \beta x,$$

$$I^2 = \frac{q}{p} [A_1 \varepsilon^{2x} + A_2 \varepsilon^{-2x} - B_1 \cos \beta x - B_2 \sin \beta x]$$

$$P = \frac{\omega}{\beta} \left(c + l \frac{q}{p} \right) (A_1 \varepsilon^{2x} - A_2 \varepsilon^{-2x}) - \frac{\omega}{\alpha} \left(c - l \frac{q}{p} \right) (B_1 \sin \beta x - B_2 \cos \beta x)$$

$$\Pi = - \frac{\omega}{\alpha} \left(c - l \frac{q}{p} \right) (A_1 \varepsilon^{2x} - A_2 \varepsilon^{-2x}) - \frac{\omega}{\beta} \left(c + l \frac{q}{p} \right) (B_1 \sin \beta x - B_2 \cos \beta x)$$

Nelle stesse:

$$p = \sqrt{r^2 + \omega^2 l^2}, \quad q = \sqrt{g^2 + \omega^2 c^2}, \quad m = \omega^2 lc - rg,$$

$$\alpha = \sqrt{2} \sqrt{pq - m}, \quad \beta = \sqrt{2} \sqrt{pq + m},$$

$$B_1^2 + B_2^2 = 4 A_1 A_2,$$

$$A_1 = \frac{1}{4} \left(U_0^2 + I_0^2 \frac{p}{q} \right) + \frac{\omega}{2} \left[\frac{P_0}{\beta} \left(c \frac{p}{q} + l \right) - \frac{\Pi_0}{\alpha} \left(c \frac{p}{q} - l \right) \right],$$

$$A_2 = \frac{1}{4} \left(U_0^2 + I_0^2 \frac{p}{q} \right) - \frac{\omega}{2} \left[\frac{P_0}{\beta} \left(c \frac{p}{q} + l \right) - \frac{\Pi_0}{\alpha} \left(c \frac{p}{q} - l \right) \right],$$

$$B_1 = \frac{1}{2} \left(U_0^2 - I_0^2 \frac{p}{q} \right),$$

$$B_2 = \frac{\omega P_0}{\alpha} \left(c \frac{p}{q} - l \right) + \frac{\omega \Pi_0}{\beta} \left(c \frac{p}{q} + l \right)$$

U_0, I_0, P_0, Π_0 sono i valori di U, I, P e Π per $x=0$, p. es., alla stazione ricevitrice.

L'onda incidente parte dalla stazione generatrice, posta alla distanza $x = X$ da quella ricevitrice, con una tensione U' data da

$$U'^2 = A_1 \varepsilon^{2x}$$

e una corrente I' data da

$$I' = U' \sqrt{\frac{q}{p}},$$

in ritardo su U' d'un angolo δ , dato da

$$\operatorname{tg} \delta = - \frac{\beta c p - l q}{\alpha c p + l q}.$$

Tensione e corrente diminuiscono gradatamente mano mano che ci si allontana dalla stazione generatrice verso quella ricevitrice e in un punto x qualunque il loro valore è quello alla partenza moltiplicato per il fattore

$$\varepsilon^{-\frac{\alpha}{2}(X-x)}$$

e contemporaneamente i loro vettori vanno spostandosi rispetto a quelli dei valori in partenza in modo che il loro ritardo in un punto qualunque rispetto alla partenza è

$$\frac{\beta}{2}(X-x)$$

L'onda riflessa parte dalla stazione ricevitrice ($x=0$) con una tensione U'' data da

$$U''^2 = A_2$$

e una corrente I'' data da

$$I'' = U'' \sqrt{\frac{p}{q}}$$

quest'ultima in ritardo rispetto a U'' del medesimo angolo δ . Si osservi però che I'' è invertito od in altre parole in avanzo di un angolo $\pi - \delta$.

Tensione e corrente di quest'onda vanno gradatamente diminuendo come gli stessi valori nell'onda incidente e il loro valore in un punto qualunque x è quello in partenza moltiplicato per il fattore

$$\varepsilon^{-\alpha x}$$

Esse si spostano pure angolarmente rispetto ai loro vettori in partenza di modo che il loro ritardo in un punto qualunque rispetto a questi ultimi è

$$\frac{\beta}{2} x$$

Bisogna però tener conto inoltre che l'onda riflessa non parte dal punto $x=0$ nel medesimo tempo in cui quella incidente parte dal punto $x=X$, ma parte con un ritardo dato da

$$\operatorname{tg} \left(\frac{\beta}{2} X - \psi \right) = \frac{B_1}{B_2}$$

Ciò premesso è assai facile trovare la tensione e la corrente efficace, risultanti dalla sovrapposizione delle due onde, in un punto qualunque, mediante somma geometrica delle componenti.

In un punto qualunque x si comporrà geometricamente la tensione dell'onda incidente

$$U' \varepsilon^{-\frac{\alpha}{2}(X-x)}$$

in ritardo di

$$\frac{\beta}{2}(X-x)$$

colla tensione dell'onda riflessa

$$U'' \varepsilon^{-\frac{\alpha}{2}x}$$

in ritardo.

$$\psi + \frac{\beta}{2} x.$$

Lo stesso si farà colla corrente dell'onda incidente

$$I' \varepsilon^{-\frac{\alpha}{2}(X-x)}$$

in ritardo di

$$\frac{\beta}{2}(X-x) + \delta$$

composta geometricamente colla corrente dell'onda riflessa

in ritardo di

$$\psi + \frac{\beta}{2} x + \delta$$

Ottenute così tensione e corrente efficaci in ciascun punto colla loro fase si deducono i valori delle rispettive potenze reali (attive) e reattive che sono dati dalle relazioni:

$$P = \sqrt{\frac{p}{q}} \left\{ (U'^2 \varepsilon^{-\alpha(X-x)} - U''^2 \varepsilon^{-\alpha x}) \cos \delta - 2 U' U'' \varepsilon^{-\frac{\alpha}{2} x} \sin \left[\beta \left(\frac{X}{2} - x \right) - \psi \right] \sin \delta \right\}$$

$$\Pi = \sqrt{\frac{p}{q}} \left\{ (U'^2 \varepsilon^{-\alpha(X-x)} - U''^2 \varepsilon^{-\alpha x}) \sin \delta + 2 U' U'' \varepsilon^{-\frac{\alpha}{2} x} \sin \left[\beta \left(\frac{X}{2} - x \right) - \psi \right] \cos \delta \right\}$$

L'A. applica poi i risultati del suo studio a un caso pratico ed esamina il comportamento di una linea trifase di grande lunghezza per tre diverse condizioni di carico.

Esaminando il fenomeno della propagazione delle correnti alterate su lunghe linee quale risultante della sovrapposizione di due onde viene fatto di domandare a che cosa serve l'onda riflessa. La risposta è ovvia: quest'ultima onda non può essere che dannosa. Infatti volendo trasmettere dell'energia dal punto A al punto B è più che superfluo fare ritornare parte di quest'energia dal punto B al punto A.

Dall'esame delle relazioni esposte antecedentemente è facile trovare quali sono le condizioni necessarie per il funzionamento di una linea senza onda di ritorno. In tal caso infatti U'' e I'' devono sparire, ciò che equivale a

$$A_2 = 0,$$

ed essendo

$$B_1^2 + B_2^2 = 4 A_1 A_2,$$

ne viene di conseguenza che anche

$$B_1 = 0 \text{ e } B_2 = 0.$$

Le relazioni per le quattro grandezze principali prendono quindi la seguente forma più semplice:

$$U^2 = A_1 \varepsilon^{\alpha x}, \quad I^2 = \frac{q}{p} A_1 \varepsilon^{\alpha x}, \quad P = \frac{q}{\beta} \left(c + l \frac{q}{p} \right) A_1 \varepsilon^{\alpha x},$$

$$\Pi = - \frac{\omega}{\alpha} \left(c - l \frac{q}{p} \right) A_1 \varepsilon^{\alpha x}$$

In ciascun punto della linea

$$\frac{U}{I} = \sqrt{\frac{p}{q}} = \text{costante}, \quad \frac{\Pi}{P} = \text{tg } \varphi = \text{costante}$$

Si ha inoltre

$$\frac{U_0}{I_0} = Z_0 = \sqrt{\frac{p}{q}}$$

$\sqrt{\frac{p}{q}}$ è l'impedenza caratteristica della linea e infine

$$\frac{\Pi_0}{P_0} = - \frac{\beta}{\alpha} \frac{c p - l q}{c p + l q} = \text{tg } \delta = \text{tg } \varphi_0$$

Per funzionare quindi senza onda di ritorno è necessario che l'impedenza del carico alla stazione ricevitrice sia eguale all'impedenza caratteristica della linea e che l'angolo di fase del carico sia eguale all'angolo di fase caratteristico della linea, se così viene denominato l'angolo δ .

L'impedenza caratteristica delle linee ad alta tensione varia da 300 ohm per linee a forte sezione a 600 ohm per linee a sezione debole. L'angolo caratteristico δ sarà in generale un angolo di anticipo e avrà un valore di pochi gradi per le linee a forte sezione, mentre potrà avvicinarsi a 45° per le altre.

Date così le costanti della linea e data la potenza all'arrivo P_0 , la tensione U_0 necessaria all'arrivo per trasmettere tale potenza senza onda di ritorno sarà data dalla relazione

$$U_0 = \sqrt{\frac{P_0 Z_0}{\cos \varphi_0}}$$

Tenuto conto dei valori pratici di Z_0 e φ_0 già indicati, U_0 sarà tanto più grande quanto più debole sarà la sezione della linea. Si trova però che con un tale sistema di trasmissione è necessario di adottare colle linee a debole sezione un $\cos \varphi_0$ in anticipo di valore inferiore, fatto questo che conduce a perdite maggiori in linea, dato che queste ultime sono proporzionali a $\frac{1}{\cos^2 \varphi_0}$ (si osservi che nel nostro caso lo sfasamento lungo tutta la linea è costante ed eguale a φ_0) e che costringe per tali linee ad impiegare all'arrivo dei con-

densatori sincroni capaci di produrre uno sfasamento in anticipo fino a 45°. Sarebbe perciò conveniente di sopprimere questo sfasamento tanto in linea che all'arrivo. Per ottenere ciò è necessario che

$$\Pi = 0,$$

ciò che equivale a

$$c p = l q$$

e quindi a

$$c r = l g$$

Essendo in generale per linee ben costruite g praticamente eguale a zero, non si può soddisfare a quest'ultima relazione senza dispositivi speciali. Un mezzo atto a tale scopo sarebbe di disporre lungo la linea delle resistenze uniformemente distribuite capaci di aumentare il valore di g al limite voluto, ma questo mezzo non farebbe che raddoppiare le perdite di linea.

Più conveniente è di restituire alla linea in serie l'energia presa in derivazione per mezzo di trasformatori uniformemente distribuiti ciascuno col primario in derivazione e il secondario in serie. In tal modo si aumenta il valore di g e si diminuisce contemporaneamente quello di r .

Indicando con σ il rapporto di trasformazione di uno di questi apparecchi e trascurandone le perdite attive e reattive si potrà scrivere:

$$\sigma = \frac{r c - l g}{2 \sqrt{l c}}$$

La potenza totale di un complesso di tali trasformatori distribuiti uniformemente lungo una linea a distanza di un chilometro ciascuno non sorpasserà il 10 per cento della potenza trasmessa.

L'A. mostra in seguito che l'impiego di questi trasformatori è utile anche quando lo sfasamento del carico all'arrivo è differente da zero. L'influenza di questo sfasamento sia in anticipo che in ritardo è relativamente piccola per linee a forte sezione, mentre acquista un valore preponderante per linee a sezione debole, per le quali è impossibile un funzionamento senza onda di ritorno per sfasamenti in ritardo anche di piccola entità. In due esempi pratici svolti in appendice allo studio si osserva che mentre per una linea a forte sezione con un angolo di fase variante da $\varphi = -\frac{\pi}{4}$ a $\varphi = +\frac{\pi}{4}$

l'impedenza caratteristica della linea per un funzionamento senza onda di ritorno varia da $Z = 420$ ohm a $Z = 325$ mentre il rapporto di trasformazione dei trasformatori in serie varia da $\sigma = -0,66 \cdot 10^{-3}$ a $\sigma = +0,87 \cdot 10^{-3}$, i valori corrispondenti per una linea a sezione debole per una variazione di φ da $-\frac{\pi}{4}$ a $+22^\circ$ variano da $Z = 700$ ohm a $Z = 0$ e risp. da $\sigma = 0,4 \cdot 10^{-3}$ a $\sigma = +\infty$.

La potenza dei trasformatori risulta d'altra parte molto superiore se si vuole funzionare con sfasamento. Perciò tutto induce a funzionare con $\varphi = 0$. Il calcolo dimostra inoltre che le variazioni di frequenza non influiscono dannosamente sul nuovo sistema di trasmissione e che la presenza di armoniche ha minore influenza sul buon funzionamento del nuovo sistema che su quello degli altri sistemi già in uso.

Quali trasformatori in serie possono venire impiegati tutti gli svariati tipi di tali apparecchi che vengono comunemente costruiti, sia trasformatori semplici a induzione mutua variabile, che trasformatori statici a campo rotante. Qualunque sia il tipo adottato è più consigliabile di sceglierlo in modo che esso consenta di variare il rapporto di trasformazione σ , magari anche automaticamente, secondo le diverse condizioni d'esercizio della linea.

È ovvio infine che in luogo di trasformatori semplici possono impiegarsi dei gruppi motori-generatori sincroni o asincroni, questi ultimi provvisti di differenti numeri di poli o muniti di eccitatrici speciali.

Nelle considerazioni fin qui esposte si è sempre supposto che la potenza all'arrivo sia costante. Questa potenza è data dalla relazione

$$P_0 = U_0 I_0 \cos \varphi_0 = \frac{U_0^2}{Z_0} \cos \varphi_0 = Z_0 I_0^2 \cos \varphi_0$$

Se P_0 è variabile, si possono dare i tre casi seguenti:

I. - La tensione U_0 deve mantenersi costante. Il quoziente $\frac{Z_0}{\cos \varphi_0}$

deve variare in ragione inversa della potenza richiesta e la trasmissione senza onda di ritorno non può aver luogo che per un unico valore del carico e per un solo valore di σ . Se il carico è poco variabile si predisporrà l'apparecchiatura della linea in modo da poter variare automaticamente σ lungo tutta la linea. Se il carico è molto variabile si prenderanno disposizioni perchè la trasmissione senza onda di ritorno possa aver luogo al carico che più interessa oppure si adotteranno i dispositivi di trasformazione che verranno esposti in seguito.

II. - La corrente I_0 deve mantenersi costante. Il prodotto $Z_0 \cos \varphi_0$ dovrà variare come la potenza e a tale riguardo valgono le osservazioni fatte per il caso precedente.

III. - Il carico alla stazione ricevitrice è mantenuto a impedenza e sfasamento costante. La tensione e la corrente variano sempre simultaneamente in modo che il loro rapporto $\frac{U_0}{I_0} = Z_0$ rimanga

costante. A prima vista sembra che questo modo di utilizzazione sia di assai difficile realizzazione, ma non è così.

Si possono considerare parecchie varianti per realizzare quest'ultimo sistema.

In primo luogo se si utilizza tutta l'energia in un punto solo sotto forma di energia meccanica si installerà alla stazione ricevitrice un motore sincrono collegato in modo che la sua eccitazione sia proporzionale alla sua tensione ai morsetti. In tali condizioni lo sfasamento e l'impedenza di questo motore saranno costanti. Si sceglierà a preferenza lo sfasamento zero per ottenere il rendimento massimo e il minimo di spesa. Alla partenza si installerà analogamente un alternatore in cui l'eccitazione sarà mantenuta automaticamente proporzionale alla tensione ai morsetti. Il sistema di trasmissione ottenuto in tal modo avrà una certa analogia col sistema Thury a corrente continua a corrente costante, si avrà la tensione massima al carico massimo, ma contrariamente al sistema Thury il rendimento del nuovo sistema rimarrà assai buono anche a carichi deboli, perchè la corrente diminuirà proporzionalmente alla tensione.

Diversi sono i modi per ottenere due macchine sinorone regolate in modo da funzionare come si è descritto. Volendo variare il numero delle macchine alla partenza o all'arrivo è consigliabile di adottare macchine a forte reazione per ottenere la massima elasticità di funzionamento.

Al motore sincrono all'arrivo si può sostituire uno asincrono senza o con eccitatrice. In tal caso l'alternatore alla partenza deve essere regolato in modo da mantenere il rapporto $\frac{U}{T}$ e il $\cos \varphi$ a un valore costante.

Se l'energia in arrivo deve venire distribuita sotto forma di energia elettrica la prima soluzione che si presenta consiste in un gruppo motore-generatore sincrono o asincrono. Se la distribuzione della energia si fa a corrente continua questa soluzione sarà quella più pratica. Nel caso di distribuzione a corrente alternata questa soluzione che costringe ad adottare fra linea e apparecchi di consumo un complesso di due macchine rotanti non è poi sì onerosa come sembra a prima vista se si pensa che cogli altri sistemi di trasmissione, tenuto conto della lunghezza della linea, occorrerà installare all'arrivo un condensatore sincrono di una potenza dell'ordine di grandezza di quella trasmessa.

Si può però evitare questa doppia trasformazione adottando all'arrivo invece di un motore un trasformatore che, alimentato con un rapporto $\frac{U_0}{I_0}$ costante dia al secondario una tensione o corrente costante secondo i casi.

In via generale una simile trasformazione può effettuarsi con trasformatori statici a induttanza mutua variabile o con correnti polifasi mediante combinazioni di trasformatori a campo rotante (di fase) sia all'arrivo che alla partenza.

Combinando sia due trasformatori a campo rotante che un trasformatore a campo rotante con un trasformatore ordinario si possono realizzare le trasformazioni che sono necessarie. Basterà collegare in parallelo gli avvolgimenti primari e in serie quelli secondari (o viceversa) e di dare allo spostamento angolare, che indichiamo con Ψ , un valore conveniente funzione del carico. È evidente che se si tratta per es., di trasformare delle correnti polifasi a rapporto $\frac{U}{T}$ = costante in correnti polifasi a tensione costante, si potrà fare agire un regolatore di tensione su un servomotore che modificherà lo spostamento angolare Ψ in modo che la tensione secondaria rimanga costante al valore desiderato. Per ottenere la trasformazione inversa si potrà fare agire un regolatore, analogo ai regolatori differenziali delle lampade ad arco, su un servomotore che faccia variare Ψ in modo che il rapporto $\frac{U}{T}$ rimanga invariato.

Se allora i primari sono collegati in parallelo e i secondari in serie, alimentando i primari a tensione costante i secondari daranno individualmente delle tensioni costanti, ma in causa dello spostamento Ψ la tensione totale secondaria potrà variare dalla differenza alla somma delle due tensioni. Alimentando invece i primari a $\frac{U}{T}$ costante la corrente secondaria comune potrà venir mantenuta costante variando Ψ .

Se i primari sono in serie e i secondari in parallelo, alimentando i primari con una corrente costante si potrà mantenere al secondario il rapporto $\frac{U}{T}$ costante.

Alimentando invece i primari a $\frac{U}{T}$ costante si potrà mantenere una tensione secondaria costante variando opportunamente Ψ .

I problemi della trasmissione dell'energia elettrica sono molto vari e non ammettono una soluzione unica. Non è la stessa cosa trasmettere in maniera continua e sensibilmente costante energia elettrica da una regione geografica ad un'altra e collegare semplicemente con delle linee di raccordo delle reti di distribuzione commercialmente indipendenti fra di loro, linee che servono a permettere degli scambi temporanei d'energia da una rete all'altra a seconda delle condizioni speciali di funzionamento delle reti singole.

Nel primo caso conviene evidentemente di adottare una trasmissione a tensione costante nelle condizioni di funzionamento vicine

a quello senza onda di ritorno. Se il flusso d'energia deve essere continuo occorre evidentemente che la rete rimanga costantemente sotto tensione.

È però conveniente di adottare il medesimo modo di trasmissione per il secondo caso ed è logico di coprire un paese di linee di collegamento a 100 o 200 kV, costantemente sotto tensione, che non devono funzionare a pieno carico che ad intermittenza, per collegare delle reti a 30 o 50 kV?

Dal punto di vista della sicurezza d'esercizio la risposta è un po' dubbia, perchè benchè sia generalmente ammesso che le difficoltà della marcia in parallelo di centrali distanti fra di loro non sono molto considerevoli, tuttavia molti sono d'accordo nell'affermare che la frequenza e la gravità dei guasti crescono molto più rapidamente che l'importanza delle reti e il numero delle centrali collegate. Questa fu una delle ragioni per cui la Conferenza internazionale delle grandi reti tenuta a Parigi nel novembre 1921 diede parere sfavorevole al collegamento periferico delle reti, proponendo invece il collegamento per centri.

Dal lato economico la permanenza delle piene perdite nel ferro delle macchine e dei trasformatori e delle piene perdite per effluvio negli isolatori, ecc., dovute al fatto di mantenere costante la tensione al valore normale è uno degli inconvenienti che presentano le linee di collegamento a tensione costante in unione a quello della potenza reattiva dovuta alla capacità delle linee.

Collegando le reti fra di loro con linee di raccordo esercite a corrente costante si sopprimerebbero bensì tutti gli inconvenienti dovuti all'altissima tensione nei periodi di carico debole, ma si manterrebbero costanti al loro valore normale le perdite per effetto Joule e all'inconveniente della potenza reattiva di capacità delle linee a tensione costante subentrerebbe quello della potenza reattiva dovuta alla autoinduzione delle linee.

Sembrerebbe dunque che un sistema di linee di collegamento funzionanti in modo che tanto la tensione che la corrente assumano dei valori ridotti ai bassi carichi non dovrebbe offrire che dei vantaggi reali sui due sistemi precedenti. In un sistema simile il rendimento rimarrebbe sensibilmente indipendente dal valore della potenza trasmessa e raggiungerebbe quindi un valore elevato a tutti i carichi. Questo sistema permetterebbe inoltre di eliminare l'inconveniente della potenza reattiva e di ottenere per tutti i carichi un fattore di potenza eguale all'unità.

L'A. conclude quindi affermando che per le lunghe linee il modo di funzionamento che meglio si adatta ai numerosi e complessi fattori che entrano in giuoco per l'esercizio di tali linee sia dal punto tecnico puro che dal punto di vista dell'esercente che cerca di ottenere la massima sicurezza colla minima spesa è dato dal sistema di trasmissione senza onda di ritorno che può venire definito a impedenza costante e sfasamento nullo a tutti i carichi. e². s.

* *

MOTORI ELETTRICI.

T. F. WALL — Un motore a induzione a gabbia, con grande momento torcente e piccola corrente all'avviamento. (Engineering, 28 settembre 1923, pag. 394).

L'A. ricorda le caratteristiche di robustezza, di semplicità e buon mercato ecc., che rendono tanto vantaggioso il tipo di motore a gabbia di scoiattolo. Ciò che ha impedito la generale adozione di questo tipo, è, com'è noto, il fatto che, per avere un notevole momento torcente all'avviamento, occorre una corrente che è cinque o sei volte maggiore di quella normale. Se si vuol evitare questo anormale richiamo di corrente all'avviamento con conseguenti disturbi alla rete di alimentazione, bisogna avviare il motore con carico ridotto fino a che abbia raggiunto la velocità normale.

Molti sistemi furono proposti per ovviare a tale difficoltà, senza però raggiungere risultati completamente soddisfacenti.

L'A. propone un nuovo tipo di costruzione di motore a gabbia che risponderebbe al requisito di avere un forte momento all'avviamento pur richiedendo piccola corrente.

Il nuovo tipo di motore si basa nel principio, già da altri utilizzato (¹) di realizzare un avvolgimento rotorico il quale abbia una resistenza equivalente elevata a frequenza industriale, quale si ha al momento del primo avviamento, ed una resistenza praticamente uguale a quella ohmica alla bassissima frequenza che corrisponde allo scorrimento a carico normale. Il risultato è qui ottenuto ricorrendo alla nota proprietà dei trasformatori, nei quali, a secondario chiuso, la resistenza equivalente del primario dipende dalla frequenza della corrente secondo la formula:

$$R = R_1 + \frac{M^2 R_2 \omega^2}{(L_2 \omega)^2 + R_2^2}$$

essendo R_1 la resistenza del primario a secondario aperto; R_2 la resistenza del secondario; M il coefficiente di mutua induzione fra i due avvolgimenti; L_2 il coefficiente d'autoinduzione del secondario: $\omega = 2\pi f$ dove f è la frequenza.

La figura 1 rappresenta il modo più semplice per rendere costruttivamente applicabile tale proprietà agli avvolgimenti del motore.

(¹) Vedasi, fra l'altro, la recente Comunicazione del Prof. Sartori (Elettrotecnica, N. 23-24, pag. 526).

Ogni conduttore è composto da una sbarra di rame circondata da un tubo d'acciaio, senza saldatura e ricoperto di rame o con rivestimento di lastra o per deposizione elettrolitica. Fra il tubo e la sbarra vi è uno strato di isolante. Il conduttore così composto costituisce un trasformatore di cui il tubo d'acciaio è il nucleo, la sbarra di rame il primario, e il rivestimento di rame il secondario. Secondo la formula precedente, alimentando la sbarra con una corrente alternata la resistenza equivalente della sbarra stessa varierà colla frequenza. Dalle esperienze eseguite con una sbarra di rame da 32 decimi di mm., con tubo d'acciaio dello spessore di parete di 9 decimi e rivestimento in rame di 2,5 decimi, risultò la relazione:

$$(\text{resistenza alla c. a.}) = (\text{resistenza alla c. c.}) \times (1 + 0,06 f)$$

essendo f la frequenza della corrente. Il fattore di potenza risulta praticamente eguale all'unità, con elevate frequenze.

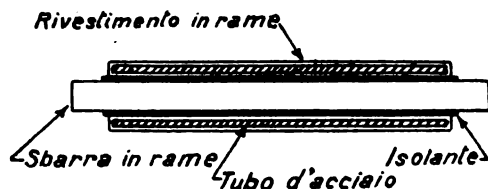


Fig. 1. — Costruzione di un conduttore del rotor.

Il dispositivo di figura 1 ha però l'inconveniente di essere di costruzione un po' malagevole e di dare un basso coefficiente di utilizzazione dello spazio, ciò che costringerebbe ad aumentare alquanto le dimensioni del motore. A questo proposito però si deve osservare che l'introduzione del tubo d'acciaio non porta per sé una riduzione sensibile del coefficiente d'utilizzazione dello spazio in quanto che esso è utile agli effetti del circuito magnetico percorso dal flusso del motore cosicché si può ridurre corrispondentemente la sezione trasversale dei denti del rotore senza che ne derivi un aumento della densità del flusso nei denti stessi.

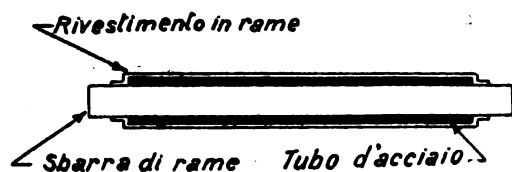


Fig. 2. — Costruzione semplificata per i conduttori del rotor.

La figura 2 rappresenta un tipo costruttivo assai più semplice, basato sul principio dell'autotrasformatore. Non è più necessario lo strato isolante; sulla sbarra è fissato il tubo d'acciaio e su questo si mette il rivestimento di rame avendo cura che esso sporga fino a stabilire un buon contatto colla sbarra ad ambo le estremità.

Si ha così il vantaggio che il rivestimento di rame è utilizzato anch'esso per condurre la corrente del rotore durante il funzionamento a regime, cosicché con questa costruzione il fattore di utilizzazione dello spazio nei canali del rotore è pressoché eguale a quello che si ha colla costruzione normale.

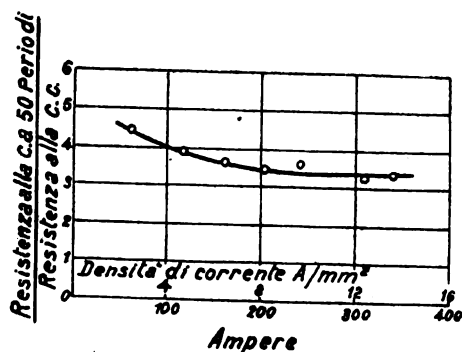


Fig. 3. — Risultato di esperienze su un conduttore composto.

La figura 3 riassume i risultati di misure eseguite su un conduttore di questo tipo colle seguenti dimensioni: sezione della sbarra 17,5 mm²; spessore delle pareti del tubo 2,36 mm; spessore del rivestimento di rame 0,25 mm.

Esperienze furono eseguite su un motore da 50 HP, a 8 poli, trifase collo stator collegato a stella, alimentato con corrente a 500 V e a 50 periodi, e colle seguenti caratteristiche:

Resistenza dell'avvolgimento dello stator per fase $r_1' = 0,129$ ohm;
Reattanza dell'avvolgimento dello stator, per fase $x_1 = 0,605$ ohm;
Resistenza dell'avvolgimento del rotore per fase (ridotta alla frequenza dello stator) $r_2' = 0,242$ ohm;
Reattanza dell'avvolgimento del rotore per fase (ridotta alla frequenza dello stator) $x_2' = 0,231$ ohm.

Riferendosi a figura 3 si vede che se i conduttori del rotor sono costruiti come sopra si è detto, la resistenza del rotor all'avviamento sarebbe circa 3,4 volte maggiore che a giri normali.

In figura 4 è rappresentato l'andamento del momento d'avviamento e della corrente d'avviamento per diversi valori del rapporto fra la resistenza R_2' del rotor all'avviamento e quella r_2' a regime di giri; la tensione allo stator è ridotta rispetto a quella normale, con un autotrasformatore di rapporto 1:1,25.

Come si vede dai diagrammi, se il valore di quel rapporto è di 3,4 (ciò che in base alla figura 3 si deve ritenere verificarsi per una larga serie di valori della corrente) il momento d'avviamento è il doppio di quello normale a pieno carico, e la corrente d'avviamento è 2,75 volte quella normale a pieno carico.

In figura 5 le curve del momento e della corrente sono tracciate in funzione dello scorrimento. Nel diagramma sono tracciate le curve per un motore a gabbia di costruzione normale, e per un motore a gabbia del nuovo tipo con un valore = 3, del rapporto suddetto. Si noti come, mentre le due curve si sovrappongono praticamente nelle condizioni di regime invece il momento al-

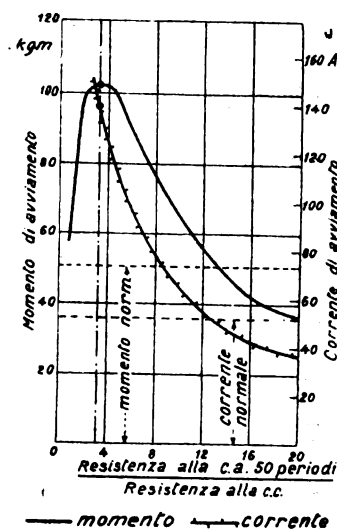


Fig. 4. — Risultato di esperienze su un motore da 50 HP.

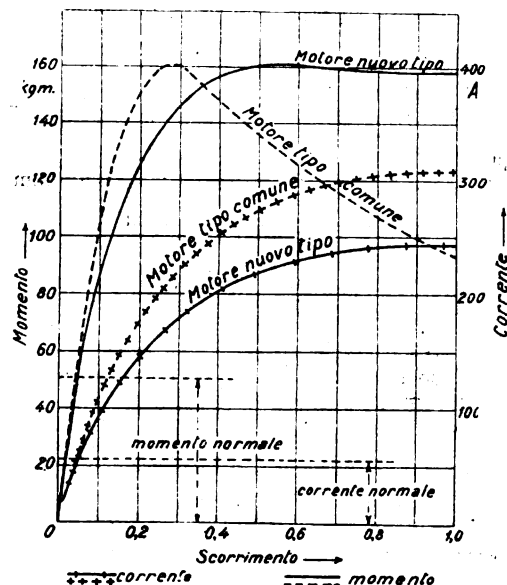


Fig. 5. — Confronto fra un motore di tipo nuovo ed uno di tipo comune.

l'avviamento sia per il nuovo tipo quasi il doppio (1,7 volte) quello del motore normale; così pure le curve delle correnti, assai vicine a regime, danno all'avviamento per il motore nuovo tipo un valore che è soltanto il 0,75 di quello del motore normale.

In figura 6 la tensione allo stator e il momento d'avviamento sono rappresentati come funzioni della corrente allo stator per diversi valori del noto rapporto $R_2' : r_2' = 1 - 2 - 3 - 4$.

Riassumendo i vantaggi del nuovo tipo di motore sarebbero i seguenti: grande momento e piccola corrente, di avviamento; costo minore in confronto ai soliti motori a gabbia forniti di speciale dispositivo per l'avviamento. Esso ha poi i soliti vantaggi del tipo a gabbia ossia, assenza di ogni pericolo di scintillio al rotore, costo ridotto di

manutenzione per la mancanza del collettore e delle spazzole, maggiore rendimento, elevato fattore di potenza a pieno carico.

R. S. N.

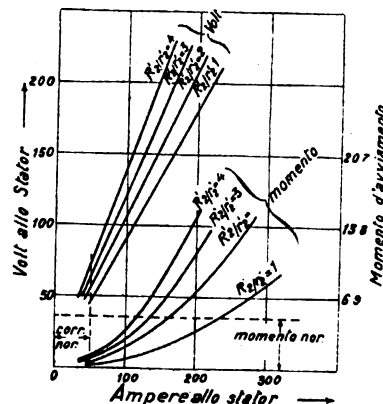


Fig. 6. — Risultato di esperienze su un motore di 50 HP.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

La trazione elettrica al Congresso ferroviario internazionale di Roma - aprile 1922. (Discussione nelle sedute di Sezione). (Bulletin de l'Association International du Congrès des Chemins de Fer, Vol. 5, N. 3, marzo 1923, pag. 315 e seg.).

Le questioni inerenti alla trazione elettrica furono oggetto di uno speciale capitolo di discussioni al Congresso ferroviario internazionale di Roma.

Gli argomenti all'ordine del giorno riguardavano: la trazione elettrica sulle linee a grande traffico; la produzione ed il trasporto dell'energia; la natura della corrente ed il materiale mobile di trazione; infine i risultati tecnici e finanziari raggiunti ed il confronto coi risultati della trazione a vapore.

Vennero presentate sette relazioni dai tecnici dei diversi paesi ed il relatore generale le riassume traendone le principali conclusioni sulle quali venne ad impostarsi la discussione.

Il questionario compilato dal relatore, segnalava, come punti e conclusioni più importanti, i seguenti:

1) Dal complesso dei giudizi sul valore relativo dei diversi sistemi applicabili alla trazione elettrica, si è portati a concludere che nelle condizioni attuali non si tratta più di scegliere quale sia il sistema migliore, ma piuttosto, decidere a quali casi ciascun sistema si adatti di preferenza;

2) Sembra che i vari relatori siano d'accordo sull'inutilità di una standardizzazione internazionale del tipo di corrente al filo di contatto, vista la facilità del cambio dei locomotori al confine.

3) Si domanda allora se le stesse considerazioni possano applicarsi anche alle diverse regioni di uno stesso paese che presentino caratteristiche naturali nettamente distinte (l'una montagnosa e ricca di cadute d'acqua, l'altra pianeggiante e scarsa di risorse idroelettriche naturali) e dove già colla trazione a vapore si effettua il cambio delle locomotive al passaggio dall'una all'altra.

4) È desiderio comune di poter confrontare fra loro i risultati tecnici ed economici dei vari paesi; ed a questo scopo è riconosciuta l'opportunità di uniformare i criteri di raccolta di tali dati riferendoli ad unità comune quale potrebbe essere la tonnellata-chilometro virtuale od il suo equivalente, la tonnellata-chilometro in piano ed in rettilineo.

A questi punti principali si possono aggiungere altre questioni secondarie quali:

5) È preferibile la sospensione longitudinale a catenaria o la sospensione semplice trasversale?

6) La corrente trifase a 50 periodi ha già avuto applicazioni pratiche, alla trazione, tali da poterne estendere l'impiego alle grandi linee ferroviarie?

7) La trazione multipla si può realizzare in condizioni migliori coll'uno piuttosto che coll'altro dei vari sistemi di trazione?

La discussione si svolse ampia ed animata attorno ai vari argomenti.

Sul primo punto Semenza fa notare che non si accenna alla questione economica ed osserva che, se tecnicamente tutti i sistemi si possono ritenere buoni e perfezionati allo stesso grado, la determinazione del valore di un sistema, oltre che questione di circostanze locali, come dice nella sua conclusione il relatore, è anche questione economica. Propone che se ne faccia cenno esplicitamente in questo paragrafo. La discussione continua sui criteri per la scelta del sistema che tutti ammettono debba farsi caso per caso in base all'esame delle circostanze locali. L'Ing. Labouret osserva però che questa determinazione non deve intendersi in senso troppo rigido, vale a dire che nello studio di un piano generale di elettrificazione non si può pensare di applicare ad ogni linea il sistema strettamente più conveniente, ma converrà adottare un sistema unico temperando in esso le esigenze delle varie linee. È quello che s'è fatto in Francia dove si è stabilito di adottare il sistema a corrente continua a 1500 volt per tutte le elettrificazioni di interesse generale. Altri accenna ai fenomeni di induzione provocati dai sistemi a correnti alternate sulle linee a correnti deboli osservando che, se sotto tutti gli altri punti di vista i vari sistemi si equivalgono, questo fatto dovrebbe far pendere la bilancia in favore della corrente continua.

Il Presidente ed il relatore obiettano che non si tratta di stabilire quale sia il sistema migliore raccomandabile come «standard», ma piuttosto di affermare che allo stato dei fatti nessuno dei vari sistemi può scartarsi a priori.

Questo concetto venne accettato dall'assemblea la quale votò, in proposito, la seguente conclusione:

«Il Congresso riconosce che allo stato attuale non si saprebbe raccomandare l'uso di un determinato sistema per tutti i casi: al presente si può scegliere fra diversi sistemi i quali hanno dato prova del loro effettivo valore nelle condizioni di esercizio più complesse. Si deve riconoscere, però, che essi sono suscettibili di grandi perfezionamenti ulteriori».

I punti 2) e 3) vennero abbinati nella discussione.

Tutti furono d'accordo nel ritenere inutile una standardizzazione internazionale del sistema di corrente.

Per quanto riguarda la sistemazione interna di ciascun paese, la discussione non ha portato invece ad una conclusione netta. Il criterio che, per regioni a caratteristiche completamente diverse, sia giustificata l'adozione di diversi sistemi di corrente e, conseguente-

mente, il cambio dei locomotori venne sostenuto da alcuni dei presenti. Altri osservarono che, per arrivare allo sfruttamento pieno delle risorse idriche, riservando le centrali termiche alla funzione di elementi sussidiari di integrazione, è necessario disporre di un'unica rete primaria di distribuzione e che da ciò consegue la convenienza di adottare anche un unico sistema per le elettrificazioni. L'unificazione potrebbe anche essere giustificata dalla necessità economica di allungare le percorrenze dei locomotori per ottenerne un migliore impiego.

A proposito di trazione ferroviaria viene ricordata l'opportunità di considerare non solo l'aspetto tecnico del problema, ma anche le condizioni pratiche dell'esercizio, e, quindi, di tener presente nella scelta del sistema, la possibilità di far proseguire i treni alla frontiera nella stessa composizione in cui arrivano. L'importanza di questo elemento viene messa in evidenza dai tecnici italiani i quali ebbero ad esprimerne l'efficacia nel 1917, dopo Caporetto, in occasione del concentramento di truppe alleate attraverso la frontiera di Modane.

Sulla questione della standardizzazione nazionale l'assemblea preferì non pronunciarsi per cui a conclusione della discussione si ebbe il voto seguente:

«Il Congresso è d'accordo sull'inutilità della standardizzazione del tipo di corrente nel filo di contatto in vista della facilità del cambio dei locomotori alla frontiera».

Sul punto 4) viene messa in rilievo la difficoltà di stabilire un sistema internazionale di contabilità, il quale permetta di confrontare cifre e risultati. Ciascuna società segue in generale, propri criteri e, talvolta, le condizioni stesse di esercizio non consentono un tipo unico di statistica. Ad esempio, in tutti i casi di elettrificazione parziale dove coesistono nella stessa rete, tronchi eserciti a vapore e tronchi eserciti elettricamente.

Per quanto appaia difficile stabilire l'unità di riferimento perfetta, non bisogna però disconoscere che la tonnellata-chilometro virtuale rappresenta una approssimazione maggiore della semplice tonnellata-chilometro perché permette di tener conto anche delle pendenze e delle curve. A questo proposito Semenza fa osservare che colla trazione a vapore l'uso della tonnellata-chilometro virtuale ha dato buoni risultati: a suo avviso però, nel caso della trazione elettrica occorre definire questa unità in modo diverso che per la trazione a vapore. Altri osserva che, forse, anziché ricercare la nuova unità di misura, sarebbe preferibile stabilire che in tutte le statistiche venisse indicato il modo come sono state ricavate le cifre o che cosa esse vogliano significare, lasciando ai tecnici di interpretarle razionalmente per gli opportuni confronti. Ad ogni modo, anche disponendo di dati paragonabili, non bisogna credere che le deduzioni basate sui risultati di un paese siano applicabili rigidamente ad un altro: le condizioni di esercizio, il tipo di materiale mobile, i limiti di carico, la velocità, ecc., costituiscono altrettanti coefficienti che possono infirmare le conclusioni dedotte semplicemente dai confronti.

Venne votata, in proposito, la seguente conclusione:

«È desiderabile che siano definiti ed uniformati i criteri di raccolta e di presentazione dei dati tecnici ed economici relativi alla trazione elettrica; la Sezione propone di sottoporre la questione all'esame di una Commissione speciale dell'Associazione ferroviaria internazionale. Questa Commissione indicherà in modo completo i dettagli relativi a ciascun punto, in guisa che per l'avvenire sia possibile stabilire un confronto il più esatto possibile, in base a cifre assolutamente paragonabili».

Nella discussione sul tipo di sospensione (punto 5) vengono presentate alcune statistiche dalle quali risulta come l'usura del filo di contatto sia funzione della corrente assorbita, in ragione lineare per le piccole correnti, e con incremento assai più rapido per correnti superiori ai 70 ampère, e specialmente verso i 120 ÷ 140 ampère.

Il passaggio delle locomotive a vapore determina a sua volta un'usura nel filo di contatto indipendentemente dal servizio elettrico.

La sospensione a catenaria è quella che permette di ottenere una linea di contatto praticamente parallela al piano del ferro e senza punti duri; specialmente quando si adotti un doppio filo di contatto a punti di sospensione alternati. In questo modo si facilita la presa di corrente alle maggiori velocità e si raggiunge una maggiore sicurezza meccanica, ciò che è assai importante nelle linee a intenso traffico sulle quali il tempo disponibile per le revisioni e le riparazioni è molto ristretto.

L'Ing. Donati delle ferrovie italiane, mette in evidenza i pregi della sospensione trasversale, che egli ritiene meglio adatta per la doppia linea di contatto della trazione trifase. Di più, nelle linee con curve frequenti, la distanza dei pali viene determinata dalla poligonizzazione nelle curve, e la sospensione a catenaria viene perciò a perdere uno dei principali vantaggi: quello delle campate più lunghe. Ritiene che la continuità del contatto fra linea ed organo di presa, venga disturbata più dalle oscillazioni della vettura in corsa che dalle lievi disuniformità di parallelismo e conferma che anche sulle linee italiane si raggiungono senza difficoltà i 100 km all'ora. È d'accordo sui vantaggi di sdoppiare il filo di contatto e di impiegare conduttori di sezione notevole, intorno ai 100 mm², perchè si logorano meno, attenuano, in grazia della loro maggiore rigidità, l'influenza dei punti duri di sospensione e presentano maggiore sicurezza meccanica.

Nella scelta della linea di contatto, non si può quindi stabilire a priori il tipo da preferire, ma converrà esaminare caso per caso le caratteristiche dalla linea e le condizioni di esercizio, le quali ultime possono dare al problema della linea di contatto importanza maggiore

o minore. Per linee brevi ed a grande traffico, il costo, e quindi il problema, della linea di contatto, diventa di second'ordine di fronte al problema del materiale mobile; mentre nelle linee lunghe a grandi rettilinei ed a scarso traffico, il costo della linea di contatto assume importanza predominante.

Per la trazione a frequenza industriale, si osserva che non esistono ancora applicazioni di una certa importanza. Le Case italiane stanno studiando locomotori a 42 ed a 50 periodi, e le Ferrovie dello Stato hanno deciso un esperimento a 45 periodi sulla Roma-Nettuno per una lunghezza di circa 100 km con locomotori da 3000 HP a tensione di 6000 volt. Qualcuno accenna alle difficoltà di allacciare direttamente le linee di trazione alle reti di distribuzione industriale per il disturbo che verrebbe al servizio di illuminazione dalle oscillazioni di tensione. Con regolatori rapidi sulle turbine e con regolatori automatici di tensione l'inconveniente potrebbe essere evitato e d'altra parte molto dipende dal rapporto fra la potenzialità della rete e la massima richiesta della trazione.

Ad ogni modo, il problema della trazione ferroviaria a frequenza industriale non si può ancora dire risolto.

Sulla questione della trazione multipla si accenna che la « Norfolk & Western » per il rimorchio in trazione multipla di treni merci da 3000 a 4000 tonn. su pendenze del 22 % ha adottato il sistema mono-trifase in luogo del semplice monofase e si domanda se questa maggiore complicazione debba attribuirsi ad una poca praticità del sistema monofase per la trazione multipla. I tecnici svizzeri, in base alla loro vasta esperienza in proposito, assicurano che sulle loro reti monofasi la trazione multipla si pratica senza alcuna difficoltà. Un accenno al peso, aderente dei locomotori, che in Italia risulta limitato a 60 tonn mentre in Svizzera arriva a 108 tonn, permette ai tecnici italiani di spiegare come tale limitazione sia una conseguenza della limitata resistenza dei ganci (10 000 kg normali e 15 000 kg massimi per i treni passeggeri) e come si provveda al rimorchio dei treni pesanti sulle maggiori pendenze ricorrendo alla doppia ed anche alla tripla trazione, con un locomotore in testa ed uno o due locomotori in coda al treno.

Da ultimo viene trattata la questione dell'induzione sulle linee telegrafiche e telefoniche. I sistemi a correnti alternate presentano, sotto questo aspetto, una sensibile inferiorità rispetto alla corrente continua. In Svizzera, grazie all'intesa cordiale fra l'Amministrazione ferroviaria e l'Amministrazione telegrafica e telefonica, il problema dell'eliminazione dei disturbi è stato risolto radicalmente, sia spostando le linee a correnti deboli, sia migliorandone le condizioni e disponendole in cavo.

Anche in Italia l'unico sistema riconosciuto veramente efficace è quello di allontanare le linee telegrafiche e telefoniche dalle linee ferroviarie. In Francia si sono fatti esperimenti su di un tronco monofase dalla Compagnie du Midi disponendo speciali trasformatori «succhiatori» a intervalli di circa quattro chilometri fra le rotaie ed un apposito conduttore aereo di ritorno, e stendendo lungo la linea un filo di controtensione nel quale era mantenuta una tensione sfasata di 180° gradi rispetto alla tensione di linea. Il primo provvedimento tendeva ad eliminare gli effetti elettromagnetici, mentre il filo di controtensione doveva eliminare i disturbi elettrostatici. La prova ha dato tecnicamente ottimi risultati, ma il sistema riusciva assai costoso.

In seguito gli studi furono abbandonati perchè la Compagnia, in conformità alle conclusioni governative, decise di trasformare le proprie reti a corrente continua.

Il problema, in fondo, si presenta diversamente secondo che lo si consideri sotto l'aspetto tecnico oppure sotto l'aspetto economico. Tecnicamente, si può affermare che in generale sarà sempre possibile eliminare i disturbi; economicamente non si può invece affermare che gli speciali dispositivi introdotti a questo scopo rappresentino sempre la soluzione migliore.

Per quanto riguarda la corrente continua, risulta che sulle linee americane, esercite con questo sistema, non si hanno a lamentare disturbi del genere, nemmeno in caso di corti circuiti. g. a. r.

N. d. R. — A proposito del quesito 4° proposto al Congresso Internazionale delle Ferrovie, ed alla discussione che ne seguì, richiamo l'attenzione dei nostri lettori su di un articolo dell'Ing. Righi apparso nel nostro giornale il 25 marzo del 1920. In esso l'A. prospettava per il primo la convenienza di stabilire una volta per tutte un'unica unità di riferimento per la valutazione del consumo di energia elettrica nei trasporti ferroviari, facendo notare le incongruenze a cui si giungeva servendosi della tonn. km. virtuale calcolata per la trazione a vapore e che dà risultati diversissimi da linea a linea rendendo impossibile ogni confronto.

Il Righi proponeva anzi che la questione venisse esaminata nel prossimo Congresso Ferroviario Intern. e studiata dai membri dell'A.E.I. che si occupano di trazione elettrica.

Lo stesso argomento fu svolto dal collega Semenza nella sua lettera di risposta alla relazione Donati al Congresso sopracitato, lettera pubblicata a pag. 200, Vol. IX, N. 9 del nostro giornale

:: :: :: CRONACA :: :: ::

CONCORSI.

L'Amministrazione Provinciale di Parma ha aperto un concorso al posto di Ingegnere Capo dell'Ufficio tecnico provinciale equiparato al sesto grado degli impiegati civili dello Stato, per stipendio (L. 17.800), per indennità di servizio attivo (L. 1.500), per indennità caro-viveri e per aumenti periodici dello stipendio. Scadenza 15 gennaio 1924. Documenti di rito. Per chiarimenti e notizie, rivolgersi alla Segreteria provinciale.

NOTE E QUESTIONI ECONOMICHE, FINANZ., POLITICHE.

Materiale radioelettrico francese in Italia. — Sotto il titolo: « Lo slancio dell'industria radioelettrica francese », la rivista *Radio Electricité* (15 dicembre 1923, vol. IV, n. 19, pag. 540) pubblica: « La Società Italo Radio, associata alla Compagnie Générale de T. S. F., ha ottenuto il 29 agosto 1923 la concessione dell'esercizio dei servizi radiotelegrafici italiani per una durata di 25 anni (1). La concessione è stata ratificata per decreto reale, promulgato il 29 ottobre. La Società Italo Radio dovrà procedere all'ampliamento dell'attuale stazione di Coltano, all'impianto di una nuova Stazione a Milano e al miglioramento delle stazioni costiere italiane ».

« La stazione di Coltano, che comprende attualmente due archi da 250 kW costruiti nell'arsenale della Spezia ed un alternatore ad alta frequenza francese da 200 kW-antenna, riceverà un nuovo alternatore francese da kW-antenna. L'antenna sarà ampliata mediante l'aggiunta di quattro nuovi piloni, francesi, da 250 m. La stazione ricevente, situata a Nodica, dovrà assicurare il servizio a partire dal 31 dicembre ».

« La nuova stazione di Milano sarà egualmente equipaggiata con materiale francese; essa comprenderà due alternatori ad alta frequenza da 25 kW-antenna e un apparato a triodi da 5 kW-antenna ».

VARIE.

Per la sicurezza delle dighe. — L'Archivio Tecnico Scientifico, Sezione Bibliografica del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico, che ha sede in Milano, Piazza Cavour, 4, presso il Politecnico, riferendosi ai voti da più parti espressi che si solleciti la presentazione di norme regolamentari per la costruzione delle dighe, sta allestendo una bibliografia di quanto fu scritto nell'ultimo decennio in Italia ed all'estero sulla costruzione delle dighe in genere e delle dighe ad archi multipli in ispecie.

Copia di tale bibliografia verrà inviata gratuitamente oltre ché ai membri dell'Associazione Acque Pubbliche d'Italia anche agli interessati al problema che ne faranno richiesta al Comitato suaccennato.

NECROLOGIO.

J. VIOLLE.

È morto il 12 settembre a Fixin (Digione) J. Violle.

Nato il 16 novembre 1841 a Laugres, fu professore alle Università di Grenoble e di Lione, alla Scuola Normale, e, nel 1892 al Conservatorio di Arti e Mestieri. Nel 1897 successe a Fizeau all'Académie des Sciences.

Si debbono a Lui, fra le altre, una serie notevole di esperienze per la misura della velocità di propagazione del suono e per la determinazione dell'equivalente meccanico della calorica; ma il suo nome è soprattutto indissolubilmente legato ad una serie memorabile di ricerche sull'irraggiamento dei corpi incandescenti; ricerche che Lo condussero alla determinazione della costante e della temperatura solare, ad un metodo per la esatta misura delle temperature elevate ed, infine, alla creazione del noto campione assoluto di intensità luminosa.

Un'opera, dunque che, e per l'argomento e per i metodi di investigazione usati, ha il pregio di esser tuttora giovane e di collegarsi a problemi la cui importanza è andata sempre più accentuandosi con le scoperte e le concezioni della fisica moderna. f. n.

(1) Per notizie più esatte vedasi *L'Elettrotecnica* 5 dicembre 1923, vol. X, N. 34, pag. 827.

Avviso importante

Si pregano i signori Soci che si sono prenotati per ricevere i fascicoli della Descrizione Impianti Elettrici, a voler inviarne il relativo importo con cartolina vaglia alla Sede Centrale - Via S. Paolo 10 Milano (3) - altrimenti verrà sospeso l'ulteriore invio.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

A proposito delle modificazioni allo Statuto

Il Prof. Giacinto Motta ha diretto al Presidente Generale la lettera seguente:

Milano, 23 Dicembre 1923.

Eg. Sig. Ing. Ulisse Del Buono,
Presidente Generale Associazione Elettrotecnica Italiana
ROMA.

Ho ricevuto la scheda per il referendum circa le modifiche allo Statuto dell'Associazione.

Tu consentirai all'incontentabile amico Motta di rilevare una contraddizione non soltanto formale, che inquina il nuovo ordinamento proposto. Infatti Voi proponete che il Segretario Generale, il Segretario della Presidenza e il Vice Segretario Generale siano nominati dal Consiglio Generale come risulta dalle modificazioni all'Art. 13. Senonchè in questo caso bisogna far cenno del Vice Segretario Generale anche alla lettera f) dell'Art. 15. A parte questa omissione, mi sembra indubitato che col nuovo sistema di nomina, la dignità della funzione viene ad essere diminuita, in quanto viene a mancare la elezione onorifica da parte dei Soci e vi si sostituisce una designazione da parte del Consiglio. Ora, come è possibile che il Segretario Generale, il Vice Segretario Generale e il Segretario della Presidenza, parificati al Direttore dell'ufficio centrale, e quindi abbassati quasi (dico quasi) al livello degli impiegati, possano ancora essere qualificati come componenti il Consiglio Generale, come dispone l'Art. 12 di cui non proponete nessuna modificazione? Per me un Consiglio Generale non può essere composto che da uomini eletti dai Soci. Di esso non può far parte persona nominata dal Consiglio per la separazione netta che esiste fra il mandante e il mandatario. Le persone nominate dal Consiglio possono assistere, senza diritto di voto, ma non possono essere consiglieri. E difatti nel vecchio Statuto non era detto che il Direttore dell'Ufficio Centrale entrasse a comporre il Consiglio.

Dunque delle due l'una: o si segue il vecchio sistema di votazione, e allora sta benissimo di non modificare l'Art. 12 dello Statuto, o si vuol seguire il nuovo concetto e allora la modificazione proposta all'Art. 15, lettera f), deve essere completata aggiungendo il Vice Segretario Generale, e inoltre bisogna cancellare dall'Art. 12, l'accento al Segretario Generale, al Segretario della Presidenza, al Vice Segretario Generale.

Può darsi che questa mia osservazione lasci il tempo che trova, perchè siamo in sede di votazione, e può anche darsi che abbia torto io se le proposte di modificazione sono state prima pubblicate sul giornale, perchè in teoria non è permessa l'ignoranza della legge, ma credo opportuno chiedere all'amico Ing. Barbagelata di far posto a questa mia sull'Elettrotecnica, non per turbare la votazione, ma perchè mi dispiacerebbe se si introducesse un neo nel nostro Statuto, il quale è fuori dubbio, uno dei migliori studiati negli ultimi anni.

Cordiali saluti ed auguri dal tuo

Ing. GIACINTO MOTTA.

Ci spiace che questa lettera ci sia giunta troppo tardi per poterla inserire nel numero del 15 Dicembre. Essa appare così quando la votazione è praticamente già chiusa.

Per la omissione a cui accenna il Prof. Motta, ha senz'altro provveduto l'Ufficio Centrale, trattandosi di una evidente svista.

Quanto alla questione di principio, essa passò senza discussione nell'ultima tornata del Consiglio generale, perchè probabilmente era nell'animo di tutti i presenti la sensazione che il nostro Consiglio generale è un organismo tutto *sui generis* e che, all'atto pratico, i nei come quelli giustamente rilevati dal Prof. Motta, non portano inconvenienti. D'altronde lo Statuto sociale è sempre perfezionabile per via di successivi referendum.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI ROMA

In occasione di recenti ed importanti lavori di ampliamento alla Centrale termoelettrica di S. Paolo dell'Azienda Elettrica Municipale di Roma, la Sezione di Roma ha effettuato alla Centrale stessa, il 9 dicembre u. s., una visita, riuscita di molto interesse tecnico.

La visita fu preceduta da una conferenza, tenuta la sera del 6 dicembre, nella sede sociale, dal Direttore dell'Azienda, Ing. C. Puccioni. Prima di dare la parola al conferenziere, il Presidente della Sezione, Prof. Bordini, inviò un pensiero di doloroso rimpianto alle purtroppo numerose vittime del disastro avvenuto nel Bergamasco in seguito alla rottura della diga di Gleno; comunicò ai Soci l'invito della Presidenza Generale di voler concorrere, con offerte personali, da trasmettersi per tramite dell'Associazione, a soccorrere i superstiti; e terminò, fra l'unanime consenso dei numerosissimi presenti, col

voto che, calmatosi l'ingiustificato allarme manifestatosi in varie regioni d'Italia, i provvedimenti che è giusto prendere od accentuare per garantire l'incolumità delle persone ed il rispetto ai beni altrui non abbiano ad ostacolare — ed il valore degli ingegneri italiani non lascia alcun dubbio sulla possibilità che questo avvenga — quel meraviglioso e promettente rifiorire delle opere idroelettriche italiane che tanti vantaggi ha già portato e porterà al nostro Paese.

Segui l'Ing. Puccioni, il quale, con l'aiuto di numerose diapositive, illustrò le principali caratteristiche della Centrale di S. Paolo, dalle potenti unità Diesel, capaci di essere messe in marcia in qualche minuto, ai turboalternatori di antica o nuova installazione. Si fermò in modo particolare sulle caldaie a combustibile liquido e sul turboalternatore Tosi-Ganz di recente installazione, che alle prove ha dato un consumo di soli kg 5,3 di vapore per kWh, a pieno carico, e terminò, vivamente applaudito, con un cenno sopra gli itinerari predisposti per le varie squadre di visitatori.

La mattina del 9, alle ore 9,30, ebbe luogo la visita, ancora con l'intervento di numerosissimi soci.

Accolti con grande cortesia dal Presidente dell'Azienda, Prof. Grisostomi e dal Vice Presidente Ing. Foschi, e divisi in tre gruppi, guidati dagli Ingegneri Puccioni, Parvopassu e Giaquinto, i visitatori, seguendo itinerari prestabiliti ed atti ad evitare gli «scontri» fra le varie squadre, poterono visitare assiduamente le varie parti del complesso impianto; dalle pompe per la presa d'acqua dal Tevere alle caldaie a combustibile liquido, dai serbatoi di olio pesante ai camini a tiraggio forzato, dai grossi turboalternatori agli impianti di filtrazione d'aria, dai potenti gruppi Diesel alle varie parti del quadro della centrale, dell'arrivo dell'energia idroelettrica, della partenza dei cavi sotterranei.

Faceva singolare cornice alla Centrale il Tevere, in piena eccezionale: chè proprio nelle ore nelle quali la visita si compiva, il Tevere raggiungeva all'idrometro di Ripetta una altezza di metri 14,95, che non si ricordava più da decenni.

Terminata la visita, che si potesse per oltre due ore e mezzo, fra l'interessamento generale, l'Azienda volle offrire un signorile rinfresco agli intervenuti. Allo champagne, pronunciò indovinate parole di saluto e di omaggio alla scienza elettrotecnica il Presidente dell'Azienda, Prof. Grisostomi; a lui rispose efficacemente, a nome di tutti, il Presidente della Sezione, Prof. Bordini.

*

SEZIONE DI TORINO

Visite sociali agli Stabilimenti F.I.A.T. — Nel pomeriggio di sabato 15 dicembre un numeroso gruppo di circa 200 soci della Sezione visitò la Sezione Ferriere Piemontesi della Fiat. Sotto la guida del direttore, Ing. Cav. Ugo Camuri e dell'Ing. Stanziani i soci si interessarono specialmente all'esame dei particolari di costruzione e di funzionamento dei grandi forni elettrici per la produzione dell'acciaio e dei relativi accessori, riconoscendo in questo impianto una delle più importanti applicazioni dell'energia elettrica alla siderurgia.

Lo stesso gruppo di soci, del quale faceva parte il Presidente, Ing. Soleri, si recò nella mattina di lunedì 17, a visitare i nuovi stabilimenti della Fiat, Sezione Automobili. Ricevuti dal direttore di officina, Ing. Gobatto, i soci, suddivisi in gruppi, percorsero i diversi reparti seguendo progressivamente tutte le fasi di costruzione delle vetture ed ammirando ovunque la grandiosità degli impianti e la perfetta organizzazione che fanno di questo uno dei maggiori stabilimenti che vanti l'industria italiana.

Conferenza del Prof. Ing. Giancarlo Vallauri. — Domenica 16 dicembre, davanti ad un folto pubblico di soci e di invitati, il Comandante Prof. Giancarlo Vallauri ha tenuto, nella sede sociale una conferenza illustrativa del «Nuovo Centro Radiotelegrafico di Coltano».

Questa stazione r. t., recentemente inaugurata, progettata e costruita dal personale della R. Marina, sotto la direzione del Prof. Vallauri stesso, è una delle più potenti che esistano ed è capace di trasmettere regolarmente coll'America del Nord e colle nostre Colonie; nelle ultime esperienze potè comunicare coll'estremo Oriente alla distanza di circa 10.000 chilometri.

Il chiaro conferenziere, coll'aiuto di numerose ed interessanti proiezioni, disse estesamente dei dettagli di costruzione e di funzionamento di questa Stazione, dettagli che presentano il più alto interesse tecnico e sono per la massima parte dovuti all'industria nazionale che si è dimostrata capace di provvedere alle difficili costruzioni richieste in tali impianti.

Il Prof. Vallauri concluse segnalando l'opera fervida ed infaticata del personale tecnico ed operaio della R. Marina che nell'esecuzione di questa stazione r. t. si è affermato in modo veramente meraviglioso. Alla fine fu salutato da vivissimi applausi ai quali il Presidente, Ing. Soleri, aggiunse calde parole di ringraziamento.

*

SEZIONE DI MILANO

La sera del 17 corrente il Prof. Giancarlo Vallauri illustrò il nuovo Centro radiotelegrafico di Coltano, ideato, progettato, costruito dai tecnici della Regia Marina col concorso di industrie Nazionali. La lucidissima esposizione, seguita con vivissimo interesse dal folto uditorio, fu alla fine salutata da una imponente ovazione che si ripeté dopo che il Presidente Semenza ebbe rivolte ai Vallauri parole di plauso e di ringraziamento.

Inventario 11.

[Handwritten signature]

